

**UNIONE MONTANA SUOL D'ALERAMO**  
PROVINCIA DI ALESSANDRIA

**INTERVENTI DI MANUTENZIONE  
DEL TERRITORIO MONTANO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

esteso ai comuni di: **CARTOSIO, CAVATORE, DENICE,  
MELAZZO, MERANA,  
MONTECHIARO D'ACQUI, MORBELLO, PARETO, PONTI**  
(1° LOTTO)

**RELAZIONE DI CALCOLO  
E VERIFICHE  
gabbioni**

RIF. INT.: 2017\_74

DATA: 20 AGO. 2018

IL RESPONSABILE **II R.U.P.**

Geom. Carla Moretti



I TECNICI

Ing. Italo BRUNO



Ing. Paolo CHIARELLA



Dott. Geol. Andrea Silvio BASSO



Raggruppamento Temporaneo di Professionisti

**STUDIONOVI** Bruno-Chiarella

**STUDIO DI GEOLOGIA** Andrea Silvio Basso

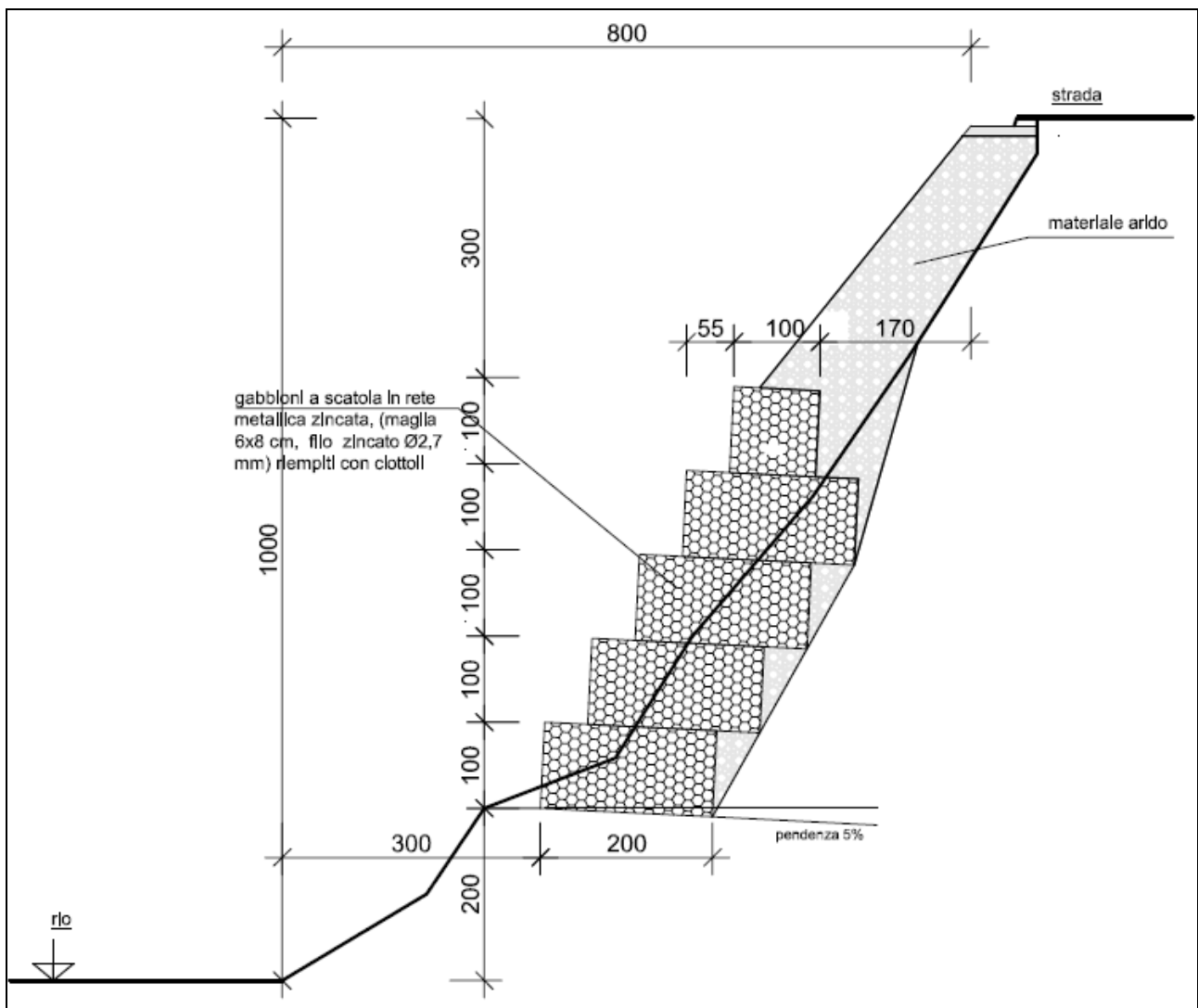
Via Manzoni 14, 15067 NOVI L. (AL) tel. 0143 75470 - fax 0143 321409

## COMUNE DI PARETO

L'intervento di consolidamento previsto in progetto prevede la realizzazione di opere di contenimento costituite da gabbioni, disposti su più strati sovrapposti, che saranno incassati sulla scarpata a valle della sede stradale.

Il tratto di intervento è individuato sulla planimetria allegata al progetto, la gabbionata avrà uno sviluppo lineare massimo alla base di 18 metri e una altezza di 5 metri.

Di seguito vengono illustrate le verifiche dei fattori di sicurezza condotte in relazione agli interventi previsti riguardanti la posa dei gabbioni.



SEZIONE TIPO

## PARETO

### Normative di riferimento

- Legge nr. 1086 del 05/11/1971.  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge nr. 64 del 02/02/1974.  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- D.M. LL.PP. del 11/03/1988.  
Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- D.M. LL.PP. del 14/02/1992.  
Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- D.M. 9 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche relative ai 'Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi'
- D.M. 16 Gennaio 1996  
Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 Gennaio 1996
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 N. 65/AA.GG.  
Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al D.M. 16 Gennaio 1996
- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008)
- Circolare 617 del 02/02/2009
- Circolare C.S.L.P. 02/02/2009 n.617 - Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008

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

Questo processo viene iterato fino a trovare l'angolo di rottura per cui la spinta risulta massima.

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 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  $\varepsilon$  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 parte pari a

$$\varepsilon' = \varepsilon + \theta$$

$$\beta' = \beta + \theta$$

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

$$\theta = \arctg[(\gamma_{sat}/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

Terreno a permeabilità elevata

$$\theta = \arctg[(\gamma/(\gamma_{sat}-\gamma_w)) * (k_h/(1 \pm k_v))]$$

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

$$\Delta S = AS' - S$$

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  $\theta$ .

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  $\eta_r$ . Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si può impostare  $\eta_r \geq 1.0$ .

