



Provincia di Chieti Settore n.6

Pianificazione , Progettazione e manutenzione stradale - Concessioni - Espropri

LAVORI DI SISTEMAZIONE E ADEGUAMENTO DELLA
S.P.184 "FONDO VALLE TRESTE" - V° lotto funzionale
compreso tra il Km.11+751 e il Km.12+894

PROGETTO ESECUTIVO

IL PROGETTISTA
Ing. Valentino SANSIVIERO

I Collaboratori

Arch. Domenica NATALE

Ing. Silvia SANSIVIERO

Il R.U.P.
(Dott. Ing. Carlo CRISTINI)

RELAZIONE DI CALCOLO MURI DI CONTRORIPA IN C.A.

DATA

SCALA

ALL.

O

Aggiornamenti:

PARTE COMUNE A TUTTE LE TIPOLOGIE DI MURI

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

Istruzioni per l'applicazione delle Nuove 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, progetto delle armature e relative verifiche dei materiali

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 permanenti 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 lasciati inalterati i carichi.

Operando in tal modo si ottengono valori delle spinte (azioni) maggiorate e valori di resistenza ridotti e pertanto nelle verifiche globali è possibile fare riferimento a coefficienti di sicurezza unitari.

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

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

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 parete 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 .

Eseguito 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:

$$Q_u = c N_c d_{c_i} + q N_q d_{q_i} + 0.5 \gamma B N_\gamma d_{\gamma_i}$$

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:

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

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

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

Verifica alla stabilità globale

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

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

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

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

dove il termine m è espresso da

$$m = \left(1 + \frac{\operatorname{tg} \phi_i \operatorname{tg} \alpha_i}{\eta} \right) \cos \alpha_i$$

In questa espressione 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, c_i e ϕ_i sono le caratteristiche del terreno (coesione ed angolo di attrito) lungo la base della striscia ed u_i è la pressione neutra lungo la base della striscia.

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

Normativa N.T.C. 2008

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_{γ}	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>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	0.90	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.10	1.30	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}		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>EQU</i>	<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$		1.00	1.25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1.00	1.25
Resistenza non drenata	γ_{cu}		1.00	1.40
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}		1.00	1.60
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}		1.00	1.00

FONDAZIONE SUPERFICIALE

Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi STR e GEO

<i>Verifica</i>	<i>Coefficienti parziali</i>		
	<i>R1</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	

Coeff. di combinazione $\Psi_0 = 0.70$ $\Psi_1 = 0.50$ $\Psi_2 = 0.20$

Muro H 1.20 m

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	1.20 [m]
Spessore in sommità	0.25 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.35 [m]
Inclinazione paramento esterno	4.76 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0.40 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.40 [m]
Lunghezza totale fondazione	1.15 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.30 [m]
Spessore magrone	0.30 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione ammissibile σ_{fa}	449936 [kPa]
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

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	0.00	0.00
2	3.00	2.00	45.00
3	8.00	3.50	16.70
4	13.00	4.00	5.71

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

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

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	18.50	20.00	28.00	18.67	0.0	0.0
Terreno 2	19.00	20.50	30.00	20.00	15.0	15.0

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	0.00	0.00	0.00	Terreno 1
2	6.00	0.00	3.81	0.00	Terreno 2

Terreno di riempimento (drenante) Terreno 1

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 EQU

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.10	1.00	1.10
Spinta terreno	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 3 STAB

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 EQU - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Quasi Permanente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Rara)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite***Impostazioni verifiche SLU***Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.10

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

 $w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ ***Impostazioni avanzate***

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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
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]	--	2.75	--	11.75	--
2	EQU - [1]	--	--	1.60	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2.84
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	2.19	--	8.65	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	2.23	--	8.94	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.20	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.21	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	2.56
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	2.62
10	SLEQ - [1]	--	3.54	--	15.60	--
11	SLEF - [1]	--	3.54	--	15.60	--
12	SLER - [1]	--	3.54	--	15.60	--
13	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2.97	--	12.85	--
14	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	3.01	--	13.07	--
15	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2.97	--	12.85	--
16	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	3.01	--	13.07	--
17	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	2.97	--	12.85	--
18	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	3.01	--	13.07	--

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0.40	Y = -1.50
Punto superiore superficie di spinta	X = 0.40	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	1.50	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	9.5558	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	9.0529	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	3.0590	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.40	[m]	Y = -0.62 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18.67	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41.67	[°]	
Incremento sismico della spinta	4.2372	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.40	[m]	Y = -0.62 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38.29	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	8.8800	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.20	[m]	Y = -0.60 [m]
Inerzia del muro	0.9582	[kN]	
Inerzia verticale del muro	0.4791	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.4923	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.2462	[kN]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	14.6038	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	32.8551	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-3.5625	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	32.8551	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	14.6038	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.21	[m]
Risultante in fondazione	35.9545	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	23.96	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	6.8785	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	284.2157	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.10	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	59.91	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 18.67$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 10.65$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 0.68$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.19
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	8.65

Sollecitazioni paramento**Combinazione n° 4**

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.06	0.4828	0.0005	0.0415
3	0.12	0.9752	0.0032	0.1131
4	0.18	1.4771	0.0098	0.2148
5	0.24	1.9886	0.0221	0.3466
6	0.30	2.5096	0.0420	0.5084
7	0.36	3.0401	0.0712	0.7080
8	0.42	3.5801	0.1151	1.1011
9	0.48	4.1297	0.1955	1.9559
10	0.54	4.6888	0.3301	2.8707
11	0.60	5.2574	0.5149	3.6990
12	0.66	5.8356	0.7470	4.4972
13	0.72	6.4233	1.0253	5.2958
14	0.78	7.0205	1.3513	6.1395
15	0.84	7.6273	1.7281	7.0414
16	0.90	8.2436	2.1592	8.0005
17	0.96	8.8694	2.6480	9.0157
18	1.02	9.5048	3.1977	10.0860
19	1.08	10.1497	3.8117	11.2106
20	1.14	10.8041	4.4932	12.3885
21	1.20	11.4681	5.2451	13.6095

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.04	0.0384	1.9065
3	0.08	0.1514	3.7256
4	0.12	0.3353	5.4573
5	0.16	0.5868	7.1016
6	0.20	0.9023	8.6586
7	0.24	1.2783	10.1281
8	0.28	1.7114	11.5102
9	0.32	2.1979	12.8050
10	0.36	2.7346	14.0123
11	0.40	3.3178	15.1322

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.04	-0.0236	-1.1822
3	0.08	-0.0944	-2.3447
4	0.12	-0.2101	-3.4244
5	0.16	-0.3672	-4.4168
6	0.20	-0.5622	-5.3217
7	0.24	-0.7918	-6.1393
8	0.28	-1.0522	-6.8695
9	0.32	-1.3402	-7.5123
10	0.36	-1.6520	-8.0677
11	0.40	-1.9844	-8.5356

