

CITTA' METROPOLITA DI REGGIO CALABRIA
REGGIO CALABRIA



VARIANTE TECNICA E SUPPLETIVA

**Completamento della Sistemazione Idraulica del Torrente Salice nel Comune di
Ardore (RC)**

Elaborati:

1	- RELAZIONE TECNICA	
2	- COROGRAFIA	Scala 1:25000
3	- PLANIMETRIA GENERALE	Scala 1:1000
4	- PLANIMETRIE CATASTALI (Intervento n. 1 e Intervento n.2)	Scala 1:2000
5a	- RILIEVO PLANIMETRICO E SEZIONI (Intervento n. 1 dalla Sez. 1 alla Sez. 20)	Scala 1:500
5b	- RILIEVO PLANIMETRICO E SEZIONI (Intervento n. 2 dalla Sez. 34 alla Sez. 46)	Scala 1:500
6a	- PLANIMETRIA E SEZIONI DI PROGETTO (Intervento n. 1 dalla Sez. 1 alla Sez. 20)	Scala 1:500
6b	- PLANIMETRIA E SEZIONI DI PROGETTO (Intervento n. 2 dalla Sez 34 alla Sez. 46)	Scala 1:500
7a	- PROFILO STATO DI FATTO E DI PROGETTO (Intervento n. 1 sez 1-20)	Scala 1:1000
7b	- " " " " (Intervento n. 2 sez 34 - 46)	Scala 1:500
8a	- PLANIMETRIA PARTICOLAREGGIATA (Intervento n. 1)	Scala 1:200
8b	- PLANIMETRIA PARTICOLAREGGIATA (Intervento n. 2)	Scala 1:200
9	- RAPPRESENTAZIONE FOTOGRAFICA	
9b	- VISTA AEREA (intervento n. 1 e n.2)	Scala 1:2000
10	- SEZIONI - Muro Argine e Collettore a cielo aperto - Intervento n. 1	Scala 1:50
11	- SEZIONE TIPO Intervento N. 2	Scala 1:50
12	- CALCOLI STATICI (Muro d'argine Intervento n. 1)	
13	- " " (Collettore Aperto in C.A. Intervento n. 1))	
14	- ESECUTIVI CANTIERE (Muro d'Argine Intervento n. 1))	Scala 1:50
15	- " " (Collettore Aperto Intervento n.1)	Scala 1:50
16	- CALCOLO E VERIFICHE IDRAULICHE TORRENTE SALICE	
17	- RELAZIONE SUI MATERIALI	
18	- RELAZIONE GEOTECNICA	
19	- RELAZIONE SULLE FONDAZIONI	
20	- ELENCO PREZZI UNITARI DI PERIZIA	
21	- COMPUTO METRICO DI PERIZIA	
22	- QUADRO COMPARATIVO	
23	- QUADRO ECONOMICO	
24	- SCHEMA ATTO DI SOTTOMISSIONE	
25	- PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA	
28	- PIANO SICUREZZA CANTIERE	
29	- ELENCO PREZZI DELLA SICUREZZA DI VARIANTE	
30	- COMPUTO SICUREZZA DI VARIANTE	
31	- CRONOPROGRAMMA DI VARIANTE	

Progettista: Dott.Ing. Francesco OLIVA

Direttore dei Lavori: Dott.Ing. Francesco OLIVA

Reggio Calabria li':

Responsabile Unico del Procedimento:
Geom. Saverio CALAFIORE

RELAZIONE GENERALE – DICHIARAZIONE CONGIUNTA COMMITTENTE - PROGETTISTA

PROGETTO: Lavori per il Completamento della Sistemazione Idraulica del Torrente Salice nel comune di Ardore (RC)

Il sottoscritto Dott. ing. Francesco OLIVA nella qualità di progettista delle strutture ed il sig. Geom. Saverio CALAFIORE nella qualità di committente, al fine di adempiere agli obblighi previsti dal D.M. 14.01.2008 e s.m. ed i., dichiarano sotto la propria responsabilità quanto riportato nella presente relazione generale.

- DESCRIZIONE GENERALE OPERA

Il progetto prevede la realizzazione di un muro di contenimento del tipo a mensola in cemento armato a sezione costante con spessore cm. 35 ed al piede cm. 35, l'altezza massima del paramento è 2,30 metri, il muro al piede è incastrato ad una platea di fondazione larga mt. 1,65 e spessore mt. 0,60 la platea è appoggiata su un magrone di calcestruzzo semplice di spessore minimo cm. 20.

Il muro ha la doppia funzione, di contenimento del terreno e di argine per il contenimento delle portate del Torrente Salice nel Comune di Ardore (RC).

- DESCRIZIONE DELLE CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

L'opera oggetto di progettazione strutturale ricade nel territorio comunale di Ardore nell'area nord del centro abitato in prossimità a monte dell'incrocio della via Vallone Salice con la Via Alcide De Gasperi, l'area si pressocchè pianeggiante con leggere pendenze che vanno a diminuire da monte verso valle.

la composizione litostratigrafica del sito è prevalentemente caratterizzata da depositi alluvionali formati da ghiaie sabbiose con limi. Superiormente abbiamo un'alternanza di sabbie limose limi sabbiosi di media-bassa consistenza con presenza di ciottoli. Per la caratterizzazione geotecnica si è fatto riferimento alla relazione geologica redatta dal dott. Pasquale TRIPODI

L'esatta individuazione del sito è riportata nei grafici di progetto.