Deve quindi essere verificata la seguente diseuguaglianza

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

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  $\delta$  è positivo, ribaltante se  $\delta$  è negativo.  $\delta$  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  $\eta_s$ . Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_s \geq 1.0$

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

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  $\delta_f$  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

$$F_r = N \operatorname{tg} \delta_f + c_a B_f$$

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,  $\delta_f$ , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di  $\delta_f$  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  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_q \geq 1.0$

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

$$Q_u = c N_c d_c i_c + q N_q d_q i_q + 0.5 \gamma B N_\gamma d_\gamma i_\gamma$$

In questa espressione

c	coesione del terreno in fondazione;
$\phi$	angolo di attrito del terreno in fondazione;
$\gamma$	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.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

$$A = e^{\pi \operatorname{tg} \phi}$$

$$N_q = A \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \operatorname{ctg} \phi$$

$$N_\gamma = (N_q - 1) \operatorname{tg} (1.4\phi)$$

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

$$K_p = \operatorname{tg}^2(45^\circ + \phi/2)$$

I fattori  $d$  e  $i$  che compaiono nella formula sono rispettivamente i fattori di profondità ed i fattori di inclinazione del carico espressi dalle seguenti relazioni:

#### Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 0.2 \frac{D}{B} \sqrt{K_p}$$

$$d_q = d_\gamma = 1 \quad \text{per } \phi = 0$$

$$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \frac{D}{B} \sqrt{K_p} \quad \text{per } \phi > 0$$

#### Fattori di inclinazione

Indicando con  $\theta$  l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale ( espresso in gradi ) e con  $\phi$  l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

$$i_c = i_q = (1 - \theta^\circ/90)^\circ$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ}\right)^\circ \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_\gamma = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

## Verifica alla stabilità globale

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare  $\eta_g \geq 1.0$

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 o con i pali di fondazione. 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 50.

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

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

dove  $n$  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 e  $c_i$  e  $\phi_i$  sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

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

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

## Normativa

### N.T.C. 2008 - Approccio 1

#### Simbologia adottata

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_c$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_r$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	0,90	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00	1,10	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30	1,50	1,50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$		1,00	1,00	1,00	1,00

#### Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>	<i>EQU</i>	<i>HYD</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,30
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00	1,00	1,50

##### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M2</i>	<i>M1</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1,00	1,25	1,25	1,00
Coesione efficace	$\gamma_c$		1,00	1,25	1,25	1,00
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	$\gamma_r$		1,00	1,00	1,00	1,00

### FONDAZIONE SUPERFICIALE

#### Coefficienti parziali $\gamma_R$ per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

##### Verifica

	<i>R1</i>	<i>Coefficienti parziali</i>	<i>R2</i>	<i>R3</i>
Capacità portante della fondazione	1,00		1,00	1,40
Scorrimento	1,00		1,00	1,10
Resistenza del terreno a valle	1,00		1,00	1,40
Stabilità globale			1,10	



## Geometria muro e fondazione

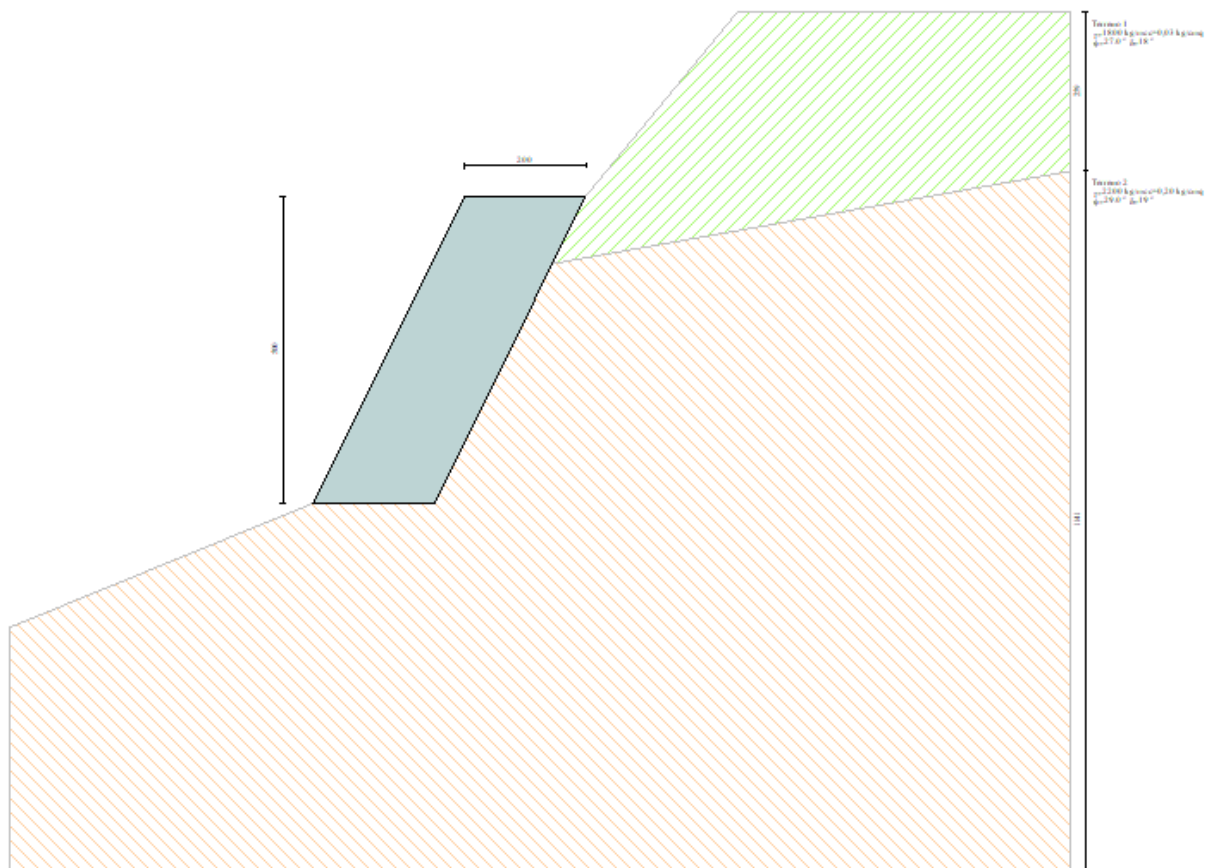
### Descrizione

Altezza del paramento	5,00 [m]
Spessore in sommità	2,00 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	2,00 [m]
Inclinazione paramento esterno	26,56 [°]
Inclinazione paramento interno	-26,56 [°]
Lunghezza del muro	10,00 [m]

### Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	0,00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0,00 [m]
Lunghezza totale fondazione	2,00 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0,00 [°]
Spessore fondazione	0,00 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

### Muro a gravità in pietrame



## Materiali utilizzati per la struttura

### Pietrame

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione $\sigma_c$	30,0 [kg/cmq]
Angolo di attrito interno $\phi_p$	60,00 [°]
Resistenza a taglio $\tau_p$	0,0 [kg/cmq]

## Geometria profilo terreno a monte del muro

### Simbologia adottata e sistema di riferimento

(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
1	2,50	3,00	50,19
2	8,00	3,00	0,00

## Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	22,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,00	[m]

## Descrizione terreni

### Simbologia adottata

Nr. Indice del terreno  
 Descrizione Descrizione terreno  
 $\gamma$  Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]  
 $\gamma_s$  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]  
 $\phi$  Angolo d'attrito interno espresso in [°]  
 $\delta$  Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]  
 c Coesione espressa in [kg/cmq]  
 $c_a$  Adesione terra-muro espressa in [kg/cmq]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_s$	$\phi$	$\delta$	c	$c_a$
Terreno 1	1800	2000	27.00	18.00	0,030	0,020
Terreno 2	2200	2300	29.00	19.33	0,200	0,050

## Stratigrafia

### Simbologia adottata

N Indice dello strato  
 H Spessore dello strato espresso in [m]  
 a Inclinazione espressa in [°]  
 $K_w$  Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm<sup>2</sup>/cm  
 $K_s$  Coefficiente di spinta  
 Terreno Terreno dello strato

Nr.	H	a	$K_w$	$K_s$	Terreno
1	1,00	10,00	0,00	0,00	Terreno 1
2	10,00	0,00	2,46	0,00	Terreno 2

## Condizioni di carico

### *Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

$X$	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
$F_x$	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kg]
$F_y$	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kg]
$M$	Momento espresso in [kgm]
$X_i$	Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]
$X_f$	Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]
$Q_i$	Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kg/m]
$Q_f$	Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kg/m]
$D/C$	Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