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	25.00	4.52	4.52	0.00	0.00	1000.00	151.84	0.00
2	0.06	100.00	25.50	4.52	4.52	3223.89	-3.29	6676.82	155.46	0.00
3	0.12	100.00	26.00	4.52	4.52	3262.10	-10.57	3344.96	159.07	0.00
4	0.18	100.00	26.50	4.52	4.52	3291.34	-21.79	2228.18	162.68	0.00
5	0.24	100.00	27.00	4.52	4.52	3312.40	-36.87	1665.70	166.29	0.00
6	0.30	100.00	27.50	4.52	4.52	3326.08	-55.67	1325.36	169.91	0.00
7	0.36	100.00	28.00	4.52	4.52	3333.06	-78.09	1096.37	173.52	0.00
8	0.42	100.00	28.50	4.52	4.52	3309.94	-106.38	924.54	177.13	0.00
9	0.48	100.00	29.00	4.52	4.52	2959.76	-140.10	716.70	180.74	0.00
10	0.54	100.00	29.50	4.52	4.52	2453.09	-172.72	523.18	184.36	0.00
11	0.60	100.00	30.00	4.52	4.52	1952.77	-191.27	371.43	187.97	0.00
12	0.66	100.00	30.50	4.52	4.52	1427.41	-182.73	244.60	191.58	0.00
13	0.72	100.00	31.00	4.52	4.52	990.22	-158.07	154.16	195.19	0.00
14	0.78	100.00	31.50	4.52	4.52	677.42	-130.39	96.49	198.81	0.00
15	0.84	100.00	31.99	4.52	4.52	493.26	-111.76	64.67	202.42	0.00
16	0.90	100.00	32.49	4.52	4.52	375.96	-98.47	45.61	206.03	0.00
17	0.96	100.00	32.99	4.52	4.52	303.36	-90.57	34.20	209.64	0.00
18	1.02	100.00	33.49	4.52	4.52	254.03	-85.46	26.73	213.26	0.00
19	1.08	100.00	33.99	4.52	4.52	218.35	-82.00	21.51	216.87	0.00
20	1.14	100.00	34.49	4.52	4.52	191.37	-79.59	17.71	220.48	0.00
21	1.20	100.00	34.99	4.52	4.52	170.30	-77.89	14.85	224.09	0.00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	0.00	1000.00	188.00	0.00
2	0.04	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	1178.95	188.00	0.00
3	0.08	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	299.28	188.00	0.00
4	0.12	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	135.09	188.00	0.00
5	0.16	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	77.20	188.00	0.00
6	0.20	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	50.20	188.00	0.00
7	0.24	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	35.44	188.00	0.00
8	0.28	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	26.47	188.00	0.00
9	0.32	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	20.61	188.00	0.00
10	0.36	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	16.56	188.00	0.00
11	0.40	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	45.30	13.65	188.00	0.00

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	0.00	1000.00	188.00	0.00
2	0.04	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	1915.78	188.00	0.00
3	0.08	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	479.84	188.00	0.00
4	0.12	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	215.63	188.00	0.00
5	0.16	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	123.36	188.00	0.00
6	0.20	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	80.56	188.00	0.00
7	0.24	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	57.21	188.00	0.00
8	0.28	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	43.05	188.00	0.00
9	0.32	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	33.80	188.00	0.00
10	0.36	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	27.42	188.00	0.00
11	0.40	100.00	30.00	4.52	4.52	0.00	-45.30	22.83	188.00	0.00

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	17.2775	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	16.6707	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	4.5387	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.40	[m]	Y = -0.63	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.23	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	35.96	[°]		

Incremento sismico della spinta	7.0638	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.40	[m]	Y = -0.63	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	32.08	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	8.8800	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.20	[m]	Y = -0.60	[m]
Inerzia del muro	0.9582	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0.4791	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.4923	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-0.2462	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	25.0230	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	33.3834	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-2.9025	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	21.8229	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	26.2502	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	33.3834	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	25.0230	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.44	[m]		
Risultante in fondazione	41.7205	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	36.85	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	14.7668	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.20
--	------

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 [kN]

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= 0.00 Y[m]= 1.10

Raggio del cerchio R[m]= 2.71

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -1.72

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 2.66

Larghezza della striscia dx[m]= 0.18

Coefficiente di sicurezza C= 2.56

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	418.95	72.73	400.06	0.59	23.04	0.000	0.000
2	509.64	62.47	451.92	0.38	23.04	0.000	0.000
3	548.92	55.21	450.80	0.31	23.04	0.000	0.000
4	566.14	49.13	428.12	0.27	23.04	0.000	0.000
5	569.39	43.74	393.64	0.24	23.04	0.000	0.000
6	562.66	38.79	352.52	0.22	24.00	0.067	0.000
7	548.73	34.18	308.26	0.21	24.79	0.122	0.000
8	528.06	29.80	262.47	0.20	24.79	0.122	0.000
9	501.46	25.62	216.80	0.19	24.79	0.122	0.000
10	477.59	21.57	175.58	0.19	24.79	0.122	0.000
11	492.29	17.63	149.13	0.18	24.79	0.122	0.000
12	509.02	13.78	121.28	0.18	24.79	0.122	0.000
13	524.30	10.00	91.00	0.18	24.79	0.122	0.000
14	557.32	6.25	60.68	0.18	24.79	0.122	0.000
15	561.82	2.53	24.84	0.18	24.79	0.122	0.000
16	667.81	-1.17	-13.67	0.18	24.79	0.122	0.000
17	618.67	-4.88	-52.68	0.18	24.79	0.122	0.000
18	230.32	-8.62	-34.51	0.18	24.79	0.122	0.000
19	213.25	-12.39	-45.75	0.18	24.79	0.122	0.000
20	182.28	-16.21	-50.89	0.18	24.79	0.122	0.000
21	149.00	-20.11	-51.24	0.19	24.79	0.122	0.000

22	124.82	-24.12	-51.00	0.19	24.79	0.122	0.000
23	95.55	-28.25	-45.22	0.20	24.79	0.122	0.000
24	60.61	-32.55	-32.61	0.21	24.79	0.122	0.000
25	19.20	-37.07	-11.57	0.22	24.79	0.122	0.000

$\Sigma W_i = 100.3998$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 34.3038$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 45.3447$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 3.82$

Elenco ferri

Simbologia adottata

<i>Destinazione</i>	Destinazione ferro
ϕ	Diametro ferro espresso in [mm]
n	Numero tondini
L	Lunghezza totale ferro espressa in [cm]
P	Peso singolo ferro espresso in [kN]
P_g	Peso gruppo espresso in [kN]

Destinazione	ϕ	n	L	P	P_g
Fondazione	12.00	4	193.39	0.0168	0.0674
Fondazione	12.00	4	193.39	0.0168	0.0674
Paramento	12.00	4	200.49	0.0175	0.0698
Paramento	12.00	4	200.00	0.0174	0.0697
Fondazione	8.00	6	38.20	0.0015	0.0089
Paramento	8.00	6	38.20	0.0015	0.0089

MURO H 1.70 m

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	1.70 [m]
Spessore in sommità	0.25 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.39 [m]
Inclinazione paramento esterno	4.76 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0.50 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.50 [m]
Lunghezza totale fondazione	1.39 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.40 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione ammissibile σ_{fa}	449936 [kPa]
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

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	0.00	0.00
2	3.00	2.00	45.00
3	8.00	3.50	16.70
4	13.00	4.00	5.71

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

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

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	18.50	20.00	28.00	18.67	0.0	0.0
Terreno 2	19.00	20.50	30.00	20.00	15.0	15.0

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	1.50	0.00	0.00	0.00	Terreno 1
2	6.00	0.00	4.15	0.00	Terreno 2

Terreno di riempimento (drenante) Terreno 1

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 EQU

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.10	1.00	1.10
Spinta terreno	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 3 STAB

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 EQU - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Quasi Permanente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Rara)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.10

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni avanzate

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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
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]	--	1.71	--	5.91	--
2	EQU - [1]	--	--	1.34	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2.07
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1.37	--	4.36	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1.41	--	4.62	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.09	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.09	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.89
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.93
10	SLEQ - [1]	--	2.28	--	8.69	--
11	SLEF - [1]	--	2.28	--	8.69	--
12	SLER - [1]	--	2.28	--	8.69	--
13	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.91	--	6.89	--
14	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.95	--	7.09	--
15	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.91	--	6.89	--
16	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.95	--	7.09	--
17	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.91	--	6.89	--
18	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.95	--	7.09	--

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 0.50	Y = -2.10
Punto superiore superficie di spinta	X = 0.50	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	2.10	[m]
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	20.7142	[kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	19.6128	[kN]	
Componente verticale della spinta statica	6.6647	[kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.50	[m]	Y = -0.98 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18.77	[°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	43.86	[°]	
Incremento sismico della spinta	7.9974	[kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.50	[m]	Y = -0.98 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	40.17	[°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15.7250	[kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.25	[m]	Y = -0.85 [m]
Inerzia del muro	1.4979	[kN]	
Inerzia verticale del muro	0.7490	[kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.8719	[kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.4359	[kN]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	29.6618	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55.0958	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5.1300	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55.0958	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	29.6618	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.35	[m]
Risultante in fondazione	62.5729	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	28.30	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	19.4792	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	240.1922	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.03	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	107.33	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 16.28$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 9.30$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 0.05$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.37
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.36