STATI LIMITE ADOTTATI IN RELAZIONE ALLA PRESTAZIONE ATTESA – CLASSE DELLA COSTRUZIONE - VITA ESERCIZIO - MODELLI DI CALCOLO – TOLLERANZE – DURABILITÀ - PROCEDURE QUALITÀ E MANUTENZIONE

- NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il calcolo delle opere si è svolto nel rispetto della seguente normativa vigente:

- D.M 14.01.2008 - Nuove Norme tecniche per le costruzioni;
- Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008;

Le norme NTC 2008, precisano che la sicurezza e le prestazioni di una struttura o di una parte di essa devono essere valutate in relazione all'insieme degli stati limite che verosimilmente si possono verificare durante la vita normale.

Prescrivono inoltre che debba essere assicurata una robustezza nei confronti di azioni eccezionali.

Le prestazioni della struttura e la vita nominale sono riportati nei successivi tabulati di calcolo della struttura

La sicurezza e le prestazioni saranno garantite verificando gli opportuni stati limite definiti di concerto con il Committente in funzione dell'utilizzo della struttura, della sua vita nominale e di quanto stabilito dalle norme di cui al D.M. 14.01.2008 e s.m. ed a § 6.2.3

In particolare la verifica di sicurezza nei riguardi degli stati limite ultimi (SLU), e le analisi relative alle condizioni di esercizio (SLE) devono essere effettuate nel rispetto dei principi e delle procedure previste al § 6.2.3.1 delle NT 2008 e al punto C6.2.3.1. della Circolare n. 617 del 02/02/2009. per ogni stato limite ultimo devono essere rispettate le condizioni

$$Ed \leq Rd$$

Dove Ed è il valore di progetto dell'azione e dell'effetto dell'azione, Rd invece rappresenta il valore della resistenza che possono provocare eccessive deformazioni permanenti, crolli parziali o globali, dissesti, che possono compromettere l'incolumità delle persone e/o la perdita di beni, provocare danni ambientali e sociali, mettere fuori servizio l'opera.

Si considerano cinque stati limiti ultimi che sono:

- EQU - perdita di equilibrio della struttura, del terreno o dell'insieme struttura-terreno considerati come corpi rigidi;
- STR - raggiungimento della resistenza degli elementi strutturali, compresi gli elementi in fondazione;
- GEO - raggiungimento della resistenza del terreno interagente con la struttura con sviluppo di meccanismi di collasso dell'insieme struttura-terreno;
- UPL - perdita di equilibrio della struttura del terreno, dovuta alla sotto-spinta dell'acqua (galleggiamento);
- HYD - erosione e sifonamento del terreno dovuta a gradienti idraulici

AZIONI :

Si è concordato con il Committente che le prestazioni attese nei confronti delle azioni sismiche siano verificate agli stati limite, sia di esercizio che ultimi individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**
- **Stato Limite di Danno (SLD)**

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC)**

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , cui riferirsi per individuare l’azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella:

Stati Limite P_{VR} :		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto), in conformità ai dettami del D.M. 14 gennaio 2008 § 3.2.3. sono stati definiti i seguenti termini:

- Vita Nominale 50 anni
- Classe d’Uso; II
- Categoria del suolo; B
- Categoria Topografico; T1
Coefficiente topografico; $S_T = 1$
- Latitudine e longitudine del sito oggetto di edificazione (WGS 84) : lat. 38,18109
lon. 16,20408.

Tali valori sono stati utilizzati da apposita procedura informatizzata sviluppata dalla Geostru s.r.l., che, a partire dalle coordinate del sito oggetto di intervento, fornisce i parametri di pericolosità sismica da considerare ai fini del calcolo strutturale, riportati nei tabulati di calcolo.

Per le azioni è stato fatto riferimento al contenuto del § 6.2.3.1.1 delle NT 2008, i coefficienti parziali γ_F relativi alle azioni sono quelli riportati nella tabella 6.2.1, il terreno e l’acqua sono considerati carichi permanenti strutturali quando nella modellazione utilizzata, contribuiscono al comportamento dell’opera.

Resistenza:

il valore della resistenza R_d è calcolato in modo analitico con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno diviso per il valore del coefficiente parziale γ_M riportati in tabella 6.2.II e tenendo conto dei coefficienti parziali γ_R specificati nei paragrafi relativi a ciascun tipo di opera.

Verifiche bei confronti (SLE)

Come tutte le opere riportate al § 6.1.1 delle NT 2008 le opere di sostegno devono essere verificate nei confronti degli stati limiti di esercizio, il progetto deve indicare chiaramente le prescrizioni relativi agli spostamenti compatibili e le prestazioni attese per l'opera.

