

PROVINCIA DI ORISTANO

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA

TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44

AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI RISOLUZIONE CONTRATTUALE

CUP: F17H13000910002 - CIG: 98307374CF

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

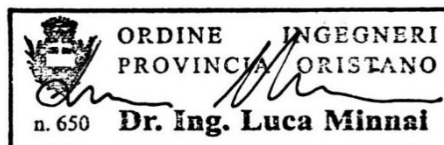
OGGETTO:

RELAZIONE SINTETICA ILLUSTRATIVA E DI CALCOLO

Muro di Controripa (solo zone di completamento)

IL RESPONSABILE DEL
PROGETTO (RSP)
Geom. Alessandro Serra

IL PROGETTISTA
Ing. Luca Minnai



NOTE:

SCALA:

DATA: settembre
2024

REV.:

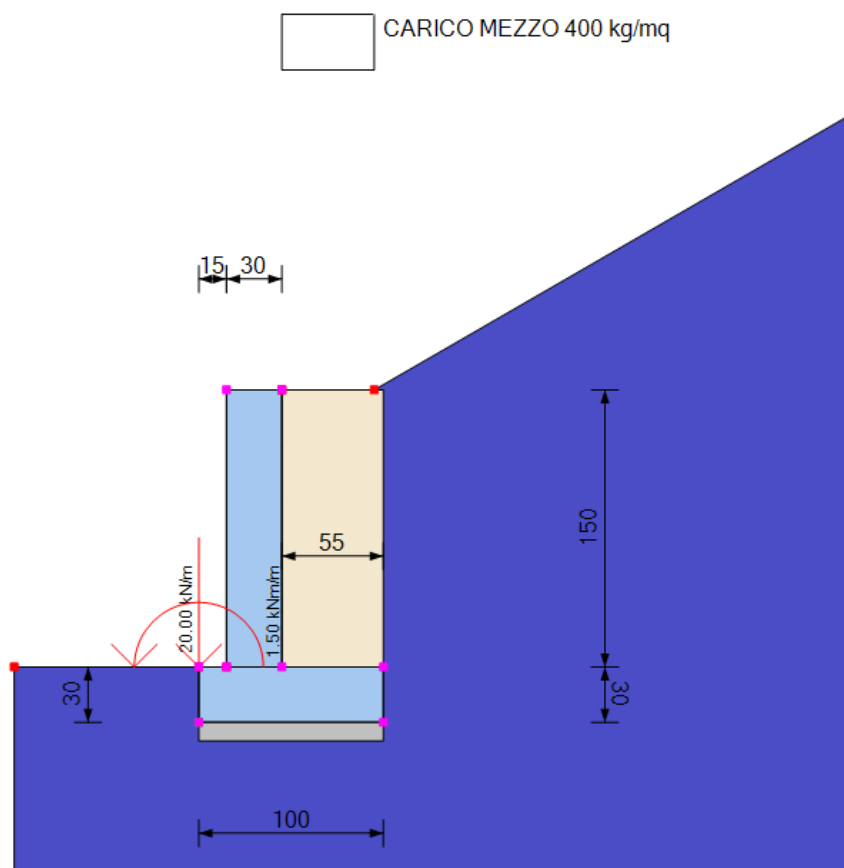
TAVOLA:

Allegato P3

PREMESSA

La presente relazione di calcolo è da intendersi come verifica della porzione di muratura che si sta andando a completare con la sola parte in elevazione, al fine di effettuare le verifiche nei confronti dell'aggiornamento normativo delle NTC'2018. In particolare, si è considerata la reale conformazione della muratura e il contributo in termini di peso della placcatura basaltica di spessore non trascurabile. Si sono inoltre considerate le diverse fasi di realizzazione in maniera tale da considerare le sollecitazioni anche in queste fasi intermedie. Si fa presente che tale verifica riguarda esclusivamente la porzione che si sta andando a completare, e non la parte dell'opera già realizzata, la quale rimane di responsabilità del progettista originale dell'opera e non facente parte del presente lavoro, così come le prove geologico-geotecniche sono state indirizzate allo studio della porzione di completamento dell'opera.

Per le verifiche di stabilità globale e per lo studio di compatibilità geologico-geotecnica, si rimanda alle prove in situ e di laboratorio e alle relazioni della SoilTech s.n.c. del Dott. Geol. Paolo Caula in collaborazione col Dott. Geol. Antonello Piredda commissionate dall'Ente Provincia di Oristano (CUP: F117H13000910002 - CIG: ZDC3C6E7A6).



RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA

DESCRIZIONE TIPOLOGIA	Completamento Muro controterra lato VALLE
Peso del muro	18,75 kN
Coordinate baricentro braccio x	0,38 m
Coordinate baricentro braccio y	0,69 m
Peso della porzione stabilizzante del terreno (A1+M1+R3 (FASE 2 - SI Placcatura NO Carico)	16,09 kN
Peso della porzione stabilizzante del terreno (A_Unitari+M1+RSLV)	12,38 kN
Peso della porzione stabilizzante del terreno (A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%))	12,38 kN
Peso della porzione stabilizzante del terreno (A1+M1+R3 (FASE 2 - SI placcatura SI carico)	16,09 kN
Peso della porzione stabilizzante del terreno (A1+M1+R3 (FASE 1 - NO placcatura NO carico)	16,09 kN
Peso della porzione stabilizzante del terreno (A1+M1+R3 (FASE 1 - NO placcatura SI carico)	12,38 kN
Peso della porzione stabilizzante del terreno (SLE RARA)	12,38 kN
Peso della porzione stabilizzante del terreno (SLE FREQUENTE)	12,38 kN
Peso della porzione stabilizzante del terreno (SLE QUASI PERMANENTE)	12,38 kN
Peso della porzione stabilizzante del terreno (SISMA (FASE 1))	12,38 kN
Coordinate baricentro braccio x	0,73 m
Coordinate baricentro braccio y	1,05 m

Descrizione	Ascissa iniziale (cm)	Ascissa finale (cm)	Valore iniziale (kPa)	Valore finale (kPa)	Profondità (cm)
CARICO MEZZO 400 kg/mq	0.0	50.0	4.0	4.0	0.0

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	780	30	19.90	31	3.00	0	No		Roccia di origine vulcanica variamente

Il muro è in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno

Il muro è libero di ruotare e traslare rispetto al piede

Quota del piano di falda rispetto alla base del muro 0,00 cm

Angolo di inclinazione del terreno alle spalle del muro 0,00 °

Angolo di inclinazione dell'estradosso del muro 90,00 °

Altezza del muro	150 cm
Larghezza della fondazione a valle del muro	15 cm
Larghezza della fondazione a monte del muro	55 cm
Larghezza della fondazione	100 cm
Calcestruzzo utilizzato	C25/30
Acciaio utilizzato	B450C
Armatura compressa sezione di attacco mensola in elevazione	3.39 cm ²
Armatura tesa sezione di attacco mensola in elevazione	4.52 cm ²
Sezione	30 m
Copriferro	5 cm
Armatura compressa sezione di attacco fondazione lato monte	3.39 cm ²
Armatura tesa sezione di attacco fondazione lato monte	4.52 cm ²
Sezione	30 m
Copriferro	5 cm
Coefficiente sismico orizzontale utilizzato per le verifiche SLU Kh	0.0273
Coefficiente sismico verticale utilizzato per le verifiche SLU kv	0.0137
Nome combinazione	A1+M1+R3 (FASE 2 - SI Placcatura NO Carico
Tipo combinazione	GEO-STRU
COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1
COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)	
Peso muro	1
Spinta terreno	1.3
Peso terreno mensola	1.3
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1
Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	0
PLACCATURA	1.3
Risultante dell spinte applicate al muro	19,88 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	68,50 cm
Nome combinazione	A_Unitari+M1+RSLV
Tipo combinazione	GEO-STRU
COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1
COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)	
Peso muro	1
Spinta terreno	1
Peso terreno mensola	1
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1

Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	0
PLACCATURA	1
Risultante dell spinte applicate al muro	16,82 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	71,71 cm
Nome combinazione	A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)
Tipo combinazione	GEO
COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1
COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)	
Peso muro	1
Spinta terreno	1
Peso terreno mensola	1
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1
Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	0
PLACCATURA	1
Risultante dell spinte applicate al muro	18,85 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	79,42 cm
Nome combinazione	A1+M1+R3 (FASE 2 - SI placcatura SI carico
Tipo combinazione	GEO-STRU
COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1
COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)	
Peso muro	1
Spinta terreno	1.3
Peso terreno mensola	1.3
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1
Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	1.3
PLACCATURA	1.3
Risultante dell spinte applicate al muro	21,19 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	70,56 cm
Nome combinazione	A1+M1+R3 (FASE 1 - NO placcatura NO carico
Tipo combinazione	GEO-STRU
COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1
COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)	
Peso muro	1
Spinta terreno	1.3