Sollecitazioni paramento**Combinazione n° 4**

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.09	0.6868	0.0012	0.0658
3	0.17	1.3928	0.0079	0.1883
4	0.26	2.1179	0.0249	0.3673
5	0.34	2.8622	0.0576	0.6327
6	0.43	3.6255	0.1245	1.3291
7	0.51	4.4080	0.2708	2.4752
8	0.60	5.2097	0.5098	3.5328
9	0.68	6.0304	0.8336	4.5578
10	0.77	6.8703	1.2436	5.6445
11	0.85	7.7294	1.7474	6.8376
12	0.94	8.6075	2.3542	8.1387
13	1.02	9.5048	3.0729	9.5450
14	1.10	10.4212	3.9123	11.0540
15	1.19	11.3568	4.8809	12.6633
16	1.28	12.3115	5.9872	14.3709
17	1.36	13.2853	7.2393	16.1749
18	1.45	14.2782	8.6453	18.0737
19	1.53	15.2903	10.2131	20.0656
20	1.62	16.3215	11.9505	22.1492
21	1.70	17.3718	13.8648	24.3091

Sollecitazioni fondazione di valle**Combinazione n° 4**

L'ascissa X (espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.05	0.1150	4.5554
3	0.10	0.4512	8.8494
4	0.15	0.9956	12.8821
5	0.20	1.7350	16.6534
6	0.25	2.6565	20.1634
7	0.30	3.7470	23.4120
8	0.35	4.9934	26.3993
9	0.40	6.3826	29.1253
10	0.45	7.9016	31.5899
11	0.50	9.5372	33.7931

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.05	-0.0516	-2.0628
3	0.10	-0.2063	-4.1257
4	0.15	-0.4641	-6.1885
5	0.20	-0.8251	-8.2514
6	0.25	-1.2893	-10.3142
7	0.30	-1.8566	-12.3770
8	0.35	-2.5270	-14.4399
9	0.40	-3.2998	-16.4382
10	0.45	-4.1665	-18.1868
11	0.50	-5.1141	-19.6740

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	25.00	4.52	4.52	0.00	0.00	1000.00	151.84	0.00
2	0.09	100.00	25.71	4.52	4.52	3241.58	-5.59	4719.51	156.96	0.00
3	0.17	100.00	26.42	4.52	4.52	3289.50	-18.66	2361.75	162.08	0.00
4	0.26	100.00	27.12	4.52	4.52	3321.72	-39.05	1568.38	167.20	0.00
5	0.34	100.00	27.83	4.52	4.52	3338.57	-67.16	1166.45	172.31	0.00
6	0.43	100.00	28.54	4.52	4.52	3251.47	-111.69	896.82	177.43	0.00
7	0.51	100.00	29.25	4.52	4.52	2631.70	-161.65	597.02	182.55	0.00
8	0.60	100.00	29.95	4.52	4.52	1949.25	-190.75	374.16	187.67	0.00
9	0.68	100.00	30.66	4.52	4.52	1276.28	-176.42	211.64	192.79	0.00
10	0.77	100.00	31.37	4.52	4.52	776.65	-140.58	113.04	197.90	0.00
11	0.85	100.00	32.08	4.52	4.52	499.16	-112.85	64.58	203.02	0.00
12	0.94	100.00	32.79	4.52	4.52	352.37	-96.37	40.94	208.14	0.00
13	1.02	100.00	33.49	4.52	4.52	271.75	-87.86	28.59	213.26	0.00
14	1.10	100.00	34.20	4.52	4.52	220.86	-82.91	21.19	218.37	0.00
15	1.19	100.00	34.91	4.52	4.52	185.88	-79.89	16.37	223.49	0.00
16	1.28	100.00	35.62	4.52	4.52	160.41	-78.01	13.03	228.61	0.00
17	1.36	100.00	36.32	4.52	4.52	141.08	-76.87	10.62	233.73	0.00
18	1.45	100.00	37.03	4.52	4.52	125.93	-76.25	8.82	238.85	0.00
19	1.53	100.00	37.74	4.52	4.52	113.75	-75.98	7.44	243.96	0.00
20	1.62	100.00	38.45	4.52	4.52	103.78	-75.98	6.36	249.08	0.00
21	1.70	100.00	39.16	4.52	4.52	95.46	-76.19	5.50	254.20	0.00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	0.00	1000.00	260.30	0.00
2	0.05	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	541.21	260.30	0.00
3	0.10	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	137.92	260.30	0.00
4	0.15	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	62.50	260.30	0.00
5	0.20	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	35.86	260.30	0.00
6	0.25	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	23.42	260.30	0.00
7	0.30	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	16.61	260.30	0.00
8	0.35	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	12.46	260.30	0.00
9	0.40	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	9.75	260.30	0.00
10	0.45	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	7.88	260.30	0.00
11	0.50	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	6.52	260.30	0.00

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	0.00	1000.00	260.30	0.00
2	0.05	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	1206.59	260.30	0.00
3	0.10	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	301.65	260.30	0.00
4	0.15	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	134.07	260.30	0.00
5	0.20	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	75.41	260.30	0.00
6	0.25	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	48.26	260.30	0.00
7	0.30	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	33.52	260.30	0.00
8	0.35	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	24.62	260.30	0.00
9	0.40	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	18.86	260.30	0.00
10	0.45	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	14.93	260.30	0.00
11	0.50	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	12.17	260.30	0.00

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	34.4822	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	33.2578	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	9.1071	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.50	[m]	Y = -1.01	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.31	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	37.83	[°]		
Incremento sismico della spinta	9.7375	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.50	[m]	Y = -1.01	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	34.39	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	15.7250	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.25	[m]	Y = -0.85	[m]
Inerzia del muro	1.4979	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-0.7490	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	0.8719	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-0.4359	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	45.1264	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	55.1671	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1796	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	49.5610	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	53.9297	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	55.1671	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	45.1264	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.62	[m]		
Risultante in fondazione	71.2728	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	39.28	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	34.0154	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.09
--	------

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 [kN]

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.17 Y[m]= 1.51

Raggio del cerchio R[m]= 3.68

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.30

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 3.46

Larghezza della striscia dx[m]= 0.23

Coefficiente di sicurezza C= 1.89

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	689.36	74.35	663.81	0.85	23.04	0.000	0.000
2	939.46	63.63	841.70	0.52	23.04	0.000	0.000
3	1051.88	56.34	875.51	0.42	23.04	0.000	0.000
4	1087.27	50.28	836.35	0.36	23.04	0.000	0.000
5	1097.37	44.93	775.06	0.33	23.04	0.000	0.000
6	1089.26	40.05	700.86	0.30	23.04	0.000	0.000
7	1067.05	35.49	619.54	0.28	23.77	0.051	0.000
8	1034.33	31.19	535.60	0.27	24.79	0.122	0.000
9	991.53	27.07	451.20	0.26	24.79	0.122	0.000
10	939.51	23.10	368.57	0.25	24.79	0.122	0.000
11	883.97	19.24	291.31	0.24	24.79	0.122	0.000
12	892.30	15.47	238.07	0.24	24.79	0.122	0.000
13	924.29	11.77	188.61	0.24	24.79	0.122	0.000
14	984.64	8.12	139.15	0.23	24.79	0.122	0.000
15	995.84	4.51	78.26	0.23	24.79	0.122	0.000
16	1234.56	0.91	19.57	0.23	24.79	0.122	0.000
17	697.37	-2.69	-32.69	0.23	24.79	0.122	0.000
18	341.40	-6.29	-37.42	0.23	24.79	0.122	0.000
19	321.20	-9.92	-55.36	0.23	24.79	0.122	0.000
20	253.35	-13.60	-59.56	0.24	24.79	0.122	0.000
21	224.82	-17.33	-66.96	0.24	24.79	0.122	0.000