DURABILITÀ

Per garantire la durabilità, così come tutte le prestazioni attese, è stata posta adeguata cura nelle previsioni sia nell'esecuzione che nella manutenzione e gestione della struttura prevedendo tutti gli accorgimenti utili alla conservazione delle caratteristiche fisiche e dinamiche dei materiali e delle strutture. La qualità dei materiali e le dimensioni degli elementi sono stati previsti in coerenza con tali obiettivi.

Durante le fasi di costruzione il Direttore dei Lavori si impegna ad implementare severe procedure di controllo sulla qualità dei materiali, sulle metodologie di lavorazione e sulla conformità delle opere eseguite al progetto esecutivo nonché alle prescrizioni contenute nelle "Norme Tecniche per le Costruzioni" DM 14.01.2008. e relative Istruzioni.

IL PROGETTISTA

IL COMMITTENTE

RELAZIONE DI CALCOLO

Normative di riferimento:

NTC2008 - Norme tecniche per le costruzioni - D.M. 14 Gennaio 2008.

CIRCOLARE 2 febbraio 2009, n. 617 - Istruzioni per l'applicazione delle 'Nuove norme tecniche per le costruzioni' di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27).

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:

$$P_t = K_a \times \gamma_t \times z$$

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

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

Avendo indicato con:

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\beta - \phi)}{\text{sen}^2\beta \times \text{sen}(\beta + \delta) \times \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\delta + \phi) \times \text{sen}(\phi - \varepsilon)}{\text{sen}(\beta + \delta) \times \text{sen}(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

Valori limite di K_A :

$\delta < (\beta - \phi - \varepsilon)$ secondo Muller-Breslau

γ_t Peso unità di volume del terreno;

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

ϕ Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ Angolo di attrito terra-muro;

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

H Altezza della parete.

Calcolo della spinta attiva con Rankine

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

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

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:

$$K_a = \cos \varepsilon \frac{\cos \varepsilon - \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \phi}}{\cos \varepsilon + \sqrt{\cos^2 \varepsilon - \cos^2 \phi}}$$

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 β , di inclinazione della parete interna rispetto al piano orizzontale passante per il piede, vengono aumentati di una quantità θ tale che:

$$\operatorname{tg} \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti K_h e K_v in dipendenza di vari fattori: $K_h = \beta_m \times (a_{\max} / g)$

$$K_v = \pm 0,5 \times K_h$$

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.

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

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:

$$T_R = -V_R / \ln(1 - PVR)$$

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.

OPCM 3274

I coefficienti sismici orizzontale K_h e verticale K_v che interessano tutte le masse vengono calcolati come:

$$k_h = S(a_g/g) / r \quad k_v = 0,5 k_h$$

in cui $S(a_g/g)$ rappresenta il valore dell'accelerazione sismica massima del terreno per le varie categorie di profilo stratigrafico.

Suolo di tipo A - $S=1$;
 Suolo di tipo B - $S=1.25$;
 Suolo di tipo C - $S=1.25$;
 Suolo di tipo E - $S=1.25$;
 Suolo di tipo D - $S=1.35$.

Al fattore r viene può essere assegnato il valore $r = 2$ nel caso di opere sufficientemente flessibili (muri liberi a gravità), mentre in tutti gli altri casi viene posto pari a 1 (muri in c.a. resistenti a flessione, muri in c.a. su pali o tirantati, muri di cantinato).

D.M. 88

L'applicazione del D.M. 88 e successive modifiche ed integrazioni è consentito mediante l'inserimento del

coefficiente sismico orizzontale K_h in funzione delle Categorie Sismiche secondo il seguente schema: I Cat. $K_h=0.1$; II Cat. $K_h=0.07$; III Cat. $K_h=0.04$;

Eurocodice 8

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

$$K_h = a_{gR} \cdot \gamma_I \cdot S / (g)$$

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).

$$a_g = a_{gR} \cdot \gamma_I$$

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:

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

dove

Q = Carico agente sul terrapieno;

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

$$S_c = P_c \times H$$

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:

$$P_q = K_A \times Q \times \sin \beta / \sin(\beta + \epsilon)$$

Per integrazione, una spinta pari a S_q :

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

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:

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

dove:

H altezza muro
 k_v coefficiente sismico verticale
 γ 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:

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

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:

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

Con risultante pari a:

$$S_w = 1/2 \times \gamma_w \times H^2$$

La spinta del terreno immerso si ottiene sostituendo γ_t con γ'_t ($\gamma'_t = \gamma_{\text{saturo}} - \gamma_w$), peso efficace del materiale immerso in acqua.

Resistenza passiva

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

$$P_t = K_p \times \gamma_t \times z$$

per integrazione si ottiene la spinta passiva:

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

Avendo indicato con:

$$K_p = \frac{\operatorname{sen}^2(\phi + \beta)}{\operatorname{sen}^2\beta \times \operatorname{sen}(\beta - \delta) \times \left[1 - \sqrt{\frac{\operatorname{sen}(\delta + \phi) \times \operatorname{sen}(\phi + \varepsilon)}{\operatorname{sen}(\beta - \delta) \times \operatorname{sen}(\beta - \varepsilon)}} \right]^2}$$

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

$$\delta < \beta - \phi - \varepsilon$$

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

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

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

Vesic

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:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

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

$s_c = 0,2 (B'/L')$ per fondazioni rettangolari

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.