Peso terreno mensola	1.3
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1
Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	0
PLACCATURA	0
Risultante dell spinte applicate al muro	19,88 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	68,50 cm
Nome combinazione	A1+M1+R3 (FASE 1 - NO placcatura SI carico
Tipo combinazione	GEO-STRU
COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1
COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)	
Peso muro	1
Spinta terreno	1
Peso terreno mensola	1
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1
Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	1.3
PLACCATURA	0
Risultante dell spinte applicate al muro	18,12 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	73,99 cm
Nome combinazione	SLE RARA
Tipo combinazione	GEO-STRU
COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1
COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)	
Peso muro	1
Spinta terreno	1
Peso terreno mensola	1
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1
Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	1
PLACCATURA	1
Risultante dell spinte applicate al muro	17,82 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	73,49 cm
Nome combinazione	SLE FREQUENTE
Tipo combinazione	GEO-STRU
COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1

COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)

Peso muro	1
Spinta terreno	1
Peso terreno mensola	1
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1
Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	1
PLACCATURA	1

Risultante dell spinte applicate al muro	17,82 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	73,49 cm

Nome combinazione	SLE QUASI PERMANENTE
Tipo combinazione	GEO-STRU

COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1
--	------------

COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)

Peso muro	1
Spinta terreno	1
Peso terreno mensola	1
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1
Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	1
PLACCATURA	1

Risultante dell spinte applicate al muro	17,82 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	73,49 cm

Nome combinazione	SISMA (FASE 1)
Tipo combinazione	GEO

COEFFICIENTI PARZIALI M: (Fi, c, cu, Peso)	1, 1, 1, 1
--	------------

COEFFICIENTI PARZIALI FORZE (A)

Peso muro	1
Spinta terreno	1
Peso terreno mensola	1
Spinta falda	1
Spinta sismica in x	1
Spinta sismica in y	1
CARICO MEZZO 400 kg/mq	0
PLACCATURA	0

Risultante dell spinte applicate al muro	18,85 kN
Braccio della risultante delle spinte applicate al muro	79,42 cm

RELAZIONE DI CALCOLO

Normative di riferimento:

NTC 2018 - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni» - D.M. 17 gennaio 2018

CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.

Calcolo della spinta attiva con Coulomb

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Coulomb è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida.

Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

$$P_t = K_a \cdot \gamma_t \cdot z$$

La spinta S_t è applicata ad $1/3 H$ di valore

$$S_t = \frac{1}{2} \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_a$$

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta - \varphi)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta + \delta) \cdot \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi - \varepsilon)}{\sin(\beta + \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di K_a :

$d < (b - \varphi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau

γ_t = Peso unità di volume del terreno;

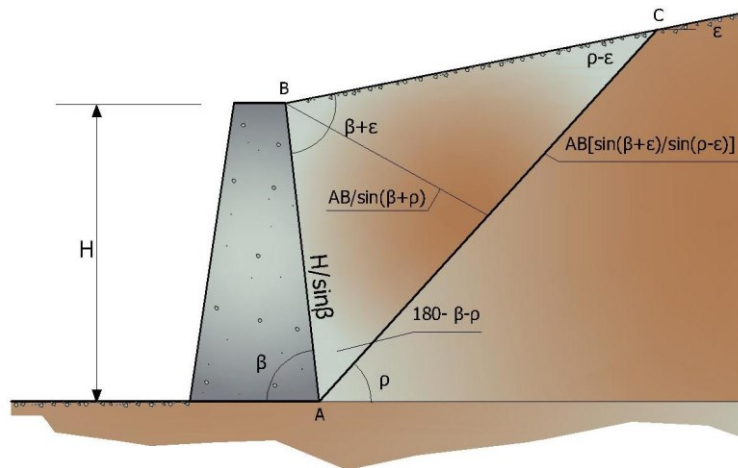
b = Inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede;

j = Angolo di resistenza al taglio del terreno;

d = Angolo di attrito terra-muro;

ε = Inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, positiva se antioraria;

H = Altezza della parete.



Cuneo di rottura usato per la derivazione dell'equazione di Coulomb relativa alla pressione attiva.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

Se $e = d = 0$ e $b = 90^\circ$ (muro con parete verticale liscia e terrapieno con superficie orizzontale) la spinta S_t si semplifica nella forma:

$$S_t = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \frac{(1 - \sin \varphi)}{(1 + \sin \varphi)} = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \tan^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right)$$

che coincide con l'equazione di Rankine per il calcolo della spinta attiva del terreno con terrapieno orizzontale.

In effetti Rankine adottò essenzialmente le stesse ipotesi fatte da Coulomb, ad eccezione del fatto che trascurò l'attrito terra-muro e la presenza di coesione. Nella sua formulazione generale l'espressione di K_a di Rankine si presenta come segue:

$$K_a = \cos \epsilon \frac{\cos \epsilon - \sqrt{\cos^2 \epsilon - \cos^2 \varphi}}{\cos \epsilon + \sqrt{\cos^2 \epsilon - \cos^2 \varphi}}$$

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

Il calcolo della spinta attiva con il metodo di Mononobe & Okabe riguarda la valutazione della spinta in condizioni sismiche con il metodo pseudo-statico. Esso è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dal muro e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura in una configurazione fittizia di calcolo nella quale l'angolo ϵ , di inclinazione del piano campagna rispetto al piano orizzontale, e l'angolo b , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede,

vengono aumentati di una quantità θ tale che:

$$\tan\theta = \left(\frac{k_h}{1 \pm k_h} \right)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Nelle verifiche, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni (NTC 2018):

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{\max}$ = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito è pari a:

$\beta_m = 0.38$ nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLV)

$\beta_m = 0.47$ nelle verifiche allo stato limite di esercizio (SLD).

Per muri non liberi di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario. I valori del coefficiente β_m possono essere incrementati in ragione di particolari caratteristiche prestazionali del muro, prendendo a riferimento il diagramma di Figura 7.11.3 di cui al successivo § 7.11.6.3.2.

Nel caso di muri di sostegno liberi di traslare o di ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuta al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di specifici studi, si deve assumere che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

Lo stato limite di ribaltamento deve essere trattato impiegando coefficienti parziali unitari sulle azioni e sui parametri geotecnici (§ 7.11.1) e utilizzando valori di β_m incrementati del 50% rispetto a quelli innanzi indicati e comunque non superiori all'unità.

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti k_h e k_v in dipendenza di vari fattori:

$$k_h = \beta_m \cdot \left(\frac{a_{\max}}{g} \right); k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

β_m coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito; per i muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno il coefficiente β_m assume valore unitario. Per i muri liberi di traslare o ruotare intorno al piede, si può assumere che l'incremento di spinta dovuto al sisma agisca nello stesso punto di quella statica. Negli altri casi, in assenza di studi specifici, si assume che tale incremento sia applicato a metà altezza del muro.

$a_{\max}$ = Accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = Accelerazione di gravità.

Tutti i fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio.

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

S = coefficiente comprendente l'effetto di amplificazione stratigrafica S_S e di amplificazione topografica S_T .

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Questi valori sono calcolati come funzione del punto in cui si trova il sito oggetto di analisi. Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - PVR)}$$

Con V_R vita di riferimento della costruzione e PVR probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato. La vita di riferimento dipende dalla vita nominale della costruzione e dalla classe d'uso della costruzione (in linea con quanto previsto al punto 2.4.3 delle NTC). In ogni caso V_R dovrà essere maggiore o uguale a 35 anni.

Per l'applicazione dell'Eurocodice 8 (progettazione geotecnica in campo sismico) il coefficiente sismico orizzontale viene così definito:

$$k_h = \frac{a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S}{g}$$

a_{gR} = Accelerazione di picco di riferimento su suolo rigido affiorante;

γ_I = Fattore di importanza;

S = Soil factor e dipende dal tipo di terreno (da A ad E);

$a_g = a_{gR} \gamma_I$ è la “design ground acceleration on type A ground”.

Il coefficiente sismico verticale k_v è definito in funzione di k_h , e vale:

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

Effetto dovuto alla coesione

La coesione induce delle pressioni negative costanti pari a:

$$P_c = -2 \cdot c \cdot \sqrt{K_a}$$

Non essendo possibile stabilire a priori quale sia il decremento indotto nella spinta per effetto della coesione, è stata calcolata un'altezza critica Z_c come segue:

$$Z_c = \frac{2 \cdot c}{\gamma} \cdot \frac{1}{\sqrt{K_A}} - \frac{Q \cdot \frac{\sin \beta}{\sin (\beta + \varepsilon)}}{\gamma}$$

dove

Q = Carico agente sul terrapieno.