22	188.84	-21.14	-68.09	0.25	24.79	0.122	0.000
23	144.87	-25.05	-61.33	0.25	24.79	0.122	0.000
24	92.15	-29.08	-44.79	0.26	24.79	0.122	0.000
25	29.69	-33.29	-16.29	0.28	24.79	0.122	0.000

$\Sigma W_i = 178.4474$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 70.4195$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 80.0655$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 4.47$

Elenco ferri

Simbologia adottata

Destinazione Destinazione ferro

ϕ Diametro ferro espresso in [mm]

n Numero tondini

L Lunghezza totale ferro espressa in [cm]

P Peso singolo ferro espresso in [kN]

P_g Peso gruppo espresso in [kN]

Destinazione	ϕ	n	L	P	P_g
Fondazione	12.00	4	217.56	0.0189	0.0758
Fondazione	12.00	4	217.56	0.0189	0.0758
Paramento	12.00	4	254.70	0.0222	0.0887
Paramento	12.00	4	254.00	0.0221	0.0885
Fondazione	8.00	6	48.14	0.0019	0.0112
Paramento	8.00	6	40.26	0.0016	0.0093

MURO H 2.20 m

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2.20 [m]
Spessore in sommità	0.25 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.43 [m]
Inclinazione paramento esterno	4.76 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	0.80 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.60 [m]
Lunghezza totale fondazione	1.83 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.40 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione ammissibile σ_{fa}	449936 [kPa]
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

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	0.00	0.00
2	3.00	2.00	45.00
3	8.00	3.50	16.70
4	13.00	4.00	5.71

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 [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	18.50	20.00	28.00	18.67	0.0	0.0
Terreno 2	19.00	20.50	30.00	20.00	15.0	15.0

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	2.00	0.00	0.00	0.00	Terreno 1
2	6.00	0.00	4.35	0.00	Terreno 2

Terreno di riempimento (drenante) Terreno 1

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 EQU

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.10	1.00	1.10
Spinta terreno	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 3 STAB

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 EQU - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Quasi Permanente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Rara)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite***Impostazioni verifiche SLU***Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.10

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

 $w_1 = 0.20$ $w_2 = 0.30$ $w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$ Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$ ***Impostazioni avanzate***

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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
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]	--	1.40	--	5.20	--
2	EQU - [1]	--	--	1.45	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.76
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1.24	--	4.29	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1.26	--	4.49	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.20	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.21	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.62
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.64
10	SLEQ - [1]	--	1.77	--	7.38	--
11	SLEF - [1]	--	1.77	--	7.38	--
12	SLER - [1]	--	1.77	--	7.38	--
13	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.57	--	6.09	--
14	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.59	--	6.24	--
15	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.57	--	6.09	--
16	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.59	--	6.24	--
17	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.57	--	6.09	--
18	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.59	--	6.24	--

Punto superiore superficie di spinta	X = 0.60	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	2.60 [m]	
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00 [°]	

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	35.8625 [kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	33.9446 [kN]	
Componente verticale della spinta statica	11.5708 [kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.60 [m]	Y = -1.33 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18.82 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	44.98 [°]	

Incremento sismico della spinta	11.0623 [kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.60 [m]	Y = -1.33 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	41.04 [°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	24.4200 [kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.30 [m]	Y = -1.10 [m]
Inerzia del muro	2.0183 [kN]	
Inerzia verticale del muro	1.0092 [kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1.3539 [kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	0.6770 [kN]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	47.9579 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	80.7204 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-5.1300 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	80.7204 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	47.9579 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.37 [m]
Risultante in fondazione	93.8922 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30.72 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	29.6109 [kNm]
Carico ultimo della fondazione	346.0804 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	1.65 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	97.89 [kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 14.56$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 8.44$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 0.01$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.24
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.29

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.11	0.8925	0.0023	0.0942
3	0.22	1.8170	0.0158	0.2797
4	0.33	2.7736	0.0525	0.6469
5	0.44	3.7622	0.1546	1.5957
6	0.55	4.7829	0.3829	2.9210
7	0.66	5.8356	0.7526	4.2421
8	0.77	6.9203	1.2641	5.6076
9	0.88	8.0371	1.9281	7.1170
10	0.99	9.1859	2.7624	8.7999
11	1.10	10.3668	3.7858	10.6508
12	1.21	11.5797	5.0163	12.6647
13	1.32	12.8246	6.4714	14.8370
14	1.43	14.1016	8.1683	17.1639
15	1.54	15.4106	10.1234	19.6417
16	1.65	16.7517	12.3533	22.2675
17	1.76	18.1247	14.8737	25.0384
18	1.87	19.5299	17.7004	27.9520
19	1.98	20.9670	20.8489	31.0062
20	2.09	22.4362	24.3342	34.1989
21	2.20	23.9375	28.1709	37.5071

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	0.2646	6.5523
3	0.16	1.0382	12.7248
4	0.24	2.2905	18.5175

5	0.32	3.9909	23.9303
6	0.40	6.1092	28.9633
7	0.48	8.6149	33.6165
8	0.56	11.4777	37.8898
9	0.64	14.6672	41.7832
10	0.72	18.1529	45.2969
11	0.80	21.9045	48.4307

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.06	-0.0909	-3.0304
3	0.12	-0.3636	-6.0608
4	0.18	-0.8182	-9.0912
5	0.24	-1.4528	-12.0283
6	0.30	-2.2573	-14.7521
7	0.36	-3.2188	-17.2622
8	0.42	-4.3245	-19.5587
9	0.48	-5.5616	-21.6416
10	0.54	-6.9172	-23.5108
11	0.60	-8.3786	-25.1663

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	25.00	4.52	4.52	0.00	0.00	1000.00	151.84	0.00
2	0.11	100.00	25.92	4.52	4.52	3258.02	-8.43	3650.43	158.47	0.00
3	0.22	100.00	26.83	4.52	4.52	3312.47	-28.86	1823.00	165.09	0.00
4	0.33	100.00	27.75	4.52	4.52	3338.12	-63.13	1203.52	171.71	0.00
5	0.44	100.00	28.66	4.52	4.52	3083.30	-126.74	819.54	178.34	0.00
6	0.55	100.00	29.58	4.52	4.52	2250.54	-180.15	470.54	184.96	0.00
7	0.66	100.00	30.50	4.52	4.52	1409.82	-181.83	241.59	191.58	0.00
8	0.77	100.00	31.41	4.52	4.52	762.20	-139.23	110.14	198.20	0.00
9	0.88	100.00	32.33	4.52	4.52	445.78	-106.94	55.47	204.83	0.00
10	0.99	100.00	33.24	4.52	4.52	304.07	-91.44	33.10	211.45	0.00
11	1.10	100.00	34.16	4.52	4.52	230.30	-84.10	22.22	218.07	0.00
12	1.21	100.00	35.08	4.52	4.52	185.16	-80.21	15.99	224.70	0.00
13	1.32	100.00	35.99	4.52	4.52	154.77	-78.10	12.07	231.32	0.00
14	1.43	100.00	36.91	4.52	4.52	132.98	-77.03	9.43	237.94	0.00
15	1.54	100.00	37.82	4.52	4.52	116.63	-76.61	7.57	244.57	0.00
16	1.65	100.00	38.74	4.52	4.52	103.94	-76.65	6.20	251.19	0.00
17	1.76	100.00	39.66	4.52	4.52	93.83	-77.00	5.18	257.81	0.00
18	1.87	100.00	40.57	4.52	4.52	85.60	-77.58	4.38	264.43	0.00
19	1.98	100.00	41.49	4.52	4.52	78.78	-78.34	3.76	271.06	0.00
20	2.09	100.00	42.40	4.52	4.52	73.05	-79.23	3.26	277.68	0.00
21	2.20	100.00	43.32	4.52	4.52	68.17	-80.23	2.85	284.30	0.00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
V _{cd}	Aliquota di taglio assorbito dal cls
V _{wd}	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0.00	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	0.00	1000.00	260.30	0.00
2	0.08	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	235.14	260.30	0.00
3	0.16	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	59.93	260.30	0.00
4	0.24	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	27.17	260.30	0.00
5	0.32	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	15.59	260.30	0.00
6	0.40	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	10.19	260.30	0.00
7	0.48	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	7.22	260.30	0.00
8	0.56	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	5.42	260.30	0.00
9	0.64	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	4.24	260.30	0.00
10	0.72	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	3.43	260.30	0.00
11	0.80	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	62.22	2.84	260.30	0.00