### Condizione n° 1 (Condizione 1)

D	Profilo	$X_i=2,50$	$X_f=8,00$	$Q_i=1000,00$	$Q_f=1000,00$
---	---------	------------	------------	---------------	---------------

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

F/S Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)

 $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizioneCombinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 2 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 3 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10

Combinazione n° 4 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 5 - Caso A1-M1 (STR)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,30	1,00	1,30
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 7 - Caso EQU (SLU)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	0,90	1,00	0,90
Peso proprio terrapieno	FAV	0,90	1,00	0,90
Spinta terreno	SFAV	1,10	1,00	1,10
Condizione 1	SFAV	1,50	1,00	1,50

Combinazione n° 8 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,30	1,00	1,30

Combinazione n° 9 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 10 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Combinazione n° 11 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. positivo

	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00

Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 13 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 14 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 15 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 16 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	SFAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 17 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	FAV	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	FAV	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	SFAV	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 18 - Quasi Permanente (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
<u>Combinazione n° 19 - Frequente (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	0,40	0,40
<u>Combinazione n° 20 - Rara (SLE)</u>				
	<b>S/F</b>	<b><math>\gamma</math></b>	<b><math>\Psi</math></b>	<b><math>\gamma * \Psi</math></b>
Peso proprio muro	--	1,00	1,00	1,00
Peso proprio terrapieno	--	1,00	1,00	1,00
Spinta terreno	--	1,00	1,00	1,00
Condizione 1	SFAV	1,00	1,00	1,00

## Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_{\gamma}$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

### Impostazioni avanzate

Diagramma correttivo per eccentricità negativa con aliquota di parzializzazione pari a 0.00

## Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

### Simbologia adottata

<i>C</i>	Identificativo della combinazione
<i>Tipo</i>	Tipo combinazione
<i>Sisma</i>	Combinazione sismica
<i>CS<sub>SCO</sub></i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS<sub>RIB</sub></i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS<sub>QLIM</sub></i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS<sub>STAB</sub></i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

<b>C</b>	<b>Tipo</b>	<b>Sisma</b>	<b>CS<sub>SCO</sub></b>	<b>CS<sub>RIB</sub></b>	<b>CS<sub>QLIM</sub></b>	<b>CS<sub>STAB</sub></b>
1	A1-M1 - [1]	--	11,38	--	5,26	--
2	A2-M2 - [1]	--	2,84	--	2,26	--
3	EQU - [1]	--	--	4,76	--	--
4	STAB - [1]	--	--	--	--	1,28
5	A1-M1 - [2]	--	5,44	--	4,84	--
6	A2-M2 - [2]	--	2,08	--	2,06	--
7	EQU - [2]	--	--	3,70	--	--
8	STAB - [2]	--	--	--	--	1,21
9	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	13,17	--	5,27	--
10	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	13,16	--	5,33	--
11	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,18	--	2,08	--
12	A2-M2 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,23	--	2,12	--
13	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	5,27	--	--
14	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	5,22	--	--
15	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1,26
16	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1,27
17	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	13,17	--	5,27	--
18	SLEQ - [1]	--	24,93	--	5,47	--
19	SLEF - [1]	--	19,53	--	5,42	--
20	SLER - [1]	--	13,87	--	5,33	--

## Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :  
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)  
 Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte  
 Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto  
 Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle  
 Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

### Tipo di analisi

Calcolo della spinta	metodo di Culmann
Calcolo del carico limite	metodo di Meyerhof
Calcolo della stabilità globale	metodo di Fellenius
Calcolo della spinta in condizioni di	Spinta attiva

### Sisma

#### **Identificazione del sito**

Latitudine	44.516691
Longitudine	8.382330
Comune	Pareto
Provincia	Alessandria
Regione	Piemonte
Punti di interpolazione del reticolo	16244 - 16466 - 16467 - 16245

#### **Tipo di opera**

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	II - Normali affollamenti e industrie non pericolose
Vita di riferimento	50 anni

#### **Combinazioni SLU**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.50 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.32$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.66$

#### **Combinazioni SLE**

Accelerazione al suolo $a_g$	0.23 [m/s <sup>2</sup> ]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.20
Coefficiente riduzione ( $\beta_m$ )	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 0.61$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.31$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico
------------------------------------	--------------------------------

Partecipazione spinta passiva (percento)	0,0
Lunghezza del muro	10,00 [m]

Peso muro	20000,00 [kg]
Baricentro del muro	X=-2,25 Y=-2,50

### Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = -2,50 Y = -5,00
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,00 Y = 0,00
Altezza della superficie di spinta	5,00 [m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	-26,56 [°]

### COMBINAZIONE n° 1

#### **Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	708,76 [kg]
Componente orizzontale della spinta statica	701,28 [kg]

Componente verticale della spinta statica	-102,66	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,39	[m]	Y = -0,79	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,23	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	701,28	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	19897,34	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	19897,34	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	701,28	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]		
Risultante in fondazione	19909,69	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	2,02	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6632,45	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	104609,42	[kg]		

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,9897	[kg/cmq]		

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 27.86$	$N_q = 16.44$	$N_\gamma = 13.24$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,96$	$i_q = 0,96$	$i_\gamma = 0,87$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.62$	$N'_q = 15.71$	$N'_\gamma = 11.46$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	11.38
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.26

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 1**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,25	200,00	1000	-18	389	--	0,05	--	--	4,45	--
3	0,50	200,00	2000	-67	853	--	0,11	--	--	4,06	--
4	0,75	200,00	3000	-118	1431	--	0,17	--	--	3,63	--
5	1,00	200,00	4000	-153	2044	--	0,22	--	--	3,39	--
6	1,25	200,00	5000	-177	2535	--	0,28	--	--	3,42	--
7	1,50	200,00	6000	-240	2855	--	0,34	--	--	3,64	--
8	1,75	200,00	7000	-359	3159	--	0,40	--	--	3,84	--
9	2,00	200,00	8000	-538	3450	--	0,48	--	--	4,02	--
10	2,25	200,00	9000	-780	3728	--	0,57	--	--	4,18	--
11	2,50	200,00	10000	-1088	3993	--	0,66	--	--	4,34	--
12	2,75	200,00	11000	-1466	4245	--	0,77	--	--	4,49	--
13	3,00	200,00	12000	-1916	4484	--	0,89	--	--	4,64	--
14	3,25	200,00	13000	-2442	4711	--	1,02	--	--	4,78	--
15	3,50	200,00	14000	-3047	4924	--	1,16	--	--	4,92	--
16	3,75	200,00	15000	-3735	5124	--	1,31	--	--	5,07	--
17	4,00	200,00	16000	-4508	5312	--	1,48	--	--	5,22	--



18	4,25	200,00	17000	-5370	5487	--	1,66	--	--	5,37	--
19	4,50	200,00	18000	-6324	5648	--	1,85	--	--	5,52	--
20	4,75	200,00	19000	-7373	5798	--	2,07	--	--	5,68	--

**COMBINAZIONE n° 2**

Valore della spinta statica	2261,71	[kg]									
Componente orizzontale della spinta statica	2217,39	[kg]									
Componente verticale della spinta statica	-445,52	[kg]									
Punto d'applicazione della spinta	X = -1,31	[m]						Y = -2,61	[m]		
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15,20	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]									
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]						Y = 0,00	[m]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2217,39	[kg]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	19554,48	[kg]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	19554,48	[kg]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2217,39	[kg]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]									
Risultante in fondazione	19679,80	[kg]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	6,47	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6518,16	[kgm]									
Carico ultimo della fondazione	44096,76	[kg]									

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]									
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]									
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,9554	[kg/cm <sup>2</sup> ]									