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

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

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

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

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

Fattori di forma

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

$s_\gamma = 1 - 0,4(B'/L')$ per forma rettangolare

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

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

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

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

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

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

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.

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.

SOFTWARE UTILIZZATI –TIPO DI ELABORATORE

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU ed SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 14.01.2008 come in dettaglio specificato negli allegati tabulati di calcolo.

L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata in campo elastico lineare, per l'analisi sismica è stata effettuata una analisi dinamica modale.

SOFTWARE UTILIZZATO : CDM - Geostru Software - licenza n° 7029 intestata al sottoscritto prodotto dalla :

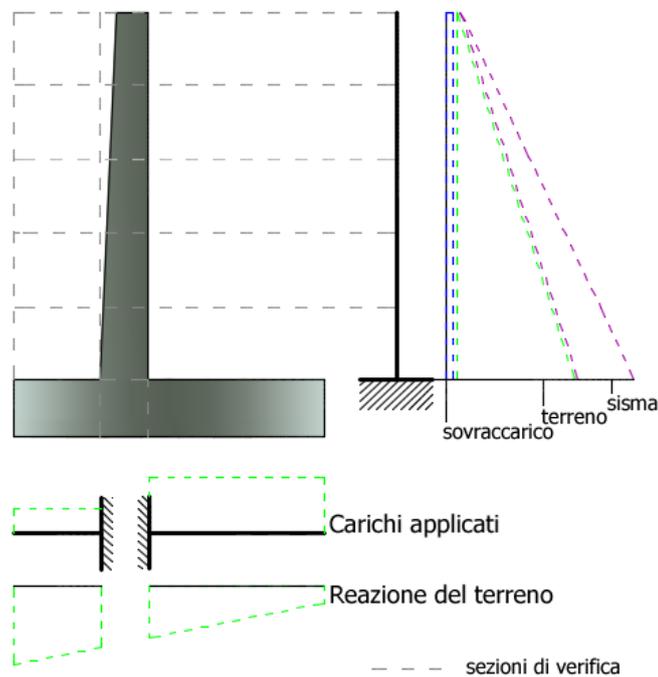
Geostru Software

Via C.Colombo n° 89

89032 Bianco (RC).

SCHEMA STATICO E CALCOLO DELLE SOLLECITAZIONI DI PROGETTO

Lo schema statico utilizzato per il calcolo delle caratteristiche di sollecitazioni è quello della trave incastrata (*vedi figura*), la mensola di elevazione può essere caricata da carichi distribuiti (spinta attiva del terreno, contributo del sovraccarico, incremento di spinta per la presenza di falda, incremento di spinta per effetto del sisma...) ma anche da carichi concentrati (forze inerziali, azioni aggiuntive sulla sezione del muro, tiranti...). Il momento flettente delle azioni viene riferito al baricentro della generica sezione di verifica.



Analogamente, per la fondazione di valle e di monte, si assume lo stesso schema statico della mensola di elevazione: si tratta di travi ad asse rettilineo che possono essere caricate da carichi distribuiti verticali, da forze o coppie concentrate.

Per il calcolo delle caratteristiche di sollecitazione il programma sfrutta il metodo analitico facendo riferimento alle caratteristiche positive della convenzione sui segni adottata.

VERIFICHE STRUTTURALI

Secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite ultimi, la verifica di sicurezza di un elemento strutturale corrisponde al verificarsi, sezione per sezione, della seguente relazione simbolica:

$$E_d \leq R_d$$

in cui:

E_d rappresenta una sollecitazione di progetto (*ad esempio uno sforzo flettente, torcente, oppure una sollecitazione composta etc.*), prodotta dalle azioni agenti F_{dj} sul muro, valutate in base ai propri valori caratteristici e maggiorate in base a opportuni coefficienti di combinazione: $F_{dj} = F_{kj} \gamma F_j$

Per sollecitazioni composte (*ad esempio presso-flessione*) la verifica presuppone l'istituzione di un metodo di misura della sicurezza e la relazione precedente risulta essere, in questo caso, solo simbolica. Si supponga, ad esempio, che in una data sezione agiscano contemporaneamente le sollecitazioni di progetto N_{Ed} ed M_{Ed} (sforzo normale e momento flettente); ad esse corrispondono infinite coppie di valori resistenti N_R, M_R che nel loro insieme costituiscono la linea di frontiera di un dominio resistente. La misura della sicurezza, in questo caso, consiste nel controllare che il punto rappresentativo delle sollecitazioni di progetto allo stato limite ultimo ricada internamente o al più sulla linea di frontiera di tale dominio, detto di sicurezza

R_d è il valore di calcolo della corrispondente sollecitazione resistente sviluppata dai materiali costituenti la sezione, le cui resistenze di calcolo sono ottenute a partire da quelle caratteristiche mediante l'applicazione di coefficienti riduttivi (detti parziali per le resistenze) allo scopo di assicurare il prefissato grado di sicurezza: $R_{di} = R_{ki} / \gamma M_i$

RESISTENZA DI CALCOLO DEI MATERIALI

La resistenza di calcolo f_{cd} a compressione del calcestruzzo da considerare nel calcolo agli stati limite ultimi per il conglomerato è la seguente:

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c}$$

dove:

α_{cc} coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata;

f_{ck} resistenza cilindrica caratteristica del conglomerato;

γ_c coefficiente di sicurezza parziale del calcestruzzo.