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	V _{cd}	V _{wd}
1	0.00	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	0.00	1000.00	260.30	0.00
2	0.06	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	684.45	260.30	0.00
3	0.12	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	171.11	260.30	0.00
4	0.18	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	76.05	260.30	0.00
5	0.24	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	42.83	260.30	0.00
6	0.30	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	27.57	260.30	0.00
7	0.36	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	19.33	260.30	0.00
8	0.42	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	14.39	260.30	0.00
9	0.48	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	11.19	260.30	0.00
10	0.54	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	9.00	260.30	0.00
11	0.60	100.00	40.00	4.52	4.52	0.00	-62.22	7.43	260.30	0.00

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	54.6937	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	52.7531	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	14.4398	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.60	[m]	Y = -1.32	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.31	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	39.08	[°]		

Incremento sismico della spinta	12.8276	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.60	[m]	Y = -1.32	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	35.96	[°]		

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	24.4200	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.30	[m]	Y = -1.10	[m]
Inerzia del muro	2.0183	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.0092	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	1.3539	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-0.6770	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	68.6681	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	80.0345	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-4.1796	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	89.1698	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	107.3386	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	80.0345	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	68.6681	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.69	[m]		
Risultante in fondazione	105.4554	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	40.63	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	55.1905	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.20
--	------

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 [kN]

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.41 Y[m]= 1.85

Raggio del cerchio R[m]= 4.56

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -2.88

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 4.13

Larghezza della striscia dx[m]= 0.28

Coefficiente di sicurezza C= 1.62

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	780.78	76.86	760.35	1.23	23.04	0.000	0.000
2	1211.93	64.94	1097.80	0.66	23.04	0.000	0.000
3	1442.04	57.50	1216.18	0.52	23.04	0.000	0.000
4	1606.58	51.40	1255.54	0.45	23.04	0.000	0.000
5	1683.02	46.04	1211.45	0.40	23.04	0.000	0.000
6	1676.50	41.16	1103.48	0.37	23.04	0.000	0.000
7	1648.20	36.63	983.40	0.35	23.04	0.000	0.000
8	1602.40	32.35	857.48	0.33	23.95	0.063	0.000
9	1543.08	28.27	730.82	0.32	24.79	0.122	0.000
10	1470.28	24.34	605.91	0.31	24.79	0.122	0.000
11	1385.06	20.53	485.62	0.30	24.79	0.122	0.000
12	1339.49	16.81	387.29	0.29	24.79	0.122	0.000
13	1402.41	13.16	319.26	0.29	24.79	0.122	0.000
14	1468.39	9.57	244.00	0.28	24.79	0.122	0.000
15	1587.69	6.01	166.22	0.28	24.79	0.122	0.000
16	1717.49	2.48	74.22	0.28	24.79	0.122	0.000
17	516.09	-1.05	-9.42	0.28	24.79	0.122	0.000
18	441.21	-4.57	-35.18	0.28	24.79	0.122	0.000
19	424.29	-8.12	-59.91	0.28	24.79	0.122	0.000
20	343.47	-11.69	-69.62	0.29	24.79	0.122	0.000
21	298.08	-15.32	-78.74	0.29	24.79	0.122	0.000

22	251.06	-19.01	-81.76	0.30	24.79	0.122	0.000
23	192.94	-22.78	-74.69	0.30	24.79	0.122	0.000
24	122.83	-26.66	-55.11	0.31	24.79	0.122	0.000
25	39.56	-30.67	-20.18	0.33	24.79	0.122	0.000

$\Sigma W_i = 256.8880$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 108.0161$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 114.7741$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.18$

Elenco ferri

Simbologia adottata

Destinazione Destinazione ferro

ϕ Diametro ferro espresso in [mm]

n Numero tondini

L Lunghezza totale ferro espressa in [cm]

P Peso singolo ferro espresso in [kN]

P_g Peso gruppo espresso in [kN]

Destinazione	ϕ	n	L	P	P_g
Fondazione	12.00	4	261.72	0.0228	0.0911
Fondazione	12.00	4	261.72	0.0228	0.0911
Paramento	12.00	4	304.87	0.0265	0.1062
Paramento	12.00	4	304.00	0.0265	0.1059
Fondazione	8.00	6	48.14	0.0019	0.0112
Paramento	8.00	6	42.33	0.0016	0.0098

MURO H 2.70 m

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	2.70 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.52 [m]
Inclinazione paramento esterno	4.76 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.80 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.32 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.50 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione ammissibile σ_{fa}	449936 [kPa]
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

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	0.00	0.00
2	3.00	2.00	45.00
3	8.00	3.50	16.70
4	13.00	4.00	5.71

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 [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	18.50	20.00	28.00	18.67	0.0	0.0
Terreno 2	19.00	20.50	30.00	20.00	15.0	15.0

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	2.50	0.00	0.00	0.00	Terreno 1
2	6.00	0.00	4.82	0.00	Terreno 2

Terreno di riempimento (drenante) Terreno 1

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 EQU

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.10	1.00	1.10
Spinta terreno	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 3 STAB

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 EQU - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
--	----------	--------	-----

Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Quasi Permanente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Rara)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.10

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni avanzate

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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
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]	--	1.28	--	4.64	--
2	EQU - [1]	--	--	1.63	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.64
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1.18	--	4.01	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1.20	--	4.19	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.37	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.39	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.50
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.52
10	SLEQ - [1]	--	1.58	--	6.45	--
11	SLEF - [1]	--	1.58	--	6.45	--
12	SLER - [1]	--	1.58	--	6.45	--
13	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.42	--	5.44	--
14	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.43	--	5.56	--
15	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.42	--	5.44	--
16	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.43	--	5.56	--
17	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.42	--	5.44	--
18	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.43	--	5.56	--

Punto superiore superficie di spinta	X = 0.80	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	3.20 [m]	
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00 [°]	

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	56.8243 [kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	53.7739 [kN]	
Componente verticale della spinta statica	18.3674 [kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.80 [m]	Y = -1.68 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18.86 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46.29 [°]	

Incremento sismico della spinta	15.1437 [kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.80 [m]	Y = -1.68 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	42.42 [°]	

Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	39.9600 [kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.40 [m]	Y = -1.35 [m]
Inerzia del muro	3.0937 [kN]	
Inerzia verticale del muro	1.5469 [kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.2155 [kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.1078 [kN]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	73.6264 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	125.5076 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-6.9825 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	125.5076 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	73.6264 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.40 [m]
Risultante in fondazione	145.5095 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	30.40 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	50.7613 [kNm]
Carico ultimo della fondazione	503.2265 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.27 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	110.39 [kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 14.60$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 8.49$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 0.00$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.18
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	4.01

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.14	1.3149	0.0097	0.2670
3	0.27	2.6782	0.0866	1.1362
4	0.41	4.0896	0.2970	2.2602
5	0.54	5.5493	0.6489	3.3871
6	0.68	7.0573	1.1601	4.7551
7	0.81	8.6136	1.8650	6.3862
8	0.95	10.2180	2.7992	8.2828
9	1.08	11.8708	3.9977	10.4366
10	1.22	13.5718	5.4942	12.8359
11	1.35	15.3211	7.3209	15.4712
12	1.49	17.1186	9.5089	18.3347
13	1.62	18.9644	12.0882	21.4196
14	1.76	20.8584	15.0881	24.7204
15	1.89	22.8007	18.5370	28.2323
16	2.03	24.7913	22.4630	31.9510
17	2.16	26.8301	26.8934	35.8731
18	2.29	28.9171	31.8552	39.9953
19	2.43	31.0525	37.3749	44.3150
20	2.57	33.2360	43.4788	48.8297
21	2.70	35.4679	50.1917	53.5073