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19,21$	$N_q = 9,52$	$N_\gamma = 5,63$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,86$	$i_q = 0,86$	$i_\gamma = 0,53$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 16,55$	$N'_q = 8,20$	$N'_\gamma = 3,00$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.84
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.26

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 2**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,25	200,00	1000	-11	458	--	0,05	--	--	3,78	--
3	0,50	200,00	2000	-33	992	--	0,10	--	--	3,49	--
4	0,75	200,00	3000	-49	1561	--	0,16	--	--	3,33	--
5	1,00	200,00	4000	-55	2147	--	0,21	--	--	3,23	--
6	1,25	200,00	5000	-57	2599	--	0,26	--	--	3,33	--

7	1,50	200,00	6000	-111	2858	--	0,32	--	--	3,64	--
8	1,75	200,00	7000	-237	3104	--	0,39	--	--	3,91	--
9	2,00	200,00	8000	-437	3339	--	0,47	--	--	4,15	--
10	2,25	200,00	9000	-713	3564	--	0,56	--	--	4,37	--
11	2,50	200,00	10000	-1069	3779	--	0,66	--	--	4,58	--
12	2,75	200,00	11000	-1506	3983	--	0,78	--	--	4,78	--
13	3,00	200,00	12000	-2027	4177	--	0,90	--	--	4,98	--
14	3,25	200,00	13000	-2636	4360	--	1,05	--	--	5,16	--
15	3,50	200,00	14000	-3334	4532	--	1,20	--	--	5,35	--
16	3,75	200,00	15000	-4124	4695	--	1,37	--	--	5,53	--
17	4,00	200,00	16000	-5008	4861	--	1,55	--	--	5,70	--
18	4,25	200,00	17000	-5970	5150	--	1,75	--	--	5,72	--
19	4,50	200,00	18000	-6968	5604	--	1,96	--	--	5,56	--
20	4,75	200,00	19000	-7985	6057	--	2,18	--	--	5,43	--

**COMBINAZIONE n° 3**

Valore della spinta statica	2947,53	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2890,02	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	-579,44	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -1,34	[m]	Y = -2,69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15,22	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2890,02	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	17420,56	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	8502,51	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	40495,04	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	17420,56	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2890,02	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	17658,65	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,42	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5806,85	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	4.76
--	------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 3**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,25	200,00	--	--	--	0,17	--	849	31	--	27,49
3	0,50	200,00	--	--	--	0,11	--	1796	129	--	13,91
4	0,75	200,00	--	--	--	0,20	--	2840	303	--	9,37
5	1,00	200,00	--	--	--	0,73	--	3982	561	--	7,10
6	1,25	200,00	--	--	--	1,22	--	5318	898	--	5,92
7	1,50	200,00	--	--	--	0,51	--	6878	1252	--	5,49
8	1,75	200,00	--	--	--	1,20	--	8559	1607	--	5,33
9	2,00	200,00	--	--	--	3,56	--	10361	1962	--	5,28
10	2,25	200,00	--	--	--	6,37	--	12284	2316	--	5,30
11	2,50	200,00	--	--	--	9,53	--	14328	2671	--	5,36
12	2,75	200,00	--	--	--	12,95	--	16492	3025	--	5,45
13	3,00	200,00	--	--	--	16,58	--	18777	3380	--	5,56

---

14	3,25	200,00	--	--	--	20,40	--	21182	3735	--	5,67
15	3,50	200,00	--	--	--	24,38	--	23708	4089	--	5,80
16	3,75	200,00	--	--	--	28,49	--	26355	4444	--	5,93
17	4,00	200,00	--	--	--	32,71	--	29085	4802	--	6,06
18	4,25	200,00	--	--	--	36,78	--	31752	5203	--	6,10
19	4,50	200,00	--	--	--	40,41	--	34411	5697	--	6,04
20	4,75	200,00	--	--	--	43,61	--	37191	6296	--	5,91

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 4

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 [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,39 Y[m]= 2,64

Raggio del cerchio R[m]= 7,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,51

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,35

Coefficiente di sicurezza C= 1.28

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1098,86	79.72	1081,22	1,98	22.18	0,02	0,00
2	2011,47	68.73	1874,51	0,97	22.68	0,06	0,00
3	2586,68	62.30	2290,14	0,76	23.91	0,16	0,00
4	3051,12	57.06	2560,68	0,65	23.91	0,16	0,00
5	3433,02	52.50	2723,44	0,58	23.91	0,16	0,00
6	3658,15	48.37	2734,19	0,53	23.91	0,16	0,00
7	3672,08	44.55	2576,23	0,50	23.91	0,16	0,00
8	3648,11	40.98	2392,23	0,47	23.91	0,16	0,00
9	3594,64	37.58	2192,48	0,45	23.91	0,16	0,00
10	3515,74	34.34	1983,31	0,43	23.91	0,16	0,00
11	3414,39	31.22	1769,76	0,41	23.91	0,16	0,00
12	3292,85	28.20	1555,97	0,40	23.91	0,16	0,00
13	3227,07	25.26	1377,12	0,39	23.91	0,16	0,00
14	3307,93	22.39	1260,16	0,38	23.91	0,16	0,00
15	3380,03	19.58	1132,87	0,37	23.91	0,16	0,00
16	3438,57	16.82	995,06	0,37	23.91	0,16	0,00
17	3484,45	14.10	848,80	0,36	23.91	0,16	0,00
18	3515,01	11.41	695,32	0,36	23.91	0,16	0,00
19	3237,44	8.74	492,20	0,36	23.91	0,16	0,00
20	2752,05	6.10	292,41	0,36	23.91	0,16	0,00
21	2274,37	3.47	137,54	0,35	23.91	0,16	0,00
22	1785,49	0.84	26,23	0,35	23.91	0,16	0,00
23	1284,02	-1.78	-39,92	0,35	23.91	0,16	0,00
24	769,96	-4.41	-59,18	0,35	23.91	0,16	0,00
25	243,56	-7.04	-29,87	0,36	23.91	0,16	0,00

 $\Sigma W_i = 69677,07$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 32862,89$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 25168,68$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 16929,02$  [kg]

## COMBINAZIONE n° 5

## Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	1474,70	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1459,49	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	-211,30	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,60	[m]	Y = -1,21	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,32	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1459,49	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	19788,70	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	19788,70	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1459,49	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	19842,45	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	4,22	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6596,23	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	95847,21	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,9789	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 27.86$	$N_q = 16.44$	$N_\gamma = 13.24$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,91$	$i_q = 0,91$	$i_\gamma = 0,73$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 25.31$	$N'_q = 14.94$	$N'_\gamma = 9.67$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	5.44
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.84

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 5

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,25	200,00	1000	-1	537	--	0,05	--	--	3,22	--
3	0,50	200,00	2000	3	1105	--	0,10	--	--	3,13	--
4	0,75	200,00	3000	18	1695	--	0,15	--	--	3,07	--
5	1,00	200,00	4000	48	2301	--	0,21	--	--	3,01	--
6	1,25	200,00	5000	87	2765	--	0,26	--	--	3,13	--
7	1,50	200,00	6000	74	3025	--	0,31	--	--	3,44	--
8	1,75	200,00	7000	-10	3272	--	0,35	--	--	3,71	--
9	2,00	200,00	8000	-167	3508	--	0,43	--	--	3,95	--
10	2,25	200,00	9000	-401	3734	--	0,51	--	--	4,17	--
11	2,50	200,00	10000	-714	3950	--	0,61	--	--	4,39	--
12	2,75	200,00	11000	-1108	4154	--	0,72	--	--	4,59	--
13	3,00	200,00	12000	-1587	4349	--	0,84	--	--	4,78	--
14	3,25	200,00	13000	-2152	4533	--	0,97	--	--	4,97	--
15	3,50	200,00	14000	-2807	4706	--	1,12	--	--	5,15	--
16	3,75	200,00	15000	-3554	4869	--	1,28	--	--	5,34	--
17	4,00	200,00	16000	-4395	5021	--	1,46	--	--	5,52	--
18	4,25	200,00	17000	-5334	5163	--	1,65	--	--	5,70	--
19	4,50	200,00	18000	-6372	5294	--	1,86	--	--	5,89	--
20	4,75	200,00	19000	-7511	5442	--	2,09	--	--	6,05	--