La resistenza di calcolo dell'acciaio a snervamento f_{yd} è la seguente:

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$$

dove:

f_{yk} resistenza caratteristica (o nominale) dell'acciaio allo snervamento;

γ_s coefficiente di sicurezza parziale dell'acciaio.

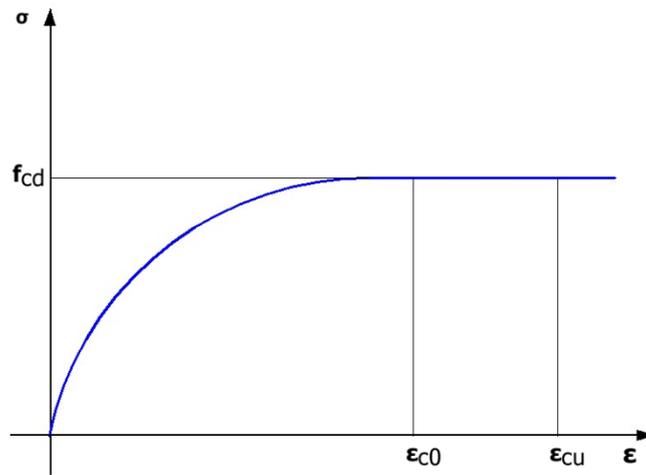
DIAGRAMMA DI CALCOLO TENSIONE-DEFORMAZIONE DEL CALCESTRUZZO

Dei vari diagrammi si è utilizzato quello a parabola-rettangolo di figura ad oggi ritenuto il più attendibile nel calcolo di resistenza (specie in presenza di sforzo normale).

L'arco di parabola presenta il suo asse parallelo all'asse delle tensioni e un segmento di retta parallelo all'asse delle deformazioni e tangente alla parabola nel punto di sommità. Il vertice della parabola ha ascissa ε_{c2} e la deformazione massima del segmento corrisponde a quella di ε_{cu} fissata dalle norme; l'ordinata massima del diagramma è pari a f_{cd} .

L'arco di parabola sopra definito è analiticamente rappresentato dalla seguente equazione:

$$\sigma = 2 \cdot f_{cd} \frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_{c0}} - f_{cd} \frac{\varepsilon_c^2}{\varepsilon_{c0}^2}$$



Il valore di ε_{c0} è pari a 0,002 per classi di resistenza pari od inferiore a C50/60 con $\varepsilon_{cu} = 0,0035$. Per classi di resistenza superiori è (f_{ck} in Mpa):

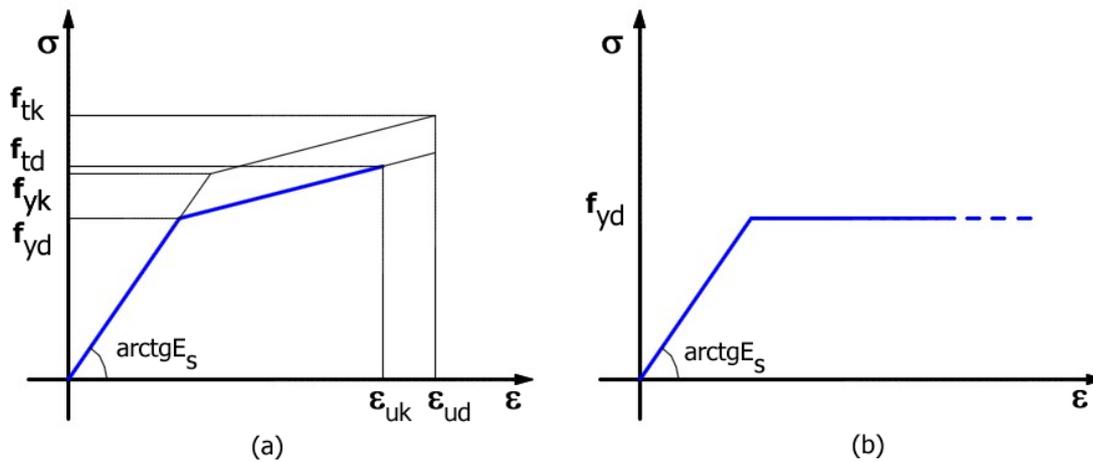
$$\varepsilon_{c2} = 0.002 + 0.000085 \cdot (f_{ck} - 50)^{0.53}$$

$$\varepsilon_{c2} = 0.0026 + 0.0035 \cdot [(90 - f_{ck}) / 100]^4$$

DIAGRAMMA DI CALCOLO TENSIONE-DEFORMAZIONE DEL CALCESTRUZZO

I diagrammi tensione-deformazione dell'acciaio utilizzati sono: (a) bilineare finito con incrudimento; (b) elastico-perfettamente plastico indefinito.

