



PROVINCIA DI MATERA

Area Tecnica

Progetto per la ricostruzione di un ponte al
km 2+500 della S.P. 5 (ex SS 176)

PROGETTO ESECUTIVO



ELABORATO:

O

SCALA:

DATA:

Luglio 2021

Nome dell'elaborato:

VERIFICA GABBIONI



PROGETTO REDATTO DA: Area Tecnica della Provincia di Matera

Il progettista e RUP
Ing. Michele PONTILLO

VERIFICA GABBIONATE

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)

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 γ . 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 ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β 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, θ 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 θ .

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 η_r .

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

Deve quindi essere verificata la seguente disequaglianza

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

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 δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ 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 η_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 δ_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, δ_f , diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_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 η_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;
ϕ	angolo di attrito del terreno in fondazione;
γ	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 θ l'angolo che la risultante dei carichi forma con la verticale (espresso in gradi) e con ϕ l'angolo d'attrito del terreno di posa abbiamo:

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

$$i_r = (1 - \frac{\theta^\circ}{\phi^\circ})^2 \quad \text{per } \phi > 0$$

$$i_r = 0 \quad \text{per } \phi = 0$$

Verifica alla stabilità globale

La verifica alla stabilità globale del complesso muro+terreno deve fornire un coefficiente di sicurezza non inferiore a η_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:

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

dove n è il numero delle strisce considerate, b_i e α_i sono la larghezza e l'inclinazione della base della striscia i_{esima} rispetto all'orizzontale, W_i è il peso della striscia i_{esima} e c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia.

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

Quindi, assunto un cerchio di tentativo lo si suddivide in n strisce e dalla formula precedente si ricava η . 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. 2018

Simbologia adottata

γ_{Gsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
γ_{Gfav}	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
γ_{Qsfav}	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
γ_{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
γ_{cu}	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
γ_{qu}	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
γ_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:

Carichi	Effetto		A1	A2	EQU	HYD
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,30	1,00	1,30	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1,50	1,30	1,50	1,50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		M1	M2	M2	M1
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	γ_{cu}	1,00	1,40	1,40	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,60	1,60	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_r	1,00	1,00	1,00	1,00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismicheCoefficienti 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	γ_{Gfav}	1,00	1,00	1,00	0,90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1,00	1,00	1,00	1,10
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0,00	0,00	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	γ_{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	1,00	1,00	1,00
Coesione efficace	γ_c	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza non drenata	γ_{cu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1,00	1,00	1,00	1,00
Peso dell'unità di volume	γ_γ	1,00	1,00	1,00	1,00

FONDAZIONE SUPERFICIALE**Coefficienti parziali γ_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	

GABBIONATA A DUE FILE (h=2,00 m)

Geometria

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	0,70	0,00	0,00

Altezza del paramento 1,70 [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	2,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Pietrame

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	30,0 [kg/cm ²]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	0,0 [kg/cm ²]

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	1,00	0,30	16,70
2	11,00	0,30	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,20	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Argilla (base)	2060	2130	22.00	14.67	0,200	0,100
riempimento rilevato	1800	1800	30.00	20.00	0,000	0,000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
α	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	α	Kw	Ks	Terreno
1	1,00	5,00	1,82	0,00	riempimento rilevat
2	2,00	0,00	2,27	0,00	Argilla (base)

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	$X_i=2,00$	$X_f=10,00$	$Q_i=3000,00$	$Q_f=3000,00$
---	---------	------------	-------------	---------------	---------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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 EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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-STAB)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
<u>Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 11 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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-STAB) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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 A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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 - Rara (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
<u>Combinazione n° 15 - Frequente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	0.75	0.75
<u>Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 17 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
<u>Combinazione n° 18 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo</u>				
	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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
--------------	------	------	------	------

Combinazione n° 19 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	0.75	0.75

Combinazione n° 20 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	0.75	0.75

Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Combinazione n° 22 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_y 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