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	3067,25	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	3007,04	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	-604,72	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -1,27	[m]	Y = -2,55	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15,19	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3007,04	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	19395,28	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	19395,28	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3007,04	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	19627,00	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,81	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6465,09	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	39939,50	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,9395	[kg/cm <sup>2</sup> ]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.21$	$N_q = 9.52$	$N_\gamma = 5.63$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,81$	$i_q = 0,81$	$i_\gamma = 0,40$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.	$N'_c = 15.63$	$N'_q = 7.75$	$N'_\gamma = 2.25$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.06

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 6

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,25	200,00	1000	0	539	--	0,05	--	--	3,21	--
3	0,50	200,00	2000	3	1101	--	0,10	--	--	3,15	--
4	0,75	200,00	3000	16	1685	--	0,15	--	--	3,08	--
5	1,00	200,00	4000	44	2289	--	0,21	--	--	3,03	--
6	1,25	200,00	5000	78	2729	--	0,26	--	--	3,17	--
7	1,50	200,00	6000	50	2939	--	0,31	--	--	3,54	--
8	1,75	200,00	7000	-62	3137	--	0,36	--	--	3,87	--
9	2,00	200,00	8000	-259	3326	--	0,44	--	--	4,17	--
10	2,25	200,00	9000	-544	3507	--	0,53	--	--	4,45	--
11	2,50	200,00	10000	-920	3679	--	0,64	--	--	4,71	--
12	2,75	200,00	11000	-1387	3843	--	0,76	--	--	4,96	--
13	3,00	200,00	12000	-1948	3999	--	0,89	--	--	5,20	--

14	3,25	200,00	13000	-2605	4146	--	1,04	--	--	5,43	--
15	3,50	200,00	14000	-3361	4285	--	1,20	--	--	5,66	--
16	3,75	200,00	15000	-4217	4416	--	1,38	--	--	5,88	--
17	4,00	200,00	16000	-5171	4596	--	1,58	--	--	6,03	--
18	4,25	200,00	17000	-6180	5015	--	1,78	--	--	5,87	--
19	4,50	200,00	18000	-7201	5534	--	2,00	--	--	5,63	--
20	4,75	200,00	19000	-8231	6016	--	2,23	--	--	5,47	--

**COMBINAZIONE n° 7**

Valore della spinta statica	3786,77	[kg]									
Componente orizzontale della spinta statica	3712,94	[kg]									
Componente verticale della spinta statica	-744,13	[kg]									
Punto d'applicazione della spinta	X = -1,34	[m]						Y = -2,68		[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15,23	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]									
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]						Y = 0,00		[m]	

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	3712,94	[kg]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	17255,87	[kg]									
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	10954,28	[kgm]									
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	40495,04	[kgm]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	17255,87	[kg]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	3712,94	[kg]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]									
Risultante in fondazione	17650,81	[kg]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	12,14	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-5751,96	[kgm]									

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	3.70
--	------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 7**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,25	200,00	--	--	--	0,15	--	814	41	--	19,90
3	0,50	200,00	--	--	--	0,57	--	1723	169	--	10,17
4	0,75	200,00	--	--	--	1,25	--	2726	394	--	6,92
5	1,00	200,00	--	--	--	2,19	--	3825	723	--	5,29
6	1,25	200,00	--	--	--	3,06	--	5137	1150	--	4,47
7	1,50	200,00	--	--	--	2,45	--	6695	1598	--	4,19
8	1,75	200,00	--	--	--	0,63	--	8376	2047	--	4,09
9	2,00	200,00	--	--	--	1,96	--	10177	2495	--	4,08
10	2,25	200,00	--	--	--	5,09	--	12099	2944	--	4,11
11	2,50	200,00	--	--	--	8,60	--	14142	3392	--	4,17
12	2,75	200,00	--	--	--	12,41	--	16306	3840	--	4,25
13	3,00	200,00	--	--	--	16,46	--	18590	4289	--	4,33
14	3,25	200,00	--	--	--	20,70	--	20994	4737	--	4,43
15	3,50	200,00	--	--	--	25,10	--	23520	5186	--	4,54
16	3,75	200,00	--	--	--	29,64	--	26159	5635	--	4,64
17	4,00	200,00	--	--	--	34,20	--	28825	6098	--	4,73
18	4,25	200,00	--	--	--	38,38	--	31359	6639	--	4,72
19	4,50	200,00	--	--	--	41,96	--	33940	7305	--	4,65
20	4,75	200,00	--	--	--	45,05	--	36668	8094	--	4,53





## Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 8

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 [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,39 Y[m]= 3,39

Raggio del cerchio R[m]= 8,46

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,52

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5,06

Larghezza della striscia dx[m]= 0,38

Coefficiente di sicurezza C= 1.21

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1249,03	79.84	1229,45	2,17	22.18	0,02	0,00
2	2328,36	68.87	2171,80	1,06	22.18	0,02	0,00
3	2961,55	62.46	2626,05	0,83	23.67	0,14	0,00
4	3511,12	57.26	2953,27	0,71	23.91	0,16	0,00
5	3964,06	52.72	3154,10	0,63	23.91	0,16	0,00
6	4349,13	48.62	3263,11	0,58	23.91	0,16	0,00
7	4511,99	44.82	3180,69	0,54	23.91	0,16	0,00
8	4218,98	41.27	2782,90	0,51	23.91	0,16	0,00
9	4158,97	37.90	2554,86	0,49	23.91	0,16	0,00
10	4068,96	34.68	2315,23	0,47	23.91	0,16	0,00
11	3952,51	31.58	2069,93	0,45	23.91	0,16	0,00
12	3812,29	28.58	1823,82	0,44	23.91	0,16	0,00
13	3650,40	25.67	1581,05	0,43	23.91	0,16	0,00
14	3556,97	22.82	1379,50	0,42	23.91	0,16	0,00
15	3636,42	20.03	1245,64	0,41	23.91	0,16	0,00
16	3706,61	17.29	1101,84	0,40	23.91	0,16	0,00
17	3762,04	14.59	947,96	0,40	23.91	0,16	0,00
18	3803,63	11.93	786,21	0,39	23.91	0,16	0,00
19	3740,21	9.29	603,75	0,39	23.91	0,16	0,00
20	3226,97	6.67	374,79	0,39	23.91	0,16	0,00
21	2658,81	4.06	188,41	0,38	23.91	0,16	0,00
22	2087,13	1.47	53,40	0,38	23.91	0,16	0,00
23	1500,68	-1.13	-29,56	0,38	23.91	0,16	0,00
24	899,59	-3.73	-58,45	0,38	23.91	0,16	0,00
25	284,21	-6.33	-31,33	0,39	23.91	0,16	0,00

 $\Sigma W_i = 79600,63$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 38268,43$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 28566,30$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 17849,45$  [kg]COMBINAZIONE n° 9