Se $Z_c < 0$ è possibile sovrapporre direttamente gli effetti, con decremento pari a:

$$S_c = P_c \cdot H$$

con punto di applicazione pari a $H/2$.

Carico uniforme sul terrapieno

Un carico Q, uniformemente distribuito sul piano campagna induce delle pressioni costanti pari a:

$$P_q = K_a \cdot Q \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

$$S_q = K_a \cdot Q \cdot H \cdot \frac{\sin\beta}{\sin(\beta + \varepsilon)}$$

Con punto di applicazione ad $H/2$, avendo indicato con K_a il coefficiente di spinta attiva secondo Muller-Breslau.

Spinta attiva in condizioni sismiche

In presenza di sisma la forza di calcolo esercitata dal terrapieno sul muro è data da:

$$E_d = \frac{1}{2} \gamma \cdot (1 \pm k_v) \cdot KH^2 + E_{ws} + E_{wd}$$

Dove:

H = Altezza muro;

k_v = Coefficiente sismico verticale;

g = Peso per unità di volume del terreno;

K = Coefficienti di spinta attiva totale (statico + dinamico);

E_{ws} = Spinta idrostatica dell'acqua;

E_{wd} = Spinta idrodinamica.

Per terreni impermeabili la spinta idrodinamica $E_{wd} = 0$, ma viene effettuata una correzione sulla valutazione dell'angolo ϑ della formula di Mononobe & Okabe così come di seguito:

$$\operatorname{tg} \vartheta = \frac{\gamma_{sat}}{\gamma_{sat} - \gamma_w} \cdot \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Nei terreni ad elevata permeabilità in condizioni dinamiche continua a valere la correzione di cui sopra, ma la spinta idrodinamica assume la seguente espressione:

$$E_{wd} = \frac{7}{12} k_h \gamma_w H^2$$

Con H' altezza del livello di falda misurato a partire dalla base del muro.

Spinta idrostatica

La falda con superficie distante H_w dalla base del muro induce delle pressioni idrostatiche normali alla parete che, alla profondità z , sono espresse come segue:

$$P_w(z) = \gamma_w \cdot z$$

Con risultante pari a:

$$S_w = \frac{1}{2} \gamma_w \cdot H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo g_t con g'_t ($g'_t = g_{\text{saturo}} - g_w$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

Per terreno omogeneo il diagramma delle pressioni risulta lineare del tipo:

$$P_t = K_p \cdot \gamma_t \cdot z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

$$S_p = \frac{1}{2} \cdot \gamma_t \cdot H^2 \cdot K_p$$

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\sin^2(\varphi + \beta)}{\sin^2\beta \cdot \sin(\beta - \delta) \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \varphi) \cdot \sin(\varphi + \varepsilon)}{\sin(\beta - \delta) \cdot \sin(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

(Muller-Breslau) con valori limiti di δ pari a:

$$\delta < \beta - \varphi - \varepsilon$$

L'espressione di K_p secondo la formulazione di Rankine assume la seguente forma:

$$K_p = \frac{\cos\varepsilon + \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}{\cos\varepsilon - \sqrt{\cos^2\varepsilon - \cos^2\varphi}}$$

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

VESIC - Analisi a breve termine

Affinché la fondazione di un muro possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$V_d \leq R_d$$

Dove V_d è il carico di progetto, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso del muro; mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

Nella valutazione analitica del carico limite di progetto R_d si devono considerare le situazioni a breve e a lungo termine nei terreni a grana fine. Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q$$

Dove:

$A' = B' \cdot L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u = Coesione non drenata;

q = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c = Fattore di forma;

$s_c = 0.2 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right)$ per fondazioni rettangolari, il valore di s_c viene assunto pari ad 1 per fondazioni nastroformi

d_c = Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \quad \text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c = Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H;

$$i_c = 1 - \frac{2H}{A_f \cdot c_a \cdot N_c}$$

A_f = Area efficace della fondazione;

c_a = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

VESIC - Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'}\right)^m$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'}\right)^{m+1}$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_c \cdot \tan \varphi'}$$

$$m = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi \cdot (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_\gamma = 1$$

HANSEN - Analisi a breve termine

$$\frac{R}{A'} \leq (2 + \pi) \cdot c_u (1 + s_c + d_c - i_c) + q$$

Dove:

$A' = B' L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u = Coesione non drenata;

q = Pressione litostatica totale sul piano di posa;

s_c = Fattore di forma, $s_c = 0$ per fondazioni nastriformi;

d_c = Fattore di profondità;

$$d_c = 0.4 \cdot K \text{ con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

i_c = Fattore correttivo di inclinazione del carico;

$$i_c = 0.5 - 0.5 \sqrt{1 - \frac{H}{A_f c_a}}$$

A_f = Area efficace della fondazione;

c_a = Aderenza alla base, pari alla coesione o ad una sua frazione.

HANSEN- Analisi a lungo termine

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$\frac{R}{A'} \leq c' \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c \cdot d_c + q' \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q \cdot d_q + 0.5 \cdot \gamma' \cdot B' \cdot N_\gamma \cdot s_\gamma \cdot i_\gamma \cdot d_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \varphi'} \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi'}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \cot \varphi'$$

$$N_\gamma = 1.5 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan \varphi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + \left(\frac{B'}{L'} \right) \cdot \tan \varphi' \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \cdot \left(\frac{B'}{L'} \right) \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B'}{L'} \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

$$s_c = s_q = s_\gamma = 1 \quad \text{per fondazione nastriforme}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = \left(1 - \frac{0.5 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{0.7 \cdot H}{V + A_f \cdot c_a \cot \varphi'} \right)^5$$

$$i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

Fattori di profondità

$$d_c = 1 + 0.4K$$

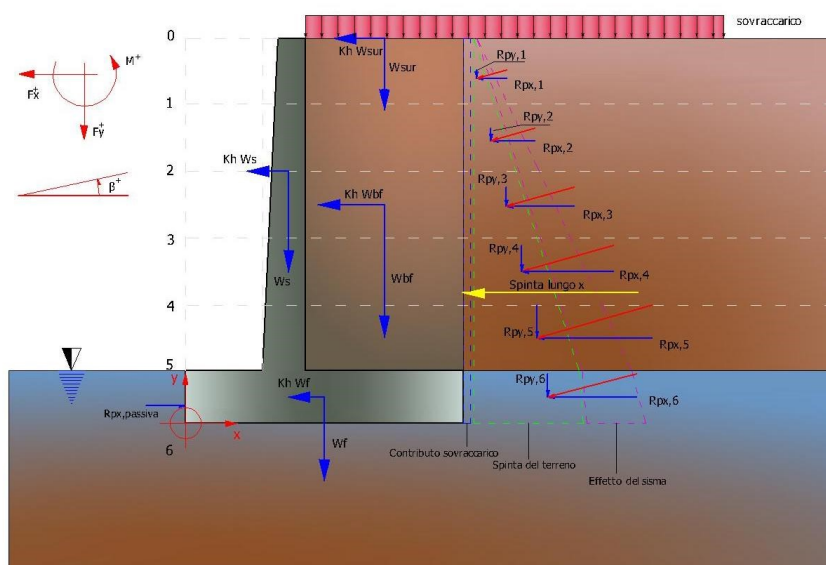
$$d_q = 1 + 2 \tan \varphi (1 - \sin \varphi) \cdot K$$

$$\text{con } K = \frac{D}{B} \text{ se } \frac{D}{B} \leq 1 \text{ altrimenti } K = \arctan \frac{D}{B}$$

$$d_{\gamma} = 1$$

Sollecitazioni muro

Per il calcolo delle sollecitazioni il muro è stato discretizzato in n-tratti in funzione delle sezioni significative e per ogni tratto sono state calcolate le spinte del terreno (valutate secondo un piano di rottura passante per il paramento lato monte), le risultanti delle forze orizzontali e verticali e le forze inerziali.



Schema delle forze agenti su un muro e convenzioni sui segni

Calcolo delle spinte per le verifiche globali

Le spinte sono state valutate ipotizzando un piano di rottura passante per l'estradosso della mensola di fondazione lato monte, tale piano è stato discretizzato in n-tratti.

Convenzione segni

- Forze verticali positive se dirette dall'alto verso il basso;
- Forze orizzontali positive se dirette da monte verso valle;
- Coppie positive se antiorarie;
- Angoli positivi se antiorari.