C	Identificativo della combinazione
Tipo	Tipo combinazione
Sisma	Combinazione sismica
CS_{SCO}	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
CS_{RIB}	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
CS_{QLIM}	Coeff. di sicurezza a carico limite
CS_{STAB}	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{QLIM}	CS_{STAB}
1	A1-M1 - [1]	--	17,54	--	13,30	--
2	EQU - [1]	--	--	12,12	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	3,42
4	A1-M1 - [2]	--	6,97	--	11,96	--
5	EQU - [2]	--	--	11,55	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1,99
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	3,49	--	9,46	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	3,32	--	10,17	--
9	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4,31	--	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,97	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	3,17
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	3,35
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	3,49	--	9,46	--
14	SLER - [2]	--	31,89	--	13,49	--
15	SLEF - [2]	--	34,13	--	13,53	--
16	SLEQ - [2]	--	34,13	--	13,53	--
17	SLER - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	4,04	--	10,15	--
18	SLER - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	4,19	--	11,08	--
19	SLEF - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	4,53	--	10,63	--
20	SLEF - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	4,61	--	11,52	--
21	SLEQ - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	4,88	--	10,94	--
22	SLEQ - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	4,73	--	11,64	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)
 Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte
 Ordinate Y (esprese 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	40.401826
Longitudine	16.533144
Comune	
Provincia	
Regione	

Punti di interpolazione del reticolo	35011 - 35012 - 34790 - 34789
--------------------------------------	-------------------------------

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	75 anni
Categoria sottosuolo	C
Categoria topografica	T1

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	2.60 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.28
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 12.91$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 6.45$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	1.22 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.77$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.38$

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

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

Peso muro	6139,68 [kg]
Baricentro del muro	X=-0,49 Y=-1,19

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,50 Y = -2,07
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,50 Y = 0,15
Altezza della superficie di spinta	2,22 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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

ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
C_{tn}, C_{tt}	contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0,00 Y[m]= 1,73

Raggio del cerchio R[m]= 4,02

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2,41

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3,76

Larghezza della striscia dx[m]= 0,25

Coefficiente di sicurezza C= 1.99

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W \sin \alpha$	$b / \cos \alpha$	ϕ	c	u	C _{tn}	C _{tt}
1	1077,14	64.55	972,58	0,57	24.79	0,00	0,00	---	---
2	1279,02	57.75	1081,76	0,46	24.79	0,00	0,00	---	---
3	1438,78	51.62	1127,86	0,40	20.40	0,10	0,00	---	---
4	1580,76	46.24	1141,68	0,36	17.91	0,16	0,00	---	---
5	1699,99	41.35	1123,10	0,33	17.91	0,16	0,00	---	---
6	1800,67	36.81	1078,80	0,31	17.91	0,16	0,00	---	---
7	1886,15	32.52	1014,00	0,29	17.91	0,16	0,00	---	---
8	1130,27	28.43	538,13	0,28	17.91	0,16	0,00	---	---
9	1057,70	24.50	438,56	0,27	17.91	0,16	0,00	---	---
10	1108,54	20.68	391,49	0,26	17.91	0,16	0,00	---	---
11	1149,93	16.96	335,43	0,26	17.91	0,16	0,00	---	---
12	1171,78	13.31	269,79	0,25	17.91	0,16	0,00	---	---
13	1163,70	9.72	196,41	0,25	17.91	0,16	0,00	---	---
14	1158,97	6.16	124,38	0,25	17.91	0,16	0,00	---	---
15	1136,85	2.63	52,15	0,25	17.91	0,16	0,00	---	---
16	1123,54	-0.89	-17,51	0,25	17.91	0,16	0,00	---	---
17	1119,99	-4.42	-86,28	0,25	17.91	0,16	0,00	---	---
18	1106,83	-7.96	-153,29	0,25	17.91	0,16	0,00	---	---
19	1086,19	-11.53	-217,18	0,25	17.91	0,16	0,00	---	---
20	714,63	-15.15	-186,81	0,26	17.91	0,16	0,00	---	---
21	530,19	-18.84	-171,18	0,26	17.91	0,16	0,00	---	---
22	320,90	-22.60	-123,34	0,27	17.91	0,16	0,00	---	---
23	186,67	-26.48	-83,22	0,28	17.91	0,16	0,00	---	---
24	118,56	-30.48	-60,14	0,29	17.91	0,16	0,00	---	---
25	38,31	-34.67	-21,79	0,30	17.91	0,16	0,00	---	---