Come deformazione ultima di progetto va assunto il valore di $\varepsilon_{ud} = 0,9 \varepsilon_{uk}$, essendo ε_{uk} la deformazione uniforme ultima che deve essere $\geq 0,075$ per l'acciaio B450C e $k=f_{tk}/f_{yk}$ (rapporto di sovraresistenza) compreso tra 1,15 e 1,35.



Volendo fissare, in assenza di specifici dati sperimentali, un diagramma di progetto che tenga conto del valore minimo d'incrudimento $k=1,15$ si può porre:

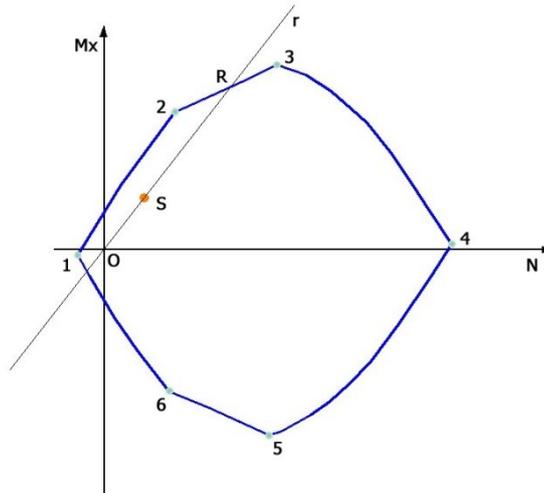
$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 4500 / 1,15 = 3913 \text{ daN/cm}^2$$

$$\epsilon_{ud} = 0,9 \times 0,075 = 0,0675$$

$$f_{td} = k' \times f_{yd} \approx k \times f_{yd} = 1,15 \times 3913 = 4500$$

VERIFICA DI PRESSOFLESSIONE

Assegnata una generica coppia di sollecitazioni di progetto $N_S - M_{xS}$ rappresentata in figura dal punto **S**, la sezione si considera verificata se **S** risulta interno al dominio di resistenza o, al massimo, appartenente alla curva di frontiera del dominio medesimo. Per esprimere, invece, il controllo per via numerica si sceglie una retta passante per il punto **S** e si determina l'intersezione **R** con la frontiera del dominio. La sezione si considera verificata se il rapporto tra le lunghezze dei segmenti è ≥ 1 , essendo **O** un punto qualsiasi della retta purché interno al dominio.



La retta utilizzata per il confronto è quella passante per l'origine **O** degli assi **N-M_x** denominata **r** in figura, è importante notare che i momenti **M_x** sono riferiti al baricentro della sezione di verifica.

VERIFICA A TAGLIO

Il metodo semiprobabilistico agli stati limite considera verificata la sezione a taglio se è rispettata la seguente relazione tra sforzi di taglio:

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

con V_{Rd} si indica il taglio resistente. La verifica viene effettuata considerando dapprima la sezione senza armatura a taglio, in tal caso il taglio resistente verrà valutato dalla seguente relazione (4.1.2.1.3.1 NTC):

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d$$

Dove:

$$k = 1 + \left(\frac{200}{d} \right)^{1/2} \leq 2$$

d è l'altezza utile della sezione (in mm);

$\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d}$ è il rapporto geometrico di armatura longitudinale (≤ 0.02)

$\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c}$ è la tensione media di compressione nella sezione ($\leq 0.2 f_{cd}$)

b_w è la larghezza minima della sezione (in mm)

Se la condizione di verifica risulta soddisfatta, la sezione non necessita di particolari armature a taglio. In alternativa la verifica verrà eseguita secondo la schematizzazione a traliccio.

L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave deve rispettare i seguenti limiti:

$$1 \leq \operatorname{ctg} \theta \leq 2.5 \quad (4.1.16 - \text{NTC})$$

Questa relazione esprime la possibilità che l'angolo θ di inclinazione delle bielle compresse possa assumere, in virtù della teoria della plasticità, valori differenti purché compresi nell'intervallo definito dalla relazione stessa.

Con riferimento al solo calcestruzzo compresso in direzione obliqua ("taglio compressione"), la resistenza si calcola con:

$$V_{Rcd} = \frac{0.19 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta)}{(1 + \operatorname{ctg}^2 \theta)}$$

Con riferimento all'armatura trasversale ("taglio trazione"), la resistenza di calcolo si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\operatorname{ctg} \alpha + \operatorname{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha$$

Dove d , b_w , σ_{cp} hanno lo stesso significato precedentemente espresso.