Dati generali

Codice progetto	SP44
Descrizione	Completamento Muro controterra lato VALLE
Comune di	Mogoro (OR)
Tecnico	Luca Minnai
Data	23/01/2024 15:39:03
Condizioni ambientali	Ordinarie
Zona	MOGORO (OR)
Lat./Long. [WGS84]	40.086143/8.980026
Normativa GEO	NTC 2018
Normativa STR	NTC 2018
Spinta	Mononobe & Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	150.0 cm
Spessore testa muro	30.0 cm
Risega muro lato valle	0.0 cm
Risega muro lato monte	0.0 cm
Sporgenza mensola a valle	15.0 cm
Sporgenza mensola a monte	55.0 cm
Svaso mensola a valle	0.0 cm
Altezza estremità mensola a valle	30.0 cm
Altezza estremità mensola a monte	30.0 cm

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe I
Vita nominale:	50,0 [anni]
Vita di riferimento:	35,0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,186	2,61	0,273
S.L.D.	50,0	0,235	2,67	0,296
S.L.V.	475,0	0,49	2,88	0,34
S.L.C.	975,0	0,588	2,98	0,372

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera:

Classe I

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,2678	0,0	0,0	0,0
S.L.D.	0,3384	0,47	0,0162	0,0081
S.L.V.	0,7056	0,38	0,0273	0,0137
S.L.C.	0,8467	0,0	0,0	0,0

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

Conglomerati

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fcd [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
1	C20/25	25	29960	20	11.33	1.03	2.21
2	C25/30	30	31470	25	14.16	1.19	2.56
3	C28/35	35	32300	28	15.86	1.28	2.76
4	C40/50	50	35220	40	19.83	1.49	3.2

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniziale	β1*β2 finale
1	B450C	200000	450	391.3	540	391.3	0.075	0.0675	1	0.5
2	B450C*	200000	450	391.3	540	450	0.075	0.0675	1	0.5
3	B450C**	200000	450	391.3	458.3	398.5	0.012	0.01	1	0.5
4	S235H	200000	240	210	360	210	0.012	0.01	1	0.5
5	S275H	200000	280	243	460	244	0.012	0.01	1	0.5
6	S355H	200000	360	312	510	360	0.012	0.01	1	0.5

Materiali impiegati realizzazione muro C25/30 B450C

Copriferro, Elevazione 5.0 cm

Copriferro, Fondazione 5.0 cm

Copriferro, Dente di fondazione 3.0 cm

Stratigrafia

Ns	Spessore strato (cm)	Inclinazione dello strato. (°)	Peso unità di volume (KN/m ³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terreno muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione	
1	780	30	19.90	31	3.00	0	No		Roccia di origine vulcani	

									ca variame n
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------------------

Carichi concentrati

Descrizione	Posizione x (cm)	Posizione y (cm)	Fx (kN/m)	Fy (kN/m)	Mz (kNm/m)
PLACCATUR A	0.0	30.0	0.0	20.0	1.5

Carichi distribuiti

Descrizione	Ascissa iniziale (cm)	Ascissa finale (cm)	Valore iniziale (kPa)	Valore finale (kPa)	Profondità (cm)
CARICO MEZZO 400 kg/mq	0.0	50.0	4.0	4.0	0.0

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R3 (FASE 2 - SI Placcatura NO Carico)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.30
3	Peso terreno mensola	1.30
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	0.00
8	PLACCATURA	1.30

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

A Unitari+M1+RSLV

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00

6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	0.00
8	PLACCATURA	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

A Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	0.00
8	PLACCATURA	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 (FASE 2 - SI placcatura SI carico)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.30
3	Peso terreno mensola	1.30
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	1.30
8	PLACCATURA	1.30

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
-----	-----------	-----------------------

1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

A1+M1+R3 (FASE 1 - NO placcatura NO carico

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.30
3	Peso terreno mensola	1.30
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	0.00
8	PLACCATURA	0.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

A1+M1+R3 (FASE 1 - NO placcatura SI carico

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	1.30
8	PLACCATURA	0.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

SLE RARA

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	1.00
8	PLACCATURA	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

SLE FREQUENTE

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	1.00
8	PLACCATURA	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

SLE QUASI PERMANENTE

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	1.00
8	PLACCATURA	1.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.4
2	Scorrimento	1.1
3	Partecipazione spinta passiva	1.4
	Ribaltamento	1.15

SISMA (FASE 1)

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1.00
2	Spinta terreno	1.00
3	Peso terreno mensola	1.00
4	Spinta falda	1.00
5	Spinta sismica in x	1.00
6	Spinta sismica in y	1.00
7	CARICO MEZZO 400 kg/mq	0.00
8	PLACCATURA	0.00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1
2	Coesione efficace	1
3	Resistenza non drenata	1
4	Peso unità volume	1

Nr.	Verifica	Coefficienti resistenze
1	Carico limite	1.2
2	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1.2
	Ribaltamento	1

A1+M1+R3 (FASE 2 - SI Placcatura NO Carico [GEO+STR])

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0273
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.0137

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
180.0	150.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
150.0	120.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
120.0	90.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	60.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
60.0	30.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
----	----	-----	-----	--------	--------

1	180.0	150.0	0.72	0.0	162.61	150.0
2	150.0	120.0	1.41	0.0	133.78	120.0
3	120.0	90.0	2.1	0.0	104.18	90.0
4	90.0	60.0	2.79	0.0	74.38	60.0
5	60.0	30.0	3.48	0.0	44.5	30.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
150.0	0.06	2.25	30.0	165.0
120.0	0.12	4.5	30.0	150.0
90.0	0.18	6.75	30.0	135.0
60.0	0.25	9.0	30.0	120.0
30.0	0.31	11.25	30.0	105.0

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
150.0	0.78	2.25	0.1	30.0
120.0	2.26	4.5	0.54	30.0
90.0	4.42	6.75	1.52	30.0
60.0	7.27	9.0	3.26	30.0
30.0	10.82	11.25	5.96	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	2.55	42.16	S	115.22	0.0	144.34
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	4.41	42.38	S	115.25	0.0	50.1
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	6.88	42.68	S	115.28	0.0	25.58
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	9.35	42.98	S	115.31	0.0	15.55
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	11.2	43.21	S	115.34	0.0	10.46

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (100,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (100,0/206,8)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
206.8	180.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
180.0	150.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
150.0	120.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
120.0	90.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
90.0	60.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
60.0	30.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
30.0	0.0	19.9	26.0	30.68	0.0	3.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----

30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
0.0	0.5	0.55	0.06	0.5	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	206.8	180.0	0.7	0.36	193.72	193.77
2	180.0	150.0	0.78	0.39	163.88	164.07
3	150.0	120.0	1.54	0.71	133.55	133.64
4	120.0	90.0	2.42	1.1	104.08	104.12
5	90.0	60.0	3.31	1.49	74.33	74.35
6	60.0	30.0	4.2	1.88	44.47	44.48
7	30.0	0.0	4.95	2.72	14.46	15.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30.0	0.0	19.9	206.0	30.68	0.0	3.0	180.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180.0	3.08	-3.08	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30.0	0.0	-5.92	0.0	12.67	0.0

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	17.9	8.64	3.62
Carichi esterni	0.0	26.0	1.95
Peso muro	0.31	11.25	-3.05
Peso fondazione	0.2	7.5	-3.72
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.34	16.09	-11.26
Spinte fondazione	-5.92	0.0	-0.75
	12.83	69.48	-13.21

Momento stabilizzante -27.43 kNm
 Momento ribaltante 14.21 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	18.75 kN
Sommatoria forze verticali	69.48 kN
Coefficiente di attrito	0.59
Adesione	3.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	69.48 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	18.75 kN

Resistenza terreno	50.14 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	2.43
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-27.43 kNm
Momento ribaltante	14.21 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	1.68
Muro verificato a ribaltamento Csv>1	

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	12.83 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	69.48 kN
Somma momenti	-13.21 kNm
Larghezza fondazione	100.0 cm
Lunghezza	100.0 cm
Eccentricità su B	30.98 cm
Peso unità di volume	19.9 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	30.68 °
Coesione	3.0 kPa
Terreno sulla fondazione	30.0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19.9 kN/m ³
Nq	19.89
Nc	31.83
Ng	24.78
Fattori di forma	
sq	1.23
sc	1.24
sg	0.85
Inclinazione carichi	
iq	0.71
ic	0.7
ig	0.58
Fattori di profondità	
dq	1.22
dc	1.32
dg	1.0
Carico limite verticale (Qlim)	106.93 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	1.1

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	19.02 cm
Larghezza della fondazione	100.0 cm
x = 0.0 cm	243.54 kPa
x = 57.06 cm	0.00 kPa