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.4636	9.1904
3	0.20	1.8219	17.8954
4	0.30	4.0265	26.1148

5	0.40	7.0287	33.8488
6	0.50	10.7800	41.0974
7	0.60	15.2320	47.8605
8	0.70	20.3360	54.1381
9	0.80	26.0434	59.9302
10	0.90	32.3058	65.2369
11	1.00	39.0746	70.0581

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.1989	-4.9562
3	0.16	-0.7858	-9.6646
4	0.24	-1.7369	-14.0623
5	0.32	-3.0275	-18.1494
6	0.40	-4.6325	-21.9257
7	0.48	-6.5273	-25.3914
8	0.56	-8.6869	-28.5463
9	0.64	-11.0864	-31.3905
10	0.72	-13.7011	-33.9241
11	0.80	-16.5060	-36.1469

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	30.00	6.16	6.16	0.00	0.00	1000.00	188.00	0.00
2	0.14	100.00	31.12	6.16	6.16	3934.42	-28.89	2992.07	196.12	0.00
3	0.27	100.00	32.25	6.16	6.16	3869.46	-125.15	1444.82	204.25	0.00
4	0.41	100.00	33.37	6.16	6.16	3021.00	-219.43	738.70	212.38	0.00
5	0.54	100.00	34.50	6.16	6.16	2269.13	-265.35	408.90	220.51	0.00
6	0.68	100.00	35.62	6.16	6.16	1548.83	-254.59	219.46	228.64	0.00
7	0.81	100.00	36.74	6.16	6.16	990.80	-214.53	115.03	236.77	0.00
8	0.95	100.00	37.87	6.16	6.16	649.13	-177.82	63.53	244.89	0.00
9	1.08	100.00	38.99	6.16	6.16	456.01	-153.57	38.41	253.02	0.00
10	1.22	100.00	40.12	6.16	6.16	348.21	-140.96	25.66	261.15	0.00
11	1.35	100.00	41.24	6.16	6.16	280.37	-133.97	18.30	269.28	0.00
12	1.49	100.00	42.37	6.16	6.16	234.06	-130.01	13.67	277.41	0.00
13	1.62	100.00	43.49	6.16	6.16	200.62	-127.88	10.58	285.53	0.00
14	1.76	100.00	44.61	6.16	6.16	175.47	-126.93	8.41	293.66	0.00
15	1.89	100.00	45.74	6.16	6.16	155.94	-126.78	6.84	301.79	0.00
16	2.03	100.00	46.86	6.16	6.16	140.39	-127.20	5.66	309.92	0.00
17	2.16	100.00	47.99	6.16	6.16	127.75	-128.05	4.76	318.05	0.00
18	2.29	100.00	49.11	6.16	6.16	117.30	-129.22	4.06	326.18	0.00
19	2.43	100.00	50.23	6.16	6.16	108.53	-130.63	3.50	334.30	0.00
20	2.57	100.00	51.36	6.16	6.16	101.09	-132.24	3.04	342.43	0.00
21	2.70	100.00	52.48	6.16	6.16	94.69	-134.00	2.67	350.56	0.00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	0.00	1000.00	332.61	0.00
2	0.10	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	231.41	332.61	0.00
3	0.20	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	58.88	332.61	0.00
4	0.30	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	26.64	332.61	0.00
5	0.40	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	15.26	332.61	0.00
6	0.50	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	9.95	332.61	0.00
7	0.60	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	7.04	332.61	0.00
8	0.70	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	5.28	332.61	0.00
9	0.80	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	4.12	332.61	0.00
10	0.90	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	3.32	332.61	0.00
11	1.00	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	2.75	332.61	0.00

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	0.00	1000.00	332.61	0.00
2	0.08	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	539.43	332.61	0.00
3	0.16	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	136.52	332.61	0.00
4	0.24	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	61.76	332.61	0.00
5	0.32	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	35.43	332.61	0.00
6	0.40	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	23.16	332.61	0.00
7	0.48	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	16.44	332.61	0.00
8	0.56	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	12.35	332.61	0.00
9	0.64	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	9.68	332.61	0.00
10	0.72	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	7.83	332.61	0.00
11	0.80	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	6.50	332.61	0.00

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	80.6351	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	77.7689	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	21.3077	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.80	[m]	Y = -1.69	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.32	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	41.14	[°]		
Incremento sismico della spinta	14.7730	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.80	[m]	Y = -1.69	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	37.89	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	39.9600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.40	[m]	Y = -1.35	[m]
Inerzia del muro	3.0937	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.5469	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.2155	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.1078	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	97.5385	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	122.1474	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-5.6889	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	150.4326	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	206.4467	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	122.1474	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	97.5385	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.70	[m]		
Risultante in fondazione	156.3130	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	38.61	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	85.9718	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.37
--	------

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 [kN]

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.51 Y[m]= 2.28

Raggio del cerchio R[m]= 5.64

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.51

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.12

Larghezza della striscia dx[m]= 0.35

Coefficiente di sicurezza C= 1.50

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	945.44	78.07	925.03	1.67	23.04	0.000	0.000
2	1654.32	65.35	1503.57	0.83	23.04	0.000	0.000
3	2010.26	57.85	1701.95	0.65	23.04	0.000	0.000
4	2263.79	51.72	1777.06	0.56	23.04	0.000	0.000
5	2456.39	46.35	1777.31	0.50	23.04	0.000	0.000
6	2605.94	41.47	1725.62	0.46	23.04	0.000	0.000
7	2664.76	36.93	1601.20	0.43	23.04	0.000	0.000
8	2598.41	32.66	1402.09	0.41	23.60	0.039	0.000
9	2509.66	28.58	1200.45	0.39	24.79	0.122	0.000
10	2400.83	24.65	1001.33	0.38	24.79	0.122	0.000
11	2273.09	20.84	808.84	0.37	24.79	0.122	0.000
12	2128.36	17.13	627.01	0.36	24.79	0.122	0.000
13	2136.76	13.50	498.64	0.35	24.79	0.122	0.000
14	2232.43	9.91	384.27	0.35	24.79	0.122	0.000
15	2356.13	6.37	261.30	0.35	24.79	0.122	0.000
16	2704.10	2.85	134.33	0.35	24.79	0.122	0.000
17	853.03	-0.66	-9.85	0.35	24.79	0.122	0.000
18	655.97	-4.17	-47.74	0.35	24.79	0.122	0.000
19	631.96	-7.70	-84.69	0.35	24.79	0.122	0.000
20	521.57	-11.26	-101.83	0.35	24.79	0.122	0.000
21	442.81	-14.86	-113.57	0.36	24.79	0.122	0.000

22	373.57	-18.52	-118.68	0.36	24.79	0.122	0.000
23	287.71	-22.27	-109.03	0.37	24.79	0.122	0.000
24	183.96	-26.12	-80.98	0.38	24.79	0.122	0.000
25	60.59	-30.10	-30.38	0.40	24.79	0.122	0.000

$\Sigma W_i = 391.7999$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 163.1192$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 175.0977$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 5.47$

Elenco ferri

Simbologia adottata

Destinazione Destinazione ferro

ϕ Diametro ferro espresso in [mm]

n Numero tondini

L Lunghezza totale ferro espressa in [cm]

P Peso singolo ferro espresso in [kN]

P_g Peso gruppo espresso in [kN]

Destinazione	ϕ	n	L	P	P_g
Fondazione	14.00	4	325.28	0.0385	0.1542
Fondazione	14.00	4	325.28	0.0385	0.1542
Paramento	14.00	4	156.34	0.0185	0.0741
Paramento	14.00	4	316.92	0.0376	0.1502
Paramento	14.00	4	156.00	0.0185	0.0739
Paramento	14.00	4	316.00	0.0374	0.1498
Fondazione	8.00	6	58.11	0.0022	0.0135
Paramento	8.00	6	49.37	0.0019	0.0115