A_{sw}	area dell'armatura trasversale;
s	interasse tra due armature consecutive;
α	angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
f'_{cd}	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima ($f'_{cd}=0.5 f_{cd}$);
α_c	coefficiente maggiorativo pari a:
1	per membrature non compresse
$1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}$	per $0 \leq \sigma_{cp} < 0.25 \cdot f_{cd}$
1.25	per $0.25 \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd}$
$2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}\right)$	per $0.5 < \sigma_{cp} < f_{cd}$

La resistenza di calcolo assunta nelle verifiche è:

$$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$$

MINIMI DI ARMATURA

La percentuale geometrica ρ di armatura longitudinale di calcolo, con ρ rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% \leq \rho \leq 4\%$$

Dati generali

Descrizione	Muro Argine Ds torrente salice
Comune di	Ardore
Tecnico	Ing. Francesco OLIVA
Data	16/06/2017
Condizioni ambientali	Aggressive
Zona	Ardore
Lat./Long. [WGS84]	38,180057/16,203288
Normativa GEO	NTC 2008
Normativa STR	SLU (EC2)
Spinta	Mononobe e Okabe [M.O. 1929]

Dati generali muro

Altezza muro	230,0 cm
Spessore testa muro	35,0 cm
Risega muro lato valle	0,0 cm
Risega muro lato monte	0,0 cm
Sporgenza mensola a valle	20,0 cm
Sporgenza mensola a monte	110,0 cm
Svaso mensola a valle	0,0 cm
Altezza estremità mensola a valle	60,0 cm
Altezza estremità mensola a monte	60,0 cm

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

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

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,5	2,35	0,28
S.L.D.	50,0	0,66	2,34	0,3
S.L.V.	475,0	1,92	2,4	0,37
S.L.C.	975,0	2,57	2,42	0,39

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Opere di sostegno

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,6	0,18	0,011	0,0055
S.L.D.	0,792	0,18	0,0145	0,0073
S.L.V.	2,304	0,24	0,0564	0,0282
S.L.C.	2,946	0,31	0,0931	0,0466

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

Conglomerati

Nr.	Classe Calcestruzzo	fck,cubi [Mpa]	Ec [Mpa]	fck [Mpa]	fed [Mpa]	fctd [Mpa]	fctm [Mpa]
1	C20/25	25,49	30550,21	20,39	11,55	1,05	2,25
2	C25/30	30,59	32089,96	25,49	14,44	1,21	2,61
3	C28/35	35,69	32936,31	28,55	16,17	1,31	2,81
4	C40/50	50,99	35913,83	40,79	20,22	1,52	3,26

Acciai:

Nr.	Classe acciaio	Es [Mpa]	fyk [Mpa]	fyd [Mpa]	ftk [Mpa]	ftd [Mpa]	ep_tk	epd_ult	$\beta 1*\beta 2$ iniziale	$\beta 1*\beta 2$ finale
1	B450C	203940	458,87	399,01	550,64	399,01	.075	.0675	1	0,5
2	B450C*	203940	458,87	399,01	550,64	458,87	.075	.0675	1	0,5
3	B450C* *	203940	458,87	399,01	467,33	406,35	.012	.01	1	0,5
4	S235H	203940	244,73	214,14	367,09	214,14	0,012	0,01	1	0,5
5	S275H	203940	285,52	247,79	469,06	248,81	0,012	0,01	1	0,5
6	S355H	203940	367,09	318,15	520,05	367,09	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/m³)	Angolo di resistenza a taglio (°)	Coesione (kPa)	Angolo di attrito terra muro (°)	Presenza di falda (Si/No)	Litologia	Descrizione
1	340	0	28,00	28	0,00	18	No		Terreno di riporto (sabbie con ciott)
2	360	0	1900,00	33	0,00	22	No		Sabbie limose con ghiaia
3	590	0	19,50	34	0,00	22	No		ghiaia con limi

FATTORI DI COMBINAZIONE

A1+M1+R1

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	1,30
2	Spinta terreno	1,00
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

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	Scorrimento	1
3	Partecipazione spinta passiva	1

A2+M2+R2

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

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

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

EQU+M2

Nr.	Azioni	Fattore combinazione
1	Peso muro	0,90
2	Spinta terreno	1,10
3	Peso terreno mensola	1,00
4	Spinta falda	1,00
5	Spinta sismica in x	1,00
6	Spinta sismica in y	0,00

Nr.	Parametro	Coefficienti parziali
1	Tangente angolo res. taglio	1,25
2	Coesione efficace	1,25
3	Resistenza non drenata	1,4
4	Peso unità volume	1

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

A1+M1+R1 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale K_h 0,011

Coefficiente sismico verticale K_v 0,0055

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
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
290,0	244,0	18,7	0,0	32,0	11,0	0,0	0,0	
244,0	198,0	18,7	0,0	32,0	11,0	0,0	0,0	
198,0	152,0	18,7	0,0	32,0	11,0	0,0	0,0	
152,0	106,0	18,7	0,0	32,0	11,0	0,0	0,0	
106,0	60,0	18,7	0,0	32,0	11,0	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
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0
11,0	0,28	0,29	0,01	0,28	0,05	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
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	290,0	244,0	0,57	0,11	259,33	259,33
2	244,0	198,0	1,7	0,33	218,44	218,44
3	198,0	152,0	2,83	0,55	173,47	173,47
4	152,0	106,0	3,96	0,77	127,9	127,9
5	106,0	60,0	5,1	0,99	82,15	82,15