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
15.0	-5.92	-4.6	3.57	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø12 (4,52)	4Ø12 (4,52)	6.03	42.57	S	115.27	0.0	24.58

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
45.0	4.95	40.77	-8.69	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	5.03	42.46	S	115.26	0.0	2.77

A_Unitari+M1+RSLV [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0273
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.0137

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
180.0	150.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
150.0	120.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
120.0	90.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	60.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
60.0	30.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	180.0	150.0	0.63	0.0	162.97	150.0
2	150.0	120.0	1.15	0.0	133.88	120.0
3	120.0	90.0	1.66	0.0	104.23	90.0
4	90.0	60.0	2.17	0.0	74.41	60.0
5	60.0	30.0	2.69	0.0	44.52	30.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

P_y Peso del muro (kN);
 P_x Forza inerziale (kN);
 X_p, Y_p Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	P_x	P_y	X_p	Y_p
150.0	0.06	2.25	30.0	165.0
120.0	0.12	4.5	30.0	150.0
90.0	0.18	6.75	30.0	135.0
60.0	0.25	9.0	30.0	120.0
30.0	0.31	11.25	30.0	105.0

Sollecitazioni sul muro

Q_u Origine ordinata minima del muro (cm).
 F_x Forza in direzione x (kN);
 F_y Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	F_x	F_y	M	H
-------	-------	-------	-----	-----

150.0	0.69	2.25	0.09	30.0
120.0	1.9	4.5	0.47	30.0
90.0	3.62	6.75	1.28	30.0
60.0	5.86	9.0	2.69	30.0
30.0	8.61	11.25	4.85	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	2.55	42.16	S	115.22	0.0	162.7
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	4.41	42.38	S	115.25	0.0	59.4
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	6.88	42.68	S	115.28	0.0	31.19
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	9.35	42.98	S	115.31	0.0	19.3
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	11.2	43.21	S	115.34	0.0	13.14

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (100, 0/0, 0)$
Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (100, 0/206, 8)$
Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0, 0/0, 0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
206.8	180.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	

180.0	150.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
150.0	120.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
120.0	90.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
90.0	60.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
60.0	30.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
30.0	0.0	19.9	26.0	30.68	0.0	3.0	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
—							
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
0.0	0.5	0.55	0.06	0.5	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
—						
1	206.8	180.0	0.7	0.36	193.72	193.77
2	180.0	150.0	0.76	0.39	164.2	164.07
3	150.0	120.0	1.31	0.71	133.75	133.64
4	120.0	90.0	1.96	1.1	104.17	104.12
5	90.0	60.0	2.61	1.49	74.37	74.35
6	60.0	30.0	3.27	1.88	44.5	44.48
7	30.0	0.0	3.82	2.72	14.48	15.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Q_i Quota iniziale strato (cm);
 Q_f Quota finale strato (cm);

G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30.0	0.0	19.9	206.0	30.68	0.0	3.0	180.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180.0	3.08	-3.08	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30.0	0.0	-5.92	0.0	12.67	0.0

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	14.43	8.64	1.71
Carichi esterni	0.0	20.0	1.5
Peso muro	0.31	11.25	-3.05
Peso fondazione	0.2	7.5	-3.72
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0

Terr. fondazione	0.34	12.38	-8.57
Spinte fondazione	-5.92	0.0	-0.75
	9.36	59.77	-12.89

Momento stabilizzante -24.74 kNm
 Momento ribaltante 11.85 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	15.28 kN
Sommatoria forze verticali	59.77 kN
Coefficiente di attrito	0.59
Adesione	3.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	59.77 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	15.28 kN
Resistenza terreno	44.38 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	2.91
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-24.74 kNm
Momento ribaltante	11.85 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	2.09
Muro verificato a ribaltamento Csv>1	

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	9.36 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	59.77 kN
Somma momenti	-12.89 kNm
Larghezza fondazione	100.0 cm
Lunghezza	100.0 cm
Eccentricità su B	28.43 cm
Peso unità di volume	19.9 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	30.68 °
Coesione	3.0 kPa
Terreno sulla fondazione	30.0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19.9 kN/m ³
Nq	19.89
Nc	31.83
Ng	24.78
Fattori di forma	
sq	1.26

sc	1.27
sg	0.83
Inclinazione carichi	
iq	0.76
ic	0.74
ig	0.64
Fattori di profondità	
dq	1.2
dc	1.28
dg	1.0
Carico limite verticale (Qlim)	132.48 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	1.85

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

—	
Ascissa centro sollecitazione	21.57 cm
Larghezza della fondazione	100.0 cm
x = 0.0 cm	184.76 kPa
x = 64.7 cm	0.00 kPa

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
—				
15.0	-5.92	-3.37	2.81	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
-----	-----	----	----	------	-----	-----	---------

4Ø12 (4,52)	4Ø12 (4,52)	6.03	42.57	S	115.27	0.0	33.52
-------------	-------------	------	-------	---	--------	-----	-------

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
---------	----	----	---	---

45.0	3.82	41.84	-8.52	30.0
------	------	-------	-------	------

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
Afs Area dei ferri superiori.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
-----	-----	----	----	------	-----	-----	---------

3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	3.79	42.31	S	115.24	0.0	2.7
-------------	-------------	------	-------	---	--------	-----	-----

A_Unitari+M1+RSLV+Beta (+50%) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0.0273
Coefficiente sismico verticale Kv	0.0137

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato (cm);
G Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);

Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
180.0	150.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
150.0	120.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
120.0	90.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	60.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
60.0	30.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	180.0	150.0	0.84	0.0	163.62	150.0
2	150.0	120.0	1.31	0.0	134.11	120.0
3	120.0	90.0	1.78	0.0	104.34	90.0
4	90.0	60.0	2.24	0.0	74.48	60.0
5	60.0	30.0	2.71	0.0	44.57	30.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
 Px Forza inerziale (kN);
 Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
150.0	0.09	2.25	30.0	165.0
120.0	0.18	4.5	30.0	150.0
90.0	0.28	6.75	30.0	135.0
60.0	0.37	9.0	30.0	120.0
30.0	0.46	11.25	30.0	105.0

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
150.0	0.94	2.25	0.13	30.0
120.0	2.34	4.5	0.61	30.0
90.0	4.21	6.75	1.58	30.0
60.0	6.55	9.0	3.18	30.0
30.0	9.35	11.25	5.55	30.0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (100,0/0,0)
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (100,0/206,8)
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
206.8	180.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
180.0	150.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	

150.0	120.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
120.0	90.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
90.0	60.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
60.0	30.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
30.0	0.0	19.9	26.0	30.68	0.0	3.0	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
—							
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
0.0	0.5	0.59	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
—						
1	206.8	180.0	1.16	0.6	193.72	193.77
2	180.0	150.0	1.2	0.6	164.67	164.61
3	150.0	120.0	1.66	0.88	134.14	134.04
4	120.0	90.0	2.23	1.22	104.36	104.31
5	90.0	60.0	2.81	1.56	74.49	74.46
6	60.0	30.0	3.38	1.9	44.58	44.55
7	30.0	0.0	3.85	2.72	14.53	15.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Q_i Quota iniziale strato (cm);
 Q_f Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);

Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30.0	0.0	19.9	206.0	30.68	0.0	3.0	180.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Kp Coefficiente di resistenza passiva.
 Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180.0	3.08	-3.08	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
 Qf Quota finale strato (cm)
 Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30.0	0.0	-5.92	0.0	12.67	0.0

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	16.29	9.49	3.45
Carichi esterni	0.0	20.0	1.5
Peso muro	0.46	11.25	-2.89
Peso fondazione	0.31	7.5	-3.7
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.51	12.38	-8.37

Spinte fondazione	-5.92	0.0	-0.75
	11.64	60.61	-10.77

Momento stabilizzante -25.58 kNm
Momento ribaltante 14.82 kNm

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante -25.58 kNm
Momento ribaltante 14.82 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv} 1.73
Muro verificato a ribaltamento C_{sv}>1

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
15.0	-5.92	-8.19	2.41	30.0

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
45.0	3.85	37.99	-9.69	30.0

A1+M1+R3 (FASE 2 - SI placcatura SI carico [GEO+STR])

Coefficiente sismico orizzontale K_h 0.0273
Coefficiente sismico verticale K_v 0.0137

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
180.0	150.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
150.0	120.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
120.0	90.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	60.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
60.0	30.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	180.0	150.0	0.88	0.0	163.05	150.0