Valore della spinta statica	324,32	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	320,99	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	-46,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,44	[m]	Y = -0,88	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,34	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,13	[°]		
Incremento sismico della spinta	26,44	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,44	[m]	Y = -0,88	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,75	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	263,98	[kg]		
Inerzia verticale del muro	131,99	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	611,13	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20081,81	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20081,81	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	611,13	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	20091,11	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	1,74	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6693,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	105744,46	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	2,0082	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 27.86$	$N_q = 16.44$	$N_\gamma = 13.24$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,96$	$i_q = 0,96$	$i_\gamma = 0,88$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.79$	$N'_q = 15.81$	$N'_\gamma = 11.69$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	13.17
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.27

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 9

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,25	200,00	1000	-14	423	--	0,05	--	--	4,09	--
3	0,50	200,00	2000	-58	836	--	0,11	--	--	4,14	--
4	0,75	200,00	3000	-126	1313	--	0,17	--	--	3,96	--
5	1,00	200,00	4000	-197	1881	--	0,23	--	--	3,68	--
6	1,25	200,00	5000	-263	2369	--	0,29	--	--	3,66	--
7	1,50	200,00	6000	-363	2725	--	0,35	--	--	3,81	--
8	1,75	200,00	7000	-511	3065	--	0,43	--	--	3,96	--
9	2,00	200,00	8000	-709	3391	--	0,51	--	--	4,09	--
10	2,25	200,00	9000	-961	3703	--	0,59	--	--	4,21	--
11	2,50	200,00	10000	-1272	4001	--	0,69	--	--	4,33	--
12	2,75	200,00	11000	-1643	4286	--	0,80	--	--	4,45	--
13	3,00	200,00	12000	-2079	4556	--	0,91	--	--	4,56	--
14	3,25	200,00	13000	-2584	4812	--	1,04	--	--	4,68	--
15	3,50	200,00	14000	-3160	5055	--	1,17	--	--	4,80	--
16	3,75	200,00	15000	-3811	5284	--	1,32	--	--	4,92	--
17	4,00	200,00	16000	-4540	5499	--	1,48	--	--	5,04	--

18	4,25	200,00	17000	-5352	5700	--	1,65	--	--	5,17	--
19	4,50	200,00	18000	-6250	5886	--	1,84	--	--	5,30	--
20	4,75	200,00	19000	-7236	6060	--	2,05	--	--	5,43	--

**COMBINAZIONE n° 10**

Valore della spinta statica	324,32	[kg]									
Componente orizzontale della spinta statica	320,99	[kg]									
Componente verticale della spinta statica	-46,40	[kg]									
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,44	[m]						Y = -0,88		[m]	
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,34	[°]									
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,13	[°]									
Incremento sismico della spinta	19,81	[kg]									
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,44	[m]						Y = -0,88		[m]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,82	[°]									
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]									
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]						Y = 0,00		[m]	
Inerzia del muro	263,98	[kg]									
Inerzia verticale del muro	-131,99	[kg]									
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]									
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]									

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	604,57	[kg]									
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	19818,78	[kg]									
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	19818,78	[kg]									
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	604,57	[kg]									
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]									
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]									
Risultante in fondazione	19828,00	[kg]									
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	1,75	[°]									
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6606,26	[kgm]									
Carico ultimo della fondazione	105727,20	[kg]									

**Tensioni sul terreno**

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]									
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]									
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,9819	[kg/cm <sup>2</sup> ]									

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 27.86$	$N_q = 16.44$	$N_\gamma = 13.24$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,96$	$i_q = 0,96$	$i_\gamma = 0,88$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.79$	$N'_q = 15.81$	$N'_\gamma = 11.69$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	13.16
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.33

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 10**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm <sup>2</sup> ]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,25	200,00	1000	-14	418	--	0,05	--	--	4,14	--
3	0,50	200,00	2000	-60	825	--	0,11	--	--	4,20	--
4	0,75	200,00	3000	-132	1296	--	0,17	--	--	4,01	--
5	1,00	200,00	4000	-208	1856	--	0,23	--	--	3,73	--
6	1,25	200,00	5000	-282	2337	--	0,29	--	--	3,71	--
7	1,50	200,00	6000	-391	2688	--	0,36	--	--	3,87	--
8	1,75	200,00	7000	-548	3024	--	0,43	--	--	4,01	--
9	2,00	200,00	8000	-757	3346	--	0,51	--	--	4,14	--
10	2,25	200,00	9000	-1021	3654	--	0,60	--	--	4,27	--
11	2,50	200,00	10000	-1344	3948	--	0,70	--	--	4,39	--
12	2,75	200,00	11000	-1729	4229	--	0,81	--	--	4,51	--
13	3,00	200,00	12000	-2180	4496	--	0,93	--	--	4,62	--
14	3,25	200,00	13000	-2700	4749	--	1,05	--	--	4,74	--
15	3,50	200,00	14000	-3292	4989	--	1,19	--	--	4,86	--
16	3,75	200,00	15000	-3960	5215	--	1,34	--	--	4,98	--
17	4,00	200,00	16000	-4707	5427	--	1,51	--	--	5,11	--
18	4,25	200,00	17000	-5537	5626	--	1,68	--	--	5,23	--
19	4,50	200,00	18000	-6453	5810	--	1,87	--	--	5,37	--
20	4,75	200,00	19000	-7459	5981	--	2,09	--	--	5,50	--

**COMBINAZIONE n° 11**

Valore della spinta statica	2261,71	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2217,39	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	-445,52	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -1,31	[m]	Y = -2,61	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15,20	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]		
Incremento sismico della spinta	411,54	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -1,31	[m]	Y = -2,61	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41,57	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	263,98	[kg]		
Inerzia verticale del muro	131,99	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
<b>Risultanti</b>				
Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2884,85	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	19605,40	[kg]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	19605,40	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2884,85	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]		
Risultante in fondazione	19816,51	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,37	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6535,13	[kgm]		
Carico ultimo della fondazione	40695,42	[kg]		
<b>Tensioni sul terreno</b>				
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]		
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cm <sup>2</sup> ]		
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,9605	[kg/cm <sup>2</sup> ]		

**Fattori per il calcolo della capacità portante**

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.21$	$N_q = 9.52$	$N_\gamma = 5.63$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,82$	$i_q = 0,82$	$i_\gamma = 0,42$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.80$	$N'_q = 7.83$	$N'_\gamma = 2.38$

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a scorrimento

2.18

Coefficiente di sicurezza a carico ultimo

2.08

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 11

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,25	200,00	1000	-12	456	--	0,05	--	--	3,80	--
3	0,50	200,00	2000	-32	1004	--	0,10	--	--	3,45	--
4	0,75	200,00	3000	-43	1598	--	0,16	--	--	3,25	--
5	1,00	200,00	4000	-35	2215	--	0,21	--	--	3,13	--
6	1,25	200,00	5000	-17	2676	--	0,25	--	--	3,24	--
7	1,50	200,00	6000	-55	2915	--	0,31	--	--	3,57	--
8	1,75	200,00	7000	-169	3141	--	0,38	--	--	3,86	--
9	2,00	200,00	8000	-362	3357	--	0,45	--	--	4,13	--
10	2,25	200,00	9000	-636	3565	--	0,55	--	--	4,37	--
11	2,50	200,00	10000	-994	3764	--	0,65	--	--	4,60	--
12	2,75	200,00	11000	-1436	3954	--	0,77	--	--	4,82	--
13	3,00	200,00	12000	-1967	4134	--	0,90	--	--	5,03	--
14	3,25	200,00	13000	-2587	4306	--	1,04	--	--	5,23	--
15	3,50	200,00	14000	-3300	4468	--	1,19	--	--	5,43	--
16	3,75	200,00	15000	-4107	4622	--	1,37	--	--	5,62	--
17	4,00	200,00	16000	-5010	4784	--	1,55	--	--	5,79	--
18	4,25	200,00	17000	-5989	5093	--	1,75	--	--	5,78	--
19	4,50	200,00	18000	-6994	5600	--	1,96	--	--	5,57	--
20	4,75	200,00	19000	-8005	6109	--	2,19	--	--	5,39	--