 $\Sigma W_i = 26186,08$ [kg] $\Sigma W_i \sin \alpha_i = 8765,35$ [kg] $\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 7409,51$ [kg] $\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 10002,91$ [kg]

COMBINAZIONE n° 7

Valore della spinta statica	390,84	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	367,27	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	133,68	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,50	[m]	Y = -0,58	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,71	[°]		
Incremento sismico della spinta	153,02	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,50	[m]	Y = -0,58	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	53,96	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	970,34	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,26	[m]	Y = -0,46	[m]
Inerzia del muro	792,50	[kg]		
Inerzia verticale del muro	396,25	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,25	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	62,63	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale

1428,81 [kg]

Risultante dei carichi applicati in dir. verticale

7754,91 [kg]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	7800,05	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1157,30	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,08	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	7885,44	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	8,44	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	598,45	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	73814,16	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,4794	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,3001	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 16,88$	$N_q = 7,82$	$N_\gamma = 4,07$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,82$	$i_q = 0,82$	$i_\gamma = 0,38$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14,89$	$N'_q = 6,66$	$N'_\gamma = 1,60$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3,49
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	9,46

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]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
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	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,17	100,00	333	5	62	--	0,04	--	--	5,40	--
2	0,58	100,00	1167	80	324	--	0,16	--	--	3,61	--
3	1,00	100,00	2000	295	732	--	0,38	--	--	2,73	--
4	1,34	200,00	4339	-75	1039	--	0,23	--	--	4,18	--

COMBINAZIONE n° 8

Valore della spinta statica	390,84	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	367,27	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	133,68	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,50	[m]	Y = -0,58	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,71	[°]		
Incremento sismico della spinta	105,43	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,50	[m]	Y = -0,58	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	54,21	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	970,34	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,26	[m]	Y = -0,46	[m]
Inerzia del muro	792,50	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-396,25	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	125,25	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-62,63	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1384,09	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6820,88	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6865,03	[kg]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1145,20	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,09	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6959,90	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	9,47	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	650,19	[kgm]
Carico ultimo della fondazione	69833,31	[kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	0,4405	[kg/cm ²]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0,2456	[kg/cm ²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 16.88$	$N_q = 7.82$	$N_\gamma = 4.07$
Fattori forma	$s_c = 1,00$	$s_q = 1,00$	$s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0,80$	$i_q = 0,80$	$i_\gamma = 0,32$
Fattori profondità	$d_c = 1,07$	$d_q = 1,04$	$d_\gamma = 1,04$
I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.			
	$N'_c = 14.52$	$N'_q = 6.49$	$N'_\gamma = 1.37$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	3.32
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	10.17

Sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

Combinazione n° 8

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]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
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	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,17	100,00	333	5	59	--	0,04	--	--	5,68	--
2	0,58	100,00	1167	75	304	--	0,16	--	--	3,84	--
3	1,00	100,00	2000	277	684	--	0,37	--	--	2,92	--
4	1,34	200,00	4339	-111	986	--	0,23	--	--	4,40	--

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	390,84	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	367,27	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	133,68	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,50	[m]	Y = -0,58	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	20,00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,71	[°]		
Incremento sismico della spinta	180,73	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,50	[m]	Y = -0,58	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	52,15	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	970,34	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,26	[m]	Y = -0,46	[m]
Inerzia del muro	1188,75	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-594,38	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	187,88	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-93,94	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	1913,73	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	6617,20	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	2784,74	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	8281,18	[kgm]

Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	6679,96	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	1681,62	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,18	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	6888,37	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	14,13	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	1187,59	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.97
--	------

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]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
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	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,17	100,00	--	--	--	2,01	--	170	7	--	25,35
2	0,58	100,00	--	--	--	8,93	--	624	104	--	5,99
3	1,00	100,00	--	--	--	18,43	--	1118	369	--	3,03
4	1,34	200,00	--	--	--	1,55	--	5310	801	--	6,63

Involuppo sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

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]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
Ms	momento stabilizzante [kgm]
Mr	momento ribaltante [kgm]
Cs	coeff. di sicurezza allo scorrimento
Cr	coeff. di sicurezza al ribaltamento

Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,17	100,00	333	333	1	5	12	62
2	0,58	100,00	1167	1167	28	80	143	324
3	1,00	100,00	2000	2000	140	295	420	732
4	1,34	200,00	4339	4630	-568	-75	567	1039
5	1,77	200,00	6050	6341	-326	417	567	1260

Involuppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,17	100,00	2,10	0,04	171	7	5,40	24,24
2	0,58	100,00	9,46	0,16	636	110	3,61	5,65
3	1,00	100,00	19,68	0,38	1153	394	2,73	2,84
4	1,34	200,00	12,27	0,32	5893	850	4,18	6,25

GABBIONATA A TRE FILE (h=3,00 m)

Geometria

Descrizione dei gradoni

Simbologia adottata

Nr.	numero d'ordine del gradone (a partire dall'alto)
Bs	base superiore del gradone espressa in [m]
Bi	base inferiore del gradone espressa in [m]
Hg	altezza del gradone espressa in [m]
α_e	inclinazione esterna del gradone espressa in [°]
α_i	inclinazione interna del gradone espressa in [°]

Nr.	Bs	Bi	Hg	α_e	α_i
1	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00
2	2,00	2,00	1,70	0,00	0,00

Altezza del paramento 2,70 [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	2,00 [°]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore magrone	0,00 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

Pietrame

Peso specifico	2000,0 [kg/mc]
Tensione ammissibile a compressione σ_c	30,0 [kg/cm ²]
Angolo di attrito interno ϕ_p	45,00 [°]
Resistenza a taglio τ_p	0,0 [kg/cm ²]

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	1,00	0,30	16,70
2	11,00	0,30	0,00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0,00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	0,20	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

Nr.	Indice del terreno
Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kg/cm ²]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kg/cm ²]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Argilla (base)	2060	2130	22.00	14.67	0,200	0,100
riempimento rilevat	1800	1800	30.00	20.00	0,000	0,000

Stratigrafia

Simbologia adottata

N	Indice dello strato
H	Spessore dello strato espresso in [m]
a	Inclinazione espressa in [°]
Kw	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm
Ks	Coefficiente di spinta
Terreno	Terreno dello strato

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	1,00	5,00	1,82	0,00	riempimento rilevat
2	5,00	0,00	2,27	0,00	Argilla (base)

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 =2,00	X _f =10,00	Q _i =3000,00	Q _f =3000,00
---	---------	----------------------	-----------------------	-------------------------	-------------------------

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

F/S	Effetto dell'azione (FAV: Favorevole, SFAV: Sfavorevole)
γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
ψ	Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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 EQU (SLU)

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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-STAB)

	S/F	γ	ψ	γ * ψ
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 A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Combinazione n° 10 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

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

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Combinazione n° 14 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Combinazione n° 15 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	0,75	0,75

Combinazione n° 16 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Combinazione n° 17 - Rara (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Combinazione n° 18 - Rara (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Combinazione n° 19 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	0,75	0,75

Combinazione n° 20 - Frequente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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	0,75	0,75

Combinazione n° 21 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Combinazione n° 22 - Quasi Permanente (SLE) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	$\gamma * \Psi$
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

Impostazioni di analisi

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su N_y per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su N_y 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_{SCO}</i>	Coeff. di sicurezza allo scorrimento
<i>CS_{RIB}</i>	Coeff. di sicurezza al ribaltamento
<i>CS_{QLIM}</i>	Coeff. di sicurezza a carico limite
<i>CS_{STAB}</i>	Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{SCO}	CS_{RIB}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	10,23	--	8,44	--
2	EQU - [1]	--	--	9,93	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2,38
4	A1-M1 - [2]	--	2,26	--	5,76	--
5	EQU - [2]	--	--	5,99	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1,59
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2,81	--	4,96	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2,89	--	5,64	--
9	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2,38	--	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2,08	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2,35
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2,48
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2,81	--	4,96	--
14	SLER - [2]	--	7,32	--	8,26	--
15	SLEF - [2]	--	11,26	--	8,69	--
16	SLEQ - [2]	--	99,99	--	9,45	--
17	SLER - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	2,05	--	4,82	--
18	SLER - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	2,24	--	5,42	--
19	SLEF - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	2,44	--	5,20	--
20	SLEF - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	2,68	--	5,86	--
21	SLEQ - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	4,23	--	6,20	--
22	SLEQ - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	4,38	--	6,83	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :
 Origine in testa al muro (spigolo di monte)
 Ascisse X (esprese in [m]) positive verso monte
 Ordinate Y (esprese 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	40.401826
Longitudine	16.533144
Comune	
Provincia	
Regione	