2	150.0	120.0	1.57	0.0	133.9	120.0
3	120.0	90.0	2.27	0.0	104.24	90.0
4	90.0	60.0	2.96	0.0	74.42	60.0
5	60.0	30.0	3.65	0.0	44.53	30.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
150.0	0.06	2.25	30.0	165.0
120.0	0.12	4.5	30.0	150.0
90.0	0.18	6.75	30.0	135.0
60.0	0.25	9.0	30.0	120.0
30.0	0.31	11.25	30.0	105.0

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
150.0	0.95	2.25	0.12	30.0
120.0	2.58	4.5	0.64	30.0
90.0	4.91	6.75	1.74	30.0
60.0	7.93	9.0	3.65	30.0
30.0	11.63	11.25	6.57	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv Area dei ferri lato valle.
Afm Area dei ferri lato monte.
Nu Sforzo normale ultimo (kN);
Mu Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
V_{sdu} Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
-----	-----	----	----	------	-----	-----	---------

3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	2.55	42.16	S	115.22	0.0	119.43
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	4.41	42.38	S	115.25	0.0	43.76
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	6.88	42.68	S	115.28	0.0	23.03
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	9.35	42.98	S	115.31	0.0	14.27
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	11.2	43.21	S	115.34	0.0	9.72

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (100,0/0,0)

Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (100,0/206,8)

Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
206.8	180.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
180.0	150.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
150.0	120.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
120.0	90.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
90.0	60.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
60.0	30.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
30.0	0.0	19.9	26.0	30.68	0.0	3.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04

30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
0.0	0.5	0.55	0.06	0.5	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota iniziale strato (cm)
Qf Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	206.8	180.0	0.85	0.45	193.66	193.69
2	180.0	150.0	0.95	0.49	164.08	164.26
3	150.0	120.0	1.7	0.81	133.7	133.8
4	120.0	90.0	2.59	1.2	104.14	104.19
5	90.0	60.0	3.48	1.59	74.36	74.39
6	60.0	30.0	4.37	1.97	44.49	44.51
7	30.0	0.0	5.13	2.72	14.48	15.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
Qf Quota finale strato (cm);
G Peso unità di volume (KN/m³);
Eps Inclinazione dello strato. (°);
Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta Angolo attrito terra muro;
c Coesione (kPa);
β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30.0	0.0	19.9	206.0	30.68	0.0	3.0	180.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
Kp Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
---	----	-----	-----

180.0 3.08 -3.08 0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
—						
1	30.0	0.0	-5.92	0.0	12.67	0.0

Sollecitazioni totali

F_x Forza in direzione x (kN);
 F_y Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);

	F_x	F_y	M
—			
Spinta terreno	19.07	9.23	4.23
Carichi esterni	0.0	26.0	1.95
Peso muro	0.31	11.25	-3.05
Peso fondazione	0.2	7.5	-3.72
Sovraccarico	0.02	0.61	-0.37
Terr. fondazione	0.34	16.09	-11.26
Spinte fondazione	-5.92	0.0	-0.75
	14.02	70.67	-12.97

Momento stabilizzante -28.46 kNm
Momento ribaltante 15.48 kNm

Verifica alla traslazione

—	
Sommatoria forze orizzontali	19.94 kN
Sommatoria forze verticali	70.67 kN
Coefficiente di attrito	0.59
Adesione	3.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	70.67 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	19.94 kN
Resistenza terreno	50.85 kN
Coeff. sicurezza traslazione C_{sd}	2.32
Traslazione verificata $C_{sd} > 1$	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-28.46 kNm
Momento ribaltante	15.48 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv}	1.6
Muro verificato a ribaltamento $C_{sv} > 1$	

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (F_x)	14.02 kN
Somma forze in direzione y (F_y)	70.67 kN
Somma momenti	-12.97 kNm
Larghezza fondazione	100.0 cm
Lunghezza	100.0 cm
Eccentricità su B	31.64 cm
Peso unità di volume	19.9 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	30.68 °
Coesione	3.0 kPa
Terreno sulla fondazione	30.0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19.9 kN/m ³
N_q	19.89
N_c	31.83
N_g	24.78
Fattori di forma	
s_q	1.22
s_c	1.23
s_g	0.85
Inclinazione carichi	
i_q	0.69
i_c	0.67
i_g	0.56
Fattori di profondità	
d_q	1.23
d_c	1.33
d_g	1.0
Carico limite verticale (Q_{lim})	99.38 kN
Fattore sicurezza ($C_{sq} = Q_{lim}/F_y$)	1.0

Carico limite verificato $C_{sq} > 1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	18.36 cm
Larghezza della fondazione	100.0 cm

x = 0.0 cm	256.63 kPa
x = 55.08 cm	0.00 kPa

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
15.0	-5.92	-6.13	3.45	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø12 (4,52)	4Ø12 (4,52)	6.03	42.57	S	115.27	0.0	18.44

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
45.0	5.13	40.94	-9.33	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.

Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	5.03	42.46	S	115.26	0.0	2.76

A1+M1+R3 (FASE 1 - NO placcatura NO carico [GEO+STR])

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0273
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.0137

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
180.0	150.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
150.0	120.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
120.0	90.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	60.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
60.0	30.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 Ka Coefficiente di spinta attiva.
 Kd Coefficiente di spinta dinamica.
 Dk Coefficiente di incremento dinamico.
 Kax, Kay Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 Dkx, Dky Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----

0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
Q_f Quota finale strato (cm)
R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(R_{px}) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(R_{py}) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	<i>Q_i</i>	<i>Q_f</i>	<i>R_{px}</i>	<i>R_{py}</i>	<i>z(R_{px})</i>	<i>z(R_{py})</i>
1	180.0	150.0	0.72	0.0	162.61	150.0
2	150.0	120.0	1.41	0.0	133.78	120.0
3	120.0	90.0	2.1	0.0	104.18	90.0
4	90.0	60.0	2.79	0.0	74.38	60.0
5	60.0	30.0	3.48	0.0	44.5	30.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

P_y Peso del muro (kN);
P_x Forza inerziale (kN);
X_p, Y_p Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	<i>P_x</i>	<i>P_y</i>	<i>X_p</i>	<i>Y_p</i>
150.0	0.06	2.25	30.0	165.0
120.0	0.12	4.5	30.0	150.0
90.0	0.18	6.75	30.0	135.0
60.0	0.25	9.0	30.0	120.0
30.0	0.31	11.25	30.0	105.0

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
F_x Forza in direzione x (kN);
F_y Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	<i>F_x</i>	<i>F_y</i>	<i>M</i>	<i>H</i>

150.0	0.78	2.25	0.1	30.0
120.0	2.26	4.5	0.54	30.0
90.0	4.42	6.75	1.52	30.0
60.0	7.27	9.0	3.26	30.0
30.0	10.82	11.25	5.96	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	2.55	42.16	S	115.22	0.0	144.34
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	4.41	42.38	S	115.25	0.0	50.1
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	6.88	42.68	S	115.28	0.0	25.58
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	9.35	42.98	S	115.31	0.0	15.55
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	11.2	43.21	S	115.34	0.0	10.46

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (100, 0/0, 0)$
 Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (100, 0/206, 8)$
 Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0, 0/0, 0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
206.8	180.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
180.0	150.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
150.0	120.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	

120.0	90.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
90.0	60.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
60.0	30.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0
30.0	0.0	19.9	26.0	30.68	0.0	3.0	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
0.0	0.5	0.55	0.06	0.5	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	206.8	180.0	0.7	0.36	193.72	193.77
2	180.0	150.0	0.78	0.39	163.88	164.07
3	150.0	120.0	1.54	0.71	133.55	133.64
4	120.0	90.0	2.42	1.1	104.08	104.12
5	90.0	60.0	3.31	1.49	74.33	74.35
6	60.0	30.0	4.2	1.88	44.47	44.48
7	30.0	0.0	4.95	2.72	14.46	15.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Q_i Quota iniziale strato (cm);
 Q_f Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 E_{ps} Inclinazione dello strato. (°);

Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30.0	0.0	19.9	206.0	30.68	0.0	3.0	180.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180.0	3.08	-3.08	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	30.0	0.0	-5.92	0.0	12.67	0.0

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	17.9	8.64	3.62
Peso muro	0.31	11.25	-3.05
Peso fondazione	0.2	7.5	-3.72
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.34	16.09	-11.26
Spinte fondazione	-5.92	0.0	-0.75
	12.83	43.48	-15.16

Momento stabilizzante -27.43 kNm
 Momento ribaltante 12.26 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	18.75 kN
Sommatoria forze verticali	43.48 kN
Coefficiente di attrito	0.59
Adesione	3.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	43.48 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	18.75 kN
Resistenza terreno	34.72 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	1.68
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-27.43 kNm
Momento ribaltante	12.26 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	1.94
Muro verificato a ribaltamento Csv>1	