COMBINAZIONE n° 12

Valore della spinta statica	2261,71	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2217,39	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	-445,52	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -1,31	[m]	Y = -2,61	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15,20	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]		
Incremento sismico della spinta	317,89	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -1,31	[m]	Y = -2,61	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41,57	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	263,98	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-131,99	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2793,03	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	19359,87	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	19359,87	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2793,03	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	19560,31	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6453,29	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	40974,58	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	1,9360	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 19.21$	$N_q = 9.52$	$N_\gamma = 5.63$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,83$	$i_q = 0,83$	$i_\gamma = 0,43$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 15.87$	$N'_q = 7.86$	$N'_\gamma = 2.43$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.23
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	2.12

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 12

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,25	200,00	1000	-13	450	--	0,05	--	--	3,85	--
3	0,50	200,00	2000	-35	989	--	0,11	--	--	3,50	--
4	0,75	200,00	3000	-51	1572	--	0,16	--	--	3,31	--
5	1,00	200,00	4000	-52	2176	--	0,21	--	--	3,18	--
6	1,25	200,00	5000	-45	2631	--	0,26	--	--	3,29	--
7	1,50	200,00	6000	-94	2869	--	0,31	--	--	3,62	--
8	1,75	200,00	7000	-220	3095	--	0,38	--	--	3,92	--
9	2,00	200,00	8000	-424	3312	--	0,46	--	--	4,18	--
10	2,25	200,00	9000	-709	3520	--	0,56	--	--	4,43	--
11	2,50	200,00	10000	-1077	3719	--	0,66	--	--	4,66	--
12	2,75	200,00	11000	-1531	3909	--	0,78	--	--	4,87	--
13	3,00	200,00	12000	-2073	4090	--	0,91	--	--	5,08	--
14	3,25	200,00	13000	-2705	4261	--	1,06	--	--	5,28	--
15	3,50	200,00	14000	-3428	4424	--	1,21	--	--	5,48	--
16	3,75	200,00	15000	-4247	4578	--	1,39	--	--	5,68	--
17	4,00	200,00	16000	-5160	4740	--	1,57	--	--	5,85	--
18	4,25	200,00	17000	-6151	5042	--	1,78	--	--	5,84	--
19	4,50	200,00	18000	-7171	5537	--	1,99	--	--	5,63	--
20	4,75	200,00	19000	-8199	6032	--	2,23	--	--	5,46	--

COMBINAZIONE n° 13

Valore della spinta statica	2261,71	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2217,39	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	-445,52	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -1,31	[m]	Y = -2,61	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15,20	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]		
Incremento sismico della spinta	411,54	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -1,31	[m]	Y = -2,61	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41,57	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	263,98	[kg]		
Inerzia verticale del muro	131,99	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2884,85	[kg]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	19605,40	[kg]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	8593,34	[kgm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	45291,43	[kgm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	19605,40	[kg]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2884,85	[kg]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]		
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]		
Risultante in fondazione	19816,51	[kg]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,37	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6535,13	[kgm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.27
--	------

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 13

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,25	200,00	--	--	--	1,20	--	990	21	--	46,10
3	0,50	200,00	--	--	--	1,61	--	2061	103	--	19,99
4	0,75	200,00	--	--	--	1,42	--	3232	265	--	12,18
5	1,00	200,00	--	--	--	0,89	--	4513	518	--	8,71
6	1,25	200,00	--	--	--	0,35	--	6006	857	--	7,01
7	1,50	200,00	--	--	--	0,92	--	7739	1218	--	6,36
8	1,75	200,00	--	--	--	2,42	--	9607	1581	--	6,08
9	2,00	200,00	--	--	--	4,53	--	11610	1949	--	5,96
10	2,25	200,00	--	--	--	7,07	--	13747	2319	--	5,93
11	2,50	200,00	--	--	--	9,94	--	16018	2693	--	5,95
12	2,75	200,00	--	--	--	13,06	--	18423	3070	--	6,00
13	3,00	200,00	--	--	--	16,39	--	20962	3450	--	6,08
14	3,25	200,00	--	--	--	19,90	--	23635	3834	--	6,16
15	3,50	200,00	--	--	--	23,57	--	26442	4221	--	6,26
16	3,75	200,00	--	--	--	27,38	--	29384	4611	--	6,37
17	4,00	200,00	--	--	--	31,31	--	32445	5006	--	6,48
18	4,25	200,00	--	--	--	35,23	--	35514	5427	--	6,54
19	4,50	200,00	--	--	--	38,86	--	38544	5927	--	6,50
20	4,75	200,00	--	--	--	42,13	--	41691	6528	--	6,39

COMBINAZIONE n° 14

Valore della spinta statica	2261,71	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	2217,39	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	-445,52	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -1,31	[m]	Y = -2,61	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15,20	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41,57	[°]		
Incremento sismico della spinta	317,89	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -1,31	[m]	Y = -2,61	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41,57	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	263,98	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-131,99	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

**Risultanti**

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2793,03	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	19359,87	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	8612,37	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	44994,49	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	19359,87	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2793,03	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	19560,31	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,21	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6453,29	[kgm]

**COEFFICIENTI DI SICUREZZA**

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	5.22
--	------

**Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni****Combinazione n° 14**

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro  
Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	--	--	--	0,00	--	0	0	--	0,00
2	0,25	200,00	--	--	--	1,27	--	992	21	--	47,75
3	0,50	200,00	--	--	--	1,77	--	2068	100	--	20,73
4	0,75	200,00	--	--	--	1,70	--	3245	257	--	12,64
5	1,00	200,00	--	--	--	1,30	--	4532	501	--	9,04
6	1,25	200,00	--	--	--	0,89	--	6029	829	--	7,27
7	1,50	200,00	--	--	--	1,57	--	7762	1178	--	6,59
8	1,75	200,00	--	--	--	3,14	--	9631	1530	--	6,30
9	2,00	200,00	--	--	--	5,30	--	11634	1885	--	6,17
10	2,25	200,00	--	--	--	7,88	--	13771	2244	--	6,14
11	2,50	200,00	--	--	--	10,77	--	16042	2606	--	6,16
12	2,75	200,00	--	--	--	13,92	--	18447	2971	--	6,21
13	3,00	200,00	--	--	--	17,27	--	20986	3339	--	6,28
14	3,25	200,00	--	--	--	20,80	--	23659	3711	--	6,38
15	3,50	200,00	--	--	--	24,49	--	26466	4086	--	6,48
16	3,75	200,00	--	--	--	28,31	--	29408	4465	--	6,59
17	4,00	200,00	--	--	--	32,25	--	32469	4848	--	6,70
18	4,25	200,00	--	--	--	36,18	--	35544	5256	--	6,76
19	4,50	200,00	--	--	--	39,84	--	38584	5741	--	6,72
20	4,75	200,00	--	--	--	43,15	--	41743	6323	--	6,60



## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 15

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 [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,39 Y[m]= 2,64

Raggio del cerchio R[m]= 7,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,51