MURO H 3.20 m

Geometria muro e fondazione

Descrizione	Muro a mensola in c.a.
Altezza del paramento	3.20 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.57 [m]
Inclinazione paramento esterno	4.76 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	10.00 [m]
 <u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.30 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	0.83 [m]
Lunghezza totale fondazione	2.70 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.50 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]

Materiali utilizzati per la struttura

<i>Calcestruzzo</i>	
Peso specifico	24.517 [kN/mc]
Classe di Resistenza	C25/30
Resistenza caratteristica a compressione R_{ck}	30000 [kPa]
Modulo elastico E	31447048 [kPa]
<i>Acciaio</i>	
Tipo	B450C
Tensione ammissibile σ_{fa}	449936 [kPa]
Tensione di snervamento σ_{fa}	449936 [kPa]

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	0.00	0.00
2	3.00	2.00	45.00
3	8.00	3.50	16.70
4	13.00	4.00	5.71

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 [kN/mc]
γ_s	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
ϕ	Angolo d'attrito interno espresso in [°]
δ	Angolo d'attrito terra-muro espresso in [°]
c	Coesione espressa in [kPa]
c_a	Adesione terra-muro espressa in [kPa]

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	18.50	20.00	28.00	18.67	0.0	0.0
Terreno 2	19.00	20.50	30.00	20.00	15.0	15.0

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	3.00	0.00	0.00	0.00	Terreno 1
2	6.00	0.00	5.02	0.00	Terreno 2

Terreno di riempimento (drenante) Terreno 1

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

γ	Coefficiente di partecipazione della condizione
Ψ	Coefficiente di combinazione della condizione
C	Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU (Approccio 2)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.30	1.00	1.30
Spinta terreno	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 EQU

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.10	1.00	1.10
Spinta terreno	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 3 STAB

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 5 SLU (Approccio 2) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 6 EQU - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 7 EQU - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 STAB - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 STAB - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
--	----------	--------	-----

Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 10 SLE (Quasi Permanente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 11 SLE (Frequente)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 SLE (Rara)

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 SLE (Quasi Permanente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 SLE (Frequente) - Sisma Vert. positivo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 SLE (Frequente) - Sisma Vert. negativo

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

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

	γ	Ψ	C
Peso proprio	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni

Stato limite

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.10

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali

Ordinarie

Armatura ad aderenza migliorata

Verifica fessurazione

Sensibilità delle armature

Sensibile

Valori limite delle aperture delle fessure

$w_1 = 0.20$

$w_2 = 0.30$

$w_3 = 0.40$

Metodo di calcolo aperture delle fessure

Circ. Min. 252 (15/10/1996)

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico

Rara $\sigma_c < 0.60 f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80 f_{yk}$

Quasi permanente $\sigma_c < 0.45 f_{ck}$

Impostazioni avanzate

Influenza del terreno sulla fondazione di valle nelle verifiche e nel calcolo delle sollecitazioni

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
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]	--	1.15	--	4.22	--
2	EQU - [1]	--	--	1.66	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.51
4	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	1.08	--	3.76	--
5	A1-M1 - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	1.10	--	3.93	--
6	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.41	--	--
7	EQU - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.43	--	--
8	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.39
9	STAB - [2]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.41
10	SLEQ - [1]	--	1.40	--	5.82	--
11	SLEF - [1]	--	1.40	--	5.82	--
12	SLER - [1]	--	1.40	--	5.82	--
13	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.27	--	4.95	--
14	SLEQ - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.28	--	5.06	--
15	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.27	--	4.95	--
16	SLEF - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.28	--	5.06	--
17	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale positivo	1.27	--	4.95	--
18	SLER - [1]	Orizzontale + Verticale negativo	1.28	--	5.06	--

Punto superiore superficie di spinta	X = 0.83	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	3.70 [m]	
Inclinazione superficie di spinta (rispetto alla verticale)	0.00 [°]	

COMBINAZIONE n° 4

Valore della spinta statica	75.6859 [kN]	
Componente orizzontale della spinta statica	71.6245 [kN]	
Componente verticale della spinta statica	24.4601 [kN]	
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.83 [m]	Y = -2.02 [m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18.86 [°]	
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	46.67 [°]	
Incremento sismico della spinta	18.7008 [kN]	
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.83 [m]	Y = -2.02 [m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	43.36 [°]	
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	49.1360 [kN]	
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.41 [m]	Y = -1.60 [m]
Inerzia del muro	3.7172 [kN]	
Inerzia verticale del muro	1.8586 [kN]	
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.7243 [kN]	
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	1.3622 [kN]	

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	96.0389 [kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	154.8756 [kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-6.9825 [kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	154.8756 [kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	96.0389 [kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.42 [m]
Risultante in fondazione	182.2359 [kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31.80 [°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	65.3265 [kNm]
Carico ultimo della fondazione	582.6931 [kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	2.70 [m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	111.34 [kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	3.53 [kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

$N_c = 30.14$	$N'_c = 13.74$
$N_q = 18.40$	$N'_q = 8.04$
$N_\gamma = 15.67$	$N'_\gamma = 0.06$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.08
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.76

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre contro terra (a monte), espresso in kNm

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

Taglio positivo se diretto da monte verso valle, espresso in kN

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.16	1.5638	0.0184	0.4018
3	0.32	3.1953	0.1470	1.5009
4	0.48	4.8946	0.4671	2.8506
5	0.64	6.6617	0.9998	4.3408
6	0.80	8.4966	1.7860	6.1812
7	0.96	10.3993	2.8842	8.3962
8	1.12	12.3698	4.3527	10.9676
9	1.28	14.4080	6.2465	13.8767
10	1.44	16.5141	8.6178	17.1081
11	1.60	18.6879	11.5169	20.6499
12	1.76	20.9295	14.9920	24.4923
13	1.92	23.2389	19.0903	28.6273
14	2.08	25.6161	23.8574	33.0479
15	2.24	28.0610	29.3381	37.7485
16	2.40	30.5738	35.5765	42.7243
17	2.56	33.1543	42.6157	47.9711
18	2.72	35.8026	50.4983	53.4855
19	2.88	38.5187	59.2666	59.2644
20	3.04	41.3026	68.9621	65.3053
21	3.20	44.1543	79.6243	71.5654

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.13	0.7905	12.0493
3	0.26	3.1035	23.4229
4	0.39	6.8512	34.1207

5	0.52	11.9456	44.1428
6	0.65	18.2991	53.4892
7	0.78	25.8236	62.1599
8	0.91	34.4313	70.1548
9	1.04	44.0345	77.4740
10	1.17	54.5453	84.1174
11	1.30	65.8758	90.0851

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

L'ascissa X(espressa in m) è considerata positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

Taglio positivo se diretto verso l'alto, espresso in kN

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.08	-0.2302	-5.5004
3	0.17	-0.9055	-10.7254
4	0.25	-2.0030	-15.6750
5	0.33	-3.4999	-20.3491
6	0.42	-5.3733	-24.7477
7	0.50	-7.6004	-28.8709
8	0.58	-10.1582	-32.7186
9	0.66	-13.0241	-36.2909
10	0.75	-16.1749	-39.5878
11	0.83	-19.5880	-42.6092