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	12.83 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	43.48 kN
Somma momenti	-15.16 kNm
Larghezza fondazione	100.0 cm
Lunghezza	100.0 cm
Eccentricità su B	15.12 cm
Peso unità di volume	19.9 kN/m³
Angolo di resistenza al taglio	30.68 °
Coesione	3.0 kPa
Terreno sulla fondazione	30.0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19.9 kN/m³
Nq	19.89
Nc	31.83
Ng	24.78
Fattori di forma	
sq	1.41
sc	1.44
sg	0.72
Inclinazione carichi	

iq	0.6
ic	0.58
ig	0.44
Fattori di profondità	
dq	1.12
dc	1.17
dg	1.0
Carico limite verticale (Qlim)	182.29 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	2.99

Carico limite verificato Csq>1

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	34.88 cm
Larghezza della fondazione	100.0 cm
x = 0.0 cm	82.93 kPa
x = 100.0 cm	4.03 kPa

MENSOLA A VALLE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
15.0	-5.92	-10.43	-0.67	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø12 (4,52)	4Ø12 (4,52)	6.03	42.57	S	115.27	0.0	10.84

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
45.0	4.95	15.03	-7.63	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi Area dei ferri inferiori.
 Afs Area dei ferri superiori.
 Nu Sforzo normale ultimo (kN);
 Mu Momento flettente ultimo (kNm);
 Vrd Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
 Vwd Resistenza a taglio piegati (kN);
 Sic. VT $\min\{Vrd; Vwd\}/Vsdu$
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	5.03	42.46	S	115.26	0.0	7.52

A1+M1+R3 (FASE 1 - NO placcatura SI carico [GEO+STR])

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0.0273
 Coefficiente sismico verticale Kv 0.0137

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 Eps Inclinazione dello strato. (°);
 Fi Angolo di resistenza a taglio (°);
 Delta Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
----	----	---	-----	----	-------	---	---	------

180.0	150.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0
150.0	120.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0
120.0	90.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0
90.0	60.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0
60.0	30.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0
0.0	0.44	0.49	0.06	0.44	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)
 R_{px}, R_{py} Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
 $Z(R_{px})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
 $Z(R_{py})$ Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Q_i	Q_f	R_{px}	R_{py}	$z(R_{px})$	$z(R_{py})$
1	180.0	150.0	0.8	0.0	163.39	150.0
2	150.0	120.0	1.31	0.0	134.02	120.0
3	120.0	90.0	1.82	0.0	104.3	90.0
4	90.0	60.0	2.34	0.0	74.45	60.0
5	60.0	30.0	2.85	0.0	44.55	30.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

P_y Peso del muro (kN);
 P_x Forza inerziale (kN);
 X_p, Y_p Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	P_x	P_y	X_p	Y_p
-------	-------	-------	-------	-------

150.0	0.06	2.25	30.0	165.0
120.0	0.12	4.5	30.0	150.0
90.0	0.18	6.75	30.0	135.0
60.0	0.25	9.0	30.0	120.0
30.0	0.31	11.25	30.0	105.0

Sollecitazioni sul muro

Quota	Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
150.0	0.86	2.25	0.12	30.0
120.0	2.23	4.5	0.57	30.0
90.0	4.11	6.75	1.5	30.0
60.0	6.51	9.0	3.09	30.0
30.0	9.43	11.25	5.46	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afv	Area dei ferri lato valle.
Afm	Area dei ferri lato monte.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	2.55	42.16	S	115.22	0.0	131.73
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	4.41	42.38	S	115.25	0.0	50.7
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	6.88	42.68	S	115.28	0.0	27.48
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	9.35	42.98	S	115.31	0.0	17.36
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	11.2	43.21	S	115.34	0.0	12.0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (100,0/0,0)
 Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (100,0/206,8)
 Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m ³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
206.8	180.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
180.0	150.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
150.0	120.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
120.0	90.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
90.0	60.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
60.0	30.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
30.0	0.0	19.9	26.0	30.68	0.0	3.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
30.68	0.51	0.58	0.08	0.43	0.26	0.07	0.04
0.0	0.5	0.55	0.06	0.5	0.0	0.06	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	206.8	180.0	0.85	0.45	193.66	193.69
2	180.0	150.0	0.93	0.49	164.35	164.26
3	150.0	120.0	1.47	0.81	133.89	133.8
4	120.0	90.0	2.13	1.2	104.23	104.19
5	90.0	60.0	2.78	1.59	74.41	74.39
6	60.0	30.0	3.44	1.97	44.52	44.51
7	30.0	0.0	4.0	2.72	14.51	15.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30.0	0.0	19.9	206.0	30.68	0.0	3.0	180.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180.0	3.08	-3.08	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
----	----	-----	-----	--------	--------

1	30.0	0.0	-5.92	0.0	12.67	0.0
---	------	-----	-------	-----	-------	-----

Sollecitazioni totali

Fx	Forza in direzione x (kN);		
Fy	Forza in direzione y (kN);		
M	Momento (kNm);		
	Fx	Fy	M
Spinta terreno	15.6	9.23	2.32
Peso muro	0.31	11.25	-3.05
Peso fondazione	0.2	7.5	-3.72
Sovraccarico	0.02	0.61	-0.37
Terr. fondazione	0.34	12.38	-8.57
Spinte fondazione	-5.92	0.0	-0.75
	10.54	40.96	-14.15

Momento stabilizzante -25.76 kNm

Momento ribaltante 11.62 kNm

Verifica alla traslazione

Sommatoria forze orizzontali	16.47 kN
Sommatoria forze verticali	40.96 kN
Coefficiente di attrito	0.59
Adesione	3.0 kPa
Angolo piano di scorrimento	-360.0 °
Forze normali al piano di scorrimento	40.96 kN
Forze parall. al piano di scorrimento	16.47 kN
Resistenza terreno	33.22 kN
Coeff. sicurezza traslazione Csd	1.83
Traslazione verificata Csd>1	

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-25.76 kNm
Momento ribaltante	11.62 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento Csv	1.93
Muro verificato a ribaltamento Csv>1	

Carico limite verticale VESIC

Somma forze in direzione x (Fx)	10.54 kN
Somma forze in direzione y (Fy)	40.96 kN
Somma momenti	-14.15 kNm
Larghezza fondazione	100.0 cm
Lunghezza	100.0 cm
Eccentricità su B	15.46 cm
Peso unità di volume	19.9 kN/m ³
Angolo di resistenza al taglio	30.68 °
Coesione	3.0 kPa
Terreno sulla fondazione	30.0 cm
Peso terreno sul piano di posa	19.9 kN/m ³
Nq	19.89
Nc	31.83
Ng	24.78
Fattori di forma	
sq	1.41
sc	1.43
sg	0.72
Inclinazione carichi	
iq	0.65
ic	0.63
ig	0.5
Fattori di profondità	
dq	1.12
dc	1.17
dg	1.0
Carico limite verticale (Qlim)	196.65 kN
Fattore sicurezza (Csq=Qlim/Fy)	3.43

Carico limite verificato $C_{sq} > 1$

Tensioni sul terreno

Ascissa centro sollecitazione	34.54 cm
Larghezza della fondazione	100.0 cm
x = 0.0 cm	78.95 kPa
x = 100.0 cm	2.97 kPa

MENSOLA A VALLE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
15.0	-5.92	-9.86	-0.62	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø12 (4,52)	4Ø12 (4,52)	6.03	42.57	S	115.27	0.0	11.47

MENSOLA A MONTE

Xprogr.	Ascissa progressiva (cm);
Fx	Forza in direzione x (kN);
Fy	Forza in direzione y (kN);
M	Momento (kNm);
H	Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
45.0	4.0	17.26	-8.35	30.0

Armature - Verifiche sezioni (S.L.U.)