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,35

Coefficiente di sicurezza C= 1.26

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1098,86	79.72	1081,22	1,98	22.18	0,02	0,00
2	2011,47	68.73	1874,51	0,97	22.68	0,06	0,00
3	2586,68	62.30	2290,14	0,76	23.91	0,16	0,00
4	3051,12	57.06	2560,68	0,65	23.91	0,16	0,00
5	3433,02	52.50	2723,44	0,58	23.91	0,16	0,00
6	3658,15	48.37	2734,19	0,53	23.91	0,16	0,00
7	3672,08	44.55	2576,23	0,50	23.91	0,16	0,00
8	3648,11	40.98	2392,23	0,47	23.91	0,16	0,00
9	3594,64	37.58	2192,48	0,45	23.91	0,16	0,00
10	3515,74	34.34	1983,31	0,43	23.91	0,16	0,00
11	3414,39	31.22	1769,76	0,41	23.91	0,16	0,00
12	3292,85	28.20	1555,97	0,40	23.91	0,16	0,00
13	3227,07	25.26	1377,12	0,39	23.91	0,16	0,00
14	3307,93	22.39	1260,16	0,38	23.91	0,16	0,00
15	3380,03	19.58	1132,87	0,37	23.91	0,16	0,00
16	3438,57	16.82	995,06	0,37	23.91	0,16	0,00
17	3484,45	14.10	848,80	0,36	23.91	0,16	0,00
18	3515,01	11.41	695,32	0,36	23.91	0,16	0,00
19	3237,44	8.74	492,20	0,36	23.91	0,16	0,00
20	2752,05	6.10	292,41	0,36	23.91	0,16	0,00
21	2274,37	3.47	137,54	0,35	23.91	0,16	0,00
22	1785,49	0.84	26,23	0,35	23.91	0,16	0,00
23	1284,02	-1.78	-39,92	0,35	23.91	0,16	0,00
24	769,96	-4.41	-59,18	0,35	23.91	0,16	0,00
25	243,56	-7.04	-29,87	0,36	23.91	0,16	0,00

 $\Sigma W_i = 69677,07$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 32862,89$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 25168,68$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 16929,02$  [kg]

## Stabilità globale muro + terreno

## Combinazione n° 16

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 [kg]
$\alpha$	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
$\phi$	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]

## Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

## Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -3,39 Y[m]= 2,64

Raggio del cerchio R[m]= 7,72

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -4,51

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,32

Larghezza della striscia dx[m]= 0,35

Coefficiente di sicurezza C= 1.27

Le strisce sono numerate da monte verso valle

## Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha$ (°)	Wsin $\alpha$	b/cos $\alpha$	$\phi$	c	u
1	1098,86	79.72	1081,22	1,98	22.18	0,02	0,00
2	2011,47	68.73	1874,51	0,97	22.68	0,06	0,00
3	2586,68	62.30	2290,14	0,76	23.91	0,16	0,00
4	3051,12	57.06	2560,68	0,65	23.91	0,16	0,00
5	3433,02	52.50	2723,44	0,58	23.91	0,16	0,00
6	3658,15	48.37	2734,19	0,53	23.91	0,16	0,00
7	3672,08	44.55	2576,23	0,50	23.91	0,16	0,00
8	3648,11	40.98	2392,23	0,47	23.91	0,16	0,00
9	3594,64	37.58	2192,48	0,45	23.91	0,16	0,00
10	3515,74	34.34	1983,31	0,43	23.91	0,16	0,00
11	3414,39	31.22	1769,76	0,41	23.91	0,16	0,00
12	3292,85	28.20	1555,97	0,40	23.91	0,16	0,00
13	3227,07	25.26	1377,12	0,39	23.91	0,16	0,00
14	3307,93	22.39	1260,16	0,38	23.91	0,16	0,00
15	3380,03	19.58	1132,87	0,37	23.91	0,16	0,00
16	3438,57	16.82	995,06	0,37	23.91	0,16	0,00
17	3484,45	14.10	848,80	0,36	23.91	0,16	0,00
18	3515,01	11.41	695,32	0,36	23.91	0,16	0,00
19	3237,44	8.74	492,20	0,36	23.91	0,16	0,00
20	2752,05	6.10	292,41	0,36	23.91	0,16	0,00
21	2274,37	3.47	137,54	0,35	23.91	0,16	0,00
22	1785,49	0.84	26,23	0,35	23.91	0,16	0,00
23	1284,02	-1.78	-39,92	0,35	23.91	0,16	0,00
24	769,96	-4.41	-59,18	0,35	23.91	0,16	0,00
25	243,56	-7.04	-29,87	0,36	23.91	0,16	0,00

 $\Sigma W_i = 69677,07$  [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 32862,89$  [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 25168,68$  [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 16929,02$  [kg]

## COMBINAZIONE n° 17

## Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	324,32	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	320,99	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	-46,40	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = -0,44	[m]	Y = -0,88	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18,34	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	48,13	[°]		
Incremento sismico della spinta	26,44	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = -0,44	[m]	Y = -0,88	[m]

Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	47,75	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	0,00	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,00	[m]	Y = 0,00	[m]
Inerzia del muro	263,98	[kg]		
Inerzia verticale del muro	131,99	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0,00	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	611,13	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	20081,81	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	20081,81	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	611,13	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	-0,33	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	20091,11	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	1,74	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-6693,94	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	105744,46	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,0000	[kg/cmq]
Tensione terreno allo spigolo di monte	2,0082	[kg/cmq]

Fattori per il calcolo della capacità portante

<b>Coeff. capacità portante</b>	$N_c = 27.86$	$N_q = 16.44$	$N_\gamma = 13.24$
<b>Fattori forma</b>	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
<b>Fattori inclinazione</b>	$i_c = 0,96$	$i_q = 0,96$	$i_\gamma = 0,88$
<b>Fattori profondità</b>	$d_c = 1,00$	$d_q = 1,00$	$d_\gamma = 1,00$
I coefficienti $N'$ tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 26.79$	$N'_q = 15.81$	$N'_\gamma = 11.69$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	13.17
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	5.27

## Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 17

L'ordinata Y (espressa in [m]) è considerata positiva verso il basso con origine in testa al muro

Le verifiche sono effettuate assumendo una base della sezione B=100 cm

H	altezza della sezione espressa in [cm]
N	sforzo normale [kg]
M	momento flettente [kgm]
T	taglio [kg]
e	eccentricità dello sforzo rispetto al baricentro [cm]
$\sigma_p$	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cmq]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Nr.	Y	H	N	M	T	e	$\sigma_p$	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,00	200,00	0	0	0	--	0,00	--	--	0,00	--
2	0,25	200,00	1000	-14	423	--	0,05	--	--	4,09	--
3	0,50	200,00	2000	-58	836	--	0,11	--	--	4,14	--
4	0,75	200,00	3000	-126	1313	--	0,17	--	--	3,96	--
5	1,00	200,00	4000	-197	1881	--	0,23	--	--	3,68	--
6	1,25	200,00	5000	-263	2369	--	0,29	--	--	3,66	--
7	1,50	200,00	6000	-363	2725	--	0,35	--	--	3,81	--
8	1,75	200,00	7000	-511	3065	--	0,43	--	--	3,96	--
9	2,00	200,00	8000	-709	3391	--	0,51	--	--	4,09	--
10	2,25	200,00	9000	-961	3703	--	0,59	--	--	4,21	--
11	2,50	200,00	10000	-1272	4001	--	0,69	--	--	4,33	--
12	2,75	200,00	11000	-1643	4286	--	0,80	--	--	4,45	--
13	3,00	200,00	12000	-2079	4556	--	0,91	--	--	4,56	--
14	3,25	200,00	13000	-2584	4812	--	1,04	--	--	4,68	--
15	3,50	200,00	14000	-3160	5055	--	1,17	--	--	4,80	--
16	3,75	200,00	15000	-3811	5284	--	1,32	--	--	4,92	--

---

17	4,00	200,00	16000	-4540	5499	--	1,48	--	--	5,04	--
18	4,25	200,00	17000	-5352	5700	--	1,65	--	--	5,17	--
19	4,50	200,00	18000	-6250	5886	--	1,84	--	--	5,30	--
20	4,75	200,00	19000	-7236	6060	--	2,05	--	--	5,43	--