Punti di interpolazione del reticolo	35011 - 35012 - 34790 - 34789
--------------------------------------	-------------------------------

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera ordinaria
Vita nominale	50 anni
Classe d'uso	III - Affollamenti significativi e industrie non pericolose
Vita di riferimento	75 anni
Categoria sottosuolo	C
Categoria topografica	T1

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	2.60 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.28
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.38
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 12.91$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 6.45$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	1.22 [m/s ²]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.50
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.47
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 8.77$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 4.38$

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

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

Peso muro	10139,68 [kg]
Baricentro del muro	X=-0,50 Y=-1,72

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0,50 Y = -3,07
Punto superiore superficie di spinta	X = 0,50 Y = 0,15
Altezza della superficie di spinta	3,22 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0,00 [°]

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 6

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]
α	angolo fra la base della striscia e l'orizzontale espresso in [°] (positivo antiorario)
ϕ	angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia
c	coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
b	larghezza della striscia espressa in [m]
u	pressione neutra lungo la base della striscia espressa in [kg/cmq]
Ctn, Ctt	contributo tiranti espresso in [kg]

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0,77 Y[m]= 2,05

Raggio del cerchio R[m]= 5,27

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3,45

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4,22

Larghezza della striscia dx[m]= 0,31

Coefficiente di sicurezza C= 1.59

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	Wsin α	b/cos α	ϕ	c	u	Ctn	Ctt
1	1386,14	65.94	1265,71	0,75	24.79	0,00	0,00	---	---
2	1721,93	59.22	1479,43	0,60	21.73	0,07	0,00	---	---
3	2006,06	53.18	1605,98	0,51	17.91	0,16	0,00	---	---
4	2240,76	47.92	1663,01	0,46	17.91	0,16	0,00	---	---
5	2436,82	43.14	1666,40	0,42	17.91	0,16	0,00	---	---
6	2603,26	38.72	1628,54	0,39	17.91	0,16	0,00	---	---
7	2745,63	34.56	1557,69	0,37	17.91	0,16	0,00	---	---
8	1938,41	30.60	986,87	0,36	17.91	0,16	0,00	---	---
9	1775,34	26.80	800,50	0,34	17.91	0,16	0,00	---	---
10	1863,56	23.12	731,82	0,33	17.91	0,16	0,00	---	---
11	1930,43	19.54	645,73	0,33	17.91	0,16	0,00	---	---
12	1945,67	16.04	537,60	0,32	17.91	0,16	0,00	---	---
13	1957,74	12.60	427,02	0,31	17.91	0,16	0,00	---	---
14	1944,87	9.20	311,04	0,31	17.91	0,16	0,00	---	---
15	1959,31	5.84	199,35	0,31	17.91	0,16	0,00	---	---
16	1972,71	2.50	85,93	0,31	17.91	0,16	0,00	---	---
17	1975,20	-0.84	-28,89	0,31	17.91	0,16	0,00	---	---
18	1359,38	-4.18	-98,98	0,31	17.91	0,16	0,00	---	---
19	1002,49	-7.53	-131,32	0,31	17.91	0,16	0,00	---	---
20	396,36	-10.91	-74,98	0,31	17.91	0,16	0,00	---	---
21	352,93	-14.32	-87,31	0,32	17.91	0,16	0,00	---	---
22	297,08	-17.79	-90,78	0,32	17.91	0,16	0,00	---	---
23	228,11	-21.33	-82,98	0,33	17.91	0,16	0,00	---	---
24	145,14	-24.96	-61,24	0,34	17.91	0,16	0,00	---	---
25	46,96	-28.70	-22,55	0,35	17.91	0,16	0,00	---	---