Afi	Area dei ferri inferiori.
Afs	Area dei ferri superiori.
Nu	Sforzo normale ultimo (kN);
Mu	Momento flettente ultimo (kNm);
Vrd	Resistenza a taglio senza armature trasversali Vrd (kN);
Vwd	Resistenza a taglio piegati (kN);
Sic. VT	$\min\{Vrd; Vwd\}/V_{sdu}$
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
3Ø12 (3,39)	4Ø12 (4,52)	3.79	42.31	S	115.25	0.0	6.55

SISMA (FASE 1) [GEO]

Coefficiente sismico orizzontale K_h 0.0273
 Coefficiente sismico verticale K_v 0.0137

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Q_i Quota iniziale strato (cm);
 Q_f Quota finale strato (cm);
 G Peso unità di volume (KN/m³);
 E_{ps} Inclinazione dello strato. (°);
 F_i Angolo di resistenza a taglio (°);
 Δ Angolo attrito terra muro;
 c Coesione (kPa);
 β Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
 Note Nelle note viene riportata la presenza della falda

Q_i	Q_f	G	E_{ps}	F_i	Δ	c	β	Note
180.0	150.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
150.0	120.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
120.0	90.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
90.0	60.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	
60.0	30.0	15.0	30.0	35.0	0.0	0.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ Angolo di direzione della spinta.
 K_a Coefficiente di spinta attiva.
 K_d Coefficiente di spinta dinamica.
 D_k Coefficiente di incremento dinamico.
 K_{ax}, K_{ay} Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
 D_{kx}, D_{ky} Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	K_a	K_d	D_k	K_{ax}	K_{ay}	D_{kx}	D_{ky}
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0
0.0	0.44	0.52	0.09	0.44	0.0	0.09	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Q_i Quota iniziale strato (cm)
 Q_f Quota finale strato (cm)

Rpx, Rpy Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy) Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	180.0	150.0	0.84	0.0	163.62	150.0
2	150.0	120.0	1.31	0.0	134.11	120.0
3	120.0	90.0	1.78	0.0	104.34	90.0
4	90.0	60.0	2.24	0.0	74.48	60.0
5	60.0	30.0	2.71	0.0	44.57	30.0

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzia)

Py Peso del muro (kN);
Px Forza inerziale (kN);
Xp, Yp Coordinate baricentro dei pesi (cm);

Quota	Px	Py	Xp	Yp
150.0	0.09	2.25	30.0	165.0
120.0	0.18	4.5	30.0	150.0
90.0	0.28	6.75	30.0	135.0
60.0	0.37	9.0	30.0	120.0
30.0	0.46	11.25	30.0	105.0

Sollecitazioni sul muro

Quota Origine ordinata minima del muro (cm).
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione di calcolo (cm);

Quota	Fx	Fy	M	H
150.0	0.94	2.25	0.13	30.0
120.0	2.34	4.5	0.61	30.0
90.0	4.21	6.75	1.58	30.0
60.0	6.55	9.0	3.18	30.0
30.0	9.35	11.25	5.55	30.0

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per (xr1,yr1) = (100,0/0,0)
Piano di rottura passante per (xr2,yr2) = (100,0/206,8)
Centro di rotazione (xro,yro) = (0,0/0,0)

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
206.8	180.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
180.0	150.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
150.0	120.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
120.0	90.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
90.0	60.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
60.0	30.0	19.9	26.0	30.68	30.68	3.0	0.0	
30.0	0.0	19.9	26.0	30.68	0.0	3.0	0.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Ka	Coefficiente di spinta attiva.
Kd	Coefficiente di spinta dinamica.
Dk	Coefficiente di incremento dinamico.
Kax, Kay	Componenti secondo x e y del coefficiente di spinta attiva.
Dkx, Dky	Componenti secondo x e y del coefficiente di incremento dinamico.

μ	Ka	Kd	Dk	Kax	Kay	Dkx	Dky
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
30.68	0.51	0.63	0.13	0.43	0.26	0.12	0.07
0.0	0.5	0.59	0.1	0.5	0.0	0.1	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

	Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
1	206.8	180.0	1.16	0.6	193.72	193.77
2	180.0	150.0	1.2	0.6	164.67	164.61
3	150.0	120.0	1.66	0.88	134.14	134.04
4	120.0	90.0	2.23	1.22	104.36	104.31
5	90.0	60.0	2.81	1.56	74.49	74.46
6	60.0	30.0	3.38	1.9	44.58	44.55
7	30.0	0.0	3.85	2.72	14.53	15.0

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato (cm);
G	Peso unità di volume (KN/m³);
Eps	Inclinazione dello strato. (°);
Fi	Angolo di resistenza a taglio (°);
Delta	Angolo attrito terra muro;
c	Coesione (kPa);
β	Angolo perpendicolare al paramento lato monte (°);
Note	Nelle note viene riportata la presenza della falda

Qi	Qf	G	Eps	Fi	Delta	c	β	Note
30.0	0.0	19.9	206.0	30.68	0.0	3.0	180.0	

Coefficienti di spinta ed inclinazioni

μ	Angolo di direzione della spinta.
Kp	Coefficiente di resistenza passiva.
Kpx, Kpy	Componenti secondo x e y del coefficiente di resistenza passiva.

μ	Kp	Kpx	Kpy
180.0	3.08	-3.08	0.0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota iniziale strato (cm)
Qf	Quota finale strato (cm)
Rpx, Rpy	Componenti della spinta nella zona j-esima (kN);
Z(Rpx)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);
Z(Rpy)	Ordinata punto di applicazione risultante spinta (cm);

Qi	Qf	Rpx	Rpy	z(Rpx)	z(Rpy)
----	----	-----	-----	--------	--------

1	30.0	0.0	-5.92	0.0	12.67	0.0
---	------	-----	-------	-----	-------	-----

Sollecitazioni totali

Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	16.29	9.49	3.45
Peso muro	0.46	11.25	-2.89
Peso fondazione	0.31	7.5	-3.7
Sovraccarico	0.0	0.0	0.0
Terr. fondazione	0.51	12.38	-8.37
Spinte fondazione	-5.92	0.0	-0.75
	11.64	40.61	-12.27

Momento stabilizzante -25.58 kNm
Momento ribaltante 13.32 kNm

Verifica al ribaltamento

Momento stabilizzante	-25.58 kNm
Momento ribaltante	13.32 kNm
Coeff. sicurezza ribaltamento C_{sv}	1.92

Muro verificato a ribaltamento C_{sv}>1

MENSOLA A VALLE

X_{progr.} Ascissa progressiva (cm);
Fx Forza in direzione x (kN);
Fy Forza in direzione y (kN);
M Momento (kNm);
H Altezza sezione (cm);

X _{progr.}	Fx	Fy	M	H
15.0	-5.92	-11.2	-0.73	30.0

MENSOLA A MONTE

Xprogr. Ascissa progressiva (cm);
 Fx Forza in direzione x (kN);
 Fy Forza in direzione y (kN);
 M Momento (kNm);
 H Altezza sezione (cm);

Xprogr.	Fx	Fy	M	H
45.0	3.85	40.18	-9.36	30.0

Verifica fessurazione

SLE RARA [Rara]

Elevazione

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+comp r.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	--	--	--	Si	3.98	152.96	-12.94
Si	0.001	--	393.341	541	Si	0.69	152.96	8.4
Si	0.009	--	473.531	718	Si	2.22	152.96	65.16
Si	0.027	--	495.33	767	Si	4.83	152.96	186.34
Si	0.057	--	504.796	788	Si	8.76	152.96	384.36

Fondazione valle

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+comp r.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	0.029	--	504.714	787	Si	4.47	152.96	195.83

Fondazione monte

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+comp r.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	0.125	--	519.451	820	Si	15.05	152.96	820.29

SLE FREQUENTE [Frequente]

Elevazione

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm ²	Sigma C(+comp r.) daN/cm ²	SigmaC Lim daN/cm ²	SigmaF Max daN/cm ²
Si	--	0.4	--	--	Si	3.98	152.96	-12.94
Si	0.001	0.4	393.341	541	Si	0.69	152.96	8.4
Si	0.009	0.4	473.531	718	Si	2.22	152.96	65.16
Si	0.027	0.4	495.33	767	Si	4.83	152.96	186.34
Si	0.057	0.4	504.796	788	Si	8.76	152.96	384.36

Fondazione valle

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+comp r.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	0.029	0.4	504.714	787	Si	4.47	152.96	195.83

Fondazione monte

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+comp r.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	0.125	0.4	519.451	820	Si	15.05	152.96	820.29

SLE QUASI PERMANENTE [Quasi perm.]

Elevazione

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+comp r.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	--	0.3	--	--	Si	3.98	114.72	-12.94
Si	0.001	0.3	393.341	541	Si	0.69	114.72	8.4
Si	0.009	0.3	473.531	718	Si	2.22	114.72	65.16
Si	0.027	0.3	495.33	767	Si	4.83	114.72	186.34
Si	0.057	0.3	504.796	788	Si	8.76	114.72	384.36

Fondazione valle

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+comp r.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	0.029	0.3	504.714	787	Si	4.47	114.72	195.83

Fondazione monte

Verifica fessurazione	Apertura fessure mm	Apertura fessure Limite mm	Distanza fessure mm	Area Cls efficace cm2	Verifica tensioni Normali daN/cm²	Sigma C(+comp r.) daN/cm²	SigmaC Lim daN/cm²	SigmaF Max daN/cm²
Si	0.125	0.3	519.451	820	Si	15.05	114.72	820.29