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio che è capace di assorbire il cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Nr.	Y	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	30.00	6.16	6.16	0.00	0.00	1000.00	188.00	0.00
2	0.16	100.00	31.33	6.16	6.16	3922.62	-46.04	2508.46	197.63	0.00
3	0.32	100.00	32.66	6.16	6.16	3610.15	-166.11	1129.83	207.26	0.00
4	0.48	100.00	34.00	6.16	6.16	2607.48	-248.86	532.72	216.90	0.00
5	0.64	100.00	35.33	6.16	6.16	1754.63	-263.35	263.39	226.53	0.00
6	0.80	100.00	36.66	6.16	6.16	1045.21	-219.70	123.01	236.16	0.00
7	0.96	100.00	37.99	6.16	6.16	638.52	-177.09	61.40	245.80	0.00
8	1.12	100.00	39.33	6.16	6.16	427.87	-150.56	34.59	255.43	0.00
9	1.28	100.00	40.66	6.16	6.16	318.84	-138.23	22.13	265.06	0.00
10	1.44	100.00	41.99	6.16	6.16	252.89	-131.97	15.31	274.70	0.00
11	1.60	100.00	43.32	6.16	6.16	209.06	-128.84	11.19	284.33	0.00
12	1.76	100.00	44.66	6.16	6.16	178.04	-127.53	8.51	293.96	0.00
13	1.92	100.00	45.99	6.16	6.16	155.06	-127.38	6.67	303.60	0.00
14	2.08	100.00	47.32	6.16	6.16	137.43	-127.99	5.36	313.23	0.00
15	2.24	100.00	48.65	6.16	6.16	123.53	-129.16	4.40	322.86	0.00
16	2.40	100.00	49.98	6.16	6.16	112.33	-130.71	3.67	332.50	0.00
17	2.56	100.00	51.32	6.16	6.16	103.13	-132.56	3.11	342.13	0.00
18	2.72	100.00	52.65	12.32	12.32	186.82	-263.51	5.22	351.76	0.00
19	2.88	100.00	53.98	6.16	6.16	88.97	-136.89	2.31	361.40	0.00
20	3.04	100.00	55.31	6.16	6.16	83.43	-139.30	2.02	371.03	0.00
21	3.20	100.00	56.65	6.16	6.16	78.64	-141.81	1.78	380.67	0.00

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A _{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A _{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
N _u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M _u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
Vcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls
Vwd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura

Fondazione di valle

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso monte con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di valle)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	0.00	1000.00	332.61	0.00
2	0.13	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	135.70	332.61	0.00
3	0.26	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	34.57	332.61	0.00
4	0.39	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	15.66	332.61	0.00
5	0.52	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	8.98	332.61	0.00
6	0.65	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	5.86	332.61	0.00
7	0.78	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	4.15	332.61	0.00
8	0.91	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	3.12	332.61	0.00
9	1.04	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	2.44	332.61	0.00
10	1.17	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	1.97	332.61	0.00
11	1.30	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	107.28	1.63	332.61	0.00

Fondazione di monte

(L'ascissa X, espressa in [m], è positiva verso valle con origine in corrispondenza dell'estremo libero della fondazione di monte)

Nr.	X	B	H	A _{fs}	A _{fi}	N _u	M _u	CS	Vcd	Vwd
1	0.00	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	0.00	1000.00	332.61	0.00
2	0.08	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	466.07	332.61	0.00
3	0.17	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	118.48	332.61	0.00
4	0.25	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	53.56	332.61	0.00
5	0.33	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	30.65	332.61	0.00
6	0.42	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	19.96	332.61	0.00
7	0.50	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	14.11	332.61	0.00
8	0.58	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	10.56	332.61	0.00
9	0.66	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	8.24	332.61	0.00
10	0.75	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	6.63	332.61	0.00
11	0.83	100.00	50.00	6.16	6.16	0.00	-107.28	5.48	332.61	0.00

COMBINAZIONE n° 6

Valore della spinta statica	104.3026	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	100.6016	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	27.5382	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 0.83	[m]	Y = -2.01	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.31	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	42.14	[°]		
Incremento sismico della spinta	17.2640	[kN]		
Punto d'applicazione dell'incremento sismico di spinta	X = 0.83	[m]	Y = -2.01	[m]
Inclinazione linea di rottura in condizioni sismiche	38.77	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	49.1360	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.41	[m]	Y = -1.60	[m]
Inerzia del muro	3.7172	[kN]		
Inerzia verticale del muro	-1.8586	[kN]		
Inerzia del terrapieno fondazione di monte	2.7243	[kN]		
Inerzia verticale del terrapieno fondazione di monte	-1.3622	[kN]		

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	123.9702	[kN]		
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	150.0266	[kN]		
Resistenza passiva a valle del muro	-5.6889	[kN]		
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	213.6562	[kNm]		
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	302.3101	[kNm]		
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	150.0266	[kN]		
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	123.9702	[kN]		
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.76	[m]		
Risultante in fondazione	194.6191	[kN]		
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	39.57	[°]		
Momento rispetto al baricentro della fondazione	113.6167	[kNm]		

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.41
--	------

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 [kN]

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 [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Bishop

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce 25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -0.58 Y[m]= 2.61

Raggio del cerchio R[m]= 6.47

Ascissa a valle del cerchio Xi[m]= -3.81

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.89

Larghezza della striscia dx[m]= 0.39

Coefficiente di sicurezza C= 1.39

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	$\alpha(^{\circ})$	$W\sin\alpha$	$b/\cos\alpha$	ϕ	c	u
1	951.10	80.03	936.73	2.24	23.04	0.000	0.000
2	1989.87	65.85	1815.70	0.95	23.04	0.000	0.000
3	2451.77	58.37	2087.48	0.74	23.04	0.000	0.000
4	2780.59	52.28	2199.40	0.63	23.04	0.000	0.000
5	3030.91	46.95	2214.83	0.57	23.04	0.000	0.000
6	3226.04	42.11	2163.38	0.52	23.04	0.000	0.000
7	3378.63	37.63	2062.65	0.49	23.04	0.000	0.000
8	3465.40	33.40	1907.44	0.46	23.04	0.000	0.000
9	3375.01	29.36	1655.00	0.45	24.09	0.073	0.000
10	3242.27	25.49	1395.23	0.43	24.79	0.122	0.000
11	3085.97	21.73	1142.70	0.42	24.79	0.122	0.000
12	2907.74	18.07	902.15	0.41	24.79	0.122	0.000
13	2732.26	14.49	683.71	0.40	24.79	0.122	0.000
14	2848.84	10.97	541.89	0.40	24.79	0.122	0.000
15	2898.82	7.48	377.41	0.39	24.79	0.122	0.000
16	3550.83	4.02	249.18	0.39	24.79	0.122	0.000
17	1562.48	0.58	15.87	0.39	24.79	0.122	0.000
18	744.04	-2.86	-37.10	0.39	24.79	0.122	0.000
19	720.64	-6.31	-79.18	0.39	24.79	0.122	0.000
20	677.68	-9.78	-115.14	0.39	24.79	0.122	0.000
21	510.67	-13.29	-117.41	0.40	24.79	0.122	0.000

22	432.05	-16.85	-125.27	0.41	24.79	0.122	0.000
23	333.41	-20.49	-116.68	0.41	24.79	0.122	0.000
24	213.39	-24.21	-87.49	0.43	24.79	0.122	0.000
25	70.20	-28.04	-33.00	0.44	24.79	0.122	0.000

$\Sigma W_i = 501.9185$ [kN]

$\Sigma W_i \sin \alpha_i = 212.2139$ [kN]

$\Sigma W_i \tan \phi_i = 223.7187$ [kN]

$\Sigma \tan \alpha_i \tan \phi_i = 6.14$

Elenco ferri

Simbologia adottata

Destinazione Destinazione ferro

ϕ Diametro ferro espresso in [mm]

n Numero tondini

L Lunghezza totale ferro espressa in [cm]

P Peso singolo ferro espresso in [kN]

P_g Peso gruppo espresso in [kN]

Destinazione	ϕ	n	L	P	P_g
Fondazione	14.00	4	362.45	0.0430	0.1718
Fondazione	14.00	4	362.45	0.0430	0.1718
Paramento	14.00	4	156.34	0.0185	0.0741
Paramento	14.00	4	367.10	0.0435	0.1740
Paramento	14.00	4	156.00	0.0185	0.0739
Paramento	14.00	4	366.00	0.0434	0.1735
Fondazione	8.00	6	58.11	0.0022	0.0135
Paramento	8.00	6	51.45	0.0020	0.0119