$\Sigma W_i = 38232,31$ [kg]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 14913,59$ [kg]

$\Sigma W_i \cos \alpha_i \tan \phi_i = 10601,06$ [kg]

$\Sigma c_i b_i / \cos \alpha_i = 13174,94$ [kg]

COMBINAZIONE n° 10

Valore della spinta statica	405,04	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	381,02	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	137,41	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,50	[m]	Y = -0,66	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19,83	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	57,52	[°]		
Incremento sismico della spinta	427,87	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,50	[m]	Y = -0,66	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	51,52	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	970,34	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,26	[m]	Y = -0,46	[m]
Inerzia del muro	1963,22	[kg]		
Inerzia verticale del muro	-981,61	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	187,88	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-93,94	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2934,62	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	10317,04	[kg]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	5978,44	[kgm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	12455,32	[kgm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	10413,17	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2572,77	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,38	[m]
Lunghezza fondazione reagente	1,87	[m]
Risultante in fondazione	10726,29	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	13,88	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	3942,63	[kgm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.08
--	------

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]
σ_p	tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm ²]
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	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,14	100,00	--	--	--	1,79	--	145	5	--	28,37
2	0,86	100,00	--	--	--	16,10	--	944	276	--	3,42
3	1,41	200,00	--	--	--	4,39	--	5558	935	--	5,94
4	2,09	200,00	--	--	--	17,95	--	8281	2049	--	4,04

COMBINAZIONE n° 17**Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole**

Valore della spinta statica	1129,14	[kg]		
Componente orizzontale della spinta statica	1082,54	[kg]		
Componente verticale della spinta statica	321,01	[kg]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0,50	[m]	Y = -1,97	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	16,52	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	50,27	[°]		

Incremento sismico della spinta	954,35	[kg]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0,50	[m]	Y = -1,97	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	46,96	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	970,34	[kg]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0,26	[m]	Y = -0,46	[m]
Inerzia del muro	889,01	[kg]		
Inerzia verticale del muro	444,50	[kg]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	85,08	[kg]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	42,54	[kg]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	2971,59	[kg]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	12189,40	[kg]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	12285,68	[kg]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	2544,38	[kg]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0,17	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2,00	[m]
Risultante in fondazione	12546,39	[kg]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	11,70	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	2104,44	[kgm]

Carico ultimo della fondazione 59177,40 [kg]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente 2,00 [m]
 Tensione terreno allo spigolo di valle 0,9292 [kg/cm²]
 Tensione terreno allo spigolo di monte 0,2986 [kg/cm²]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante $N_c = 16.88$ $N_q = 7.82$ $N_\gamma = 4.07$
Fattori forma $s_c = 1,00$ $s_q = 1,00$ $s_\gamma = 1,00$
Fattori inclinazione $i_c = 0,76$ $i_q = 0,76$ $i_\gamma = 0,22$
Fattori profondità $d_c = 1,07$ $d_q = 1,04$ $d_\gamma = 1,04$
 I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.
 $N'_c = 13.73$ $N'_q = 6.14$ $N'_\gamma = 0.92$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento 2.05
 Coefficiente di sicurezza a carico ultimo 4.82

Inviluppo sollecitazioni nel muro e verifica delle sezioni

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]
 σ_p tensione di compressione massima nel pietrame in [kg/cm²]
 Ms momento stabilizzante [kgm]
 Mr momento ribaltante [kgm]
 Cs coeff. di sicurezza allo scorrimento
 Cr coeff. di sicurezza al ribaltamento

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0,14	100,00	286	286	0	4	9	58
2	0,86	100,00	1714	1714	89	235	310	676
3	1,41	200,00	4604	4895	-546	82	525	1162
4	2,09	200,00	7327	7618	-189	992	525	1513
5	2,77	200,00	10050	10341	205	2142	706	2018

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	H	e	σ_p	Ms	Mr	Cs	Cr
1	0,14	100,00	2,13	0,03	146	6	4,91	23,83
2	0,86	100,00	20,47	0,31	970	351	2,54	2,69
3	1,41	200,00	11,15	0,33	6135	1170	3,96	4,75
4	2,09	200,00	23,97	0,52	9001	2489	4,84	3,33