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

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

Quota	Px	Py	Xp	Yp
244,0	0,06	5,13	37,5	267,0
198,0	0,11	10,26	37,5	244,0
152,0	0,17	15,39	37,5	221,0
106,0	0,23	20,53	37,5	198,0
60,0	0,28	25,66	37,5	175,0

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
244,0	0,62	5,24	0,08	35,0
198,0	2,38	10,7	0,67	35,0
152,0	5,27	16,38	2,29	35,0
106,0	9,29	22,29	5,46	35,0
60,0	14,44	28,41	10,7	35,0

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 Misura Sicurezza Taglio $(V_{cd}+V_{wd})/V_{sdu}$ (Verificato se ≥ 1).
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	5,36	115,66	S	125,3	0,0	197,28
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	11,0	116,38	S	126,02	0,0	51,96
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	16,61	117,11	S	126,76	0,0	23,6
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	22,65	117,89	S	127,53	0,0	13,47
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	28,89	118,69	S	128,34	0,0	8,71

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (165,0/0,0)$
Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (165,0/290,0)$
Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
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
290,0	244,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
244,0	198,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
198,0	152,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
152,0	106,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
106,0	60,0	28,0	0,0	28,0	28,0	0,0	0,0	
60,0	0,0	28,0	0,0	28,0	18,0	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
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
28,0	0,32	0,33	0,01	0,28	0,15	0,01	0,0
18,0	0,32	0,33	0,01	0,31	0,1	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
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	290,0	244,0	0,86	0,46	259,33	259,33
2	244,0	198,0	2,58	1,37	218,44	218,44
3	198,0	152,0	4,29	2,28	173,47	173,47
4	152,0	106,0	6,01	3,2	127,9	127,9
5	106,0	60,0	7,73	4,11	82,15	82,15
6	60,0	0,0	12,79	6,47	28,76	29,2

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
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
60,0	0,0	28,0	180,0	28,0	18,0	0,0	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
198,0	2,75	-2,62	-0,85

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
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	60,0	0,0	-13,19	-4,28	20,0	20,0

Sollecitazioni total i

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

Fx

Fy

M

Spinta terreno	34,26	17,89	3,51
Peso muro	0,28	25,66	-9,13
Peso fondazione	0,35	31,55	-25,93
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,52	61,5	-66,74
Spinte fondazione	-13,19	-4,28	-2,64
	22,22	132,32	-100,93

Momento stabilizzante -132,82 kNm
Momento ribaltante 31,89 kNm

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
---------	----	----	---	---

20,0	-13,19	-19,69	-1,1	60,0
------	--------	--------	------	------

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 Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
5Ø18 (12,72)	4Ø18 (10,18)	13,35	270,99	S	179,29	0,0	8,93

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
---------	----	----	---	---

55,0 12,79 28,2 -27,95 60,0

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 Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø18 (10,18)	5Ø18 (12,72)	13,09	270,92	S	179,24	0,0	6,23

A2+M2+R2 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh 0,011
 Coefficiente sismico verticale Kv 0,0055

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 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
290,0	244,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
244,0	198,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
198,0	152,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
152,0	106,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
106,0	60,0	18,7	0,0	26,56	11,0	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
---	----	----	----	-----	-----	-----	-----

11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 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	290,0	244,0	0,7	0,14	259,33	259,33
2	244,0	198,0	2,09	0,41	218,44	218,44
3	198,0	152,0	3,48	0,68	173,47	173,47
4	152,0	106,0	4,88	0,95	127,9	127,9
5	106,0	60,0	6,27	1,22	82,15	82,15

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

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

	Quota	Px	Py	Xp	Yp
	244,0	0,04	3,95	37,5	267,0
	198,0	0,09	7,89	37,5	244,0
	152,0	0,13	11,84	37,5	221,0
	106,0	0,17	15,79	37,5	198,0
	60,0	0,22	19,74	37,5	175,0

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
244,0	0,74	4,08	0,09	35,0
198,0	2,87	8,44	0,8	35,0
152,0	6,4	13,06	2,76	35,0
106,0	11,32	17,95	6,62	35,0
60,0	17,63	23,12	13,01	35,0

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	Misura Sicurezza Taglio $(V_{cd}+V_{wd})/V_{sdu}$ (Verificato se ≥ 1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
—							
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	4,23	115,51	S	125,15	0,0	165,86
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	8,52	116,06	S	125,72	0,0	42,91
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	13,25	116,67	S	126,32	0,0	19,36
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	18,41	117,34	S	126,97	0,0	11,0
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	23,55	118,0	S	127,64	0,0	7,1

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (165,0/0,0)$

Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (165,0/290,0)$

Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
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
—								
290,0	244,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
244,0	198,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
198,0	152,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
152,0	106,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
106,0	60,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
60,0	0,0	28,0	0,0	23,04	18,0	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
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
18,0	0,39	0,39	0,01	0,37	0,12	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 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	290,0	244,0	1,07	0,45	259,33	259,33
2	244,0	198,0	3,2	1,36	218,44	218,44
3	198,0	152,0	5,34	2,27	173,47	173,47
4	152,0	106,0	7,48	3,18	127,9	127,9
5	106,0	60,0	9,61	4,09	82,15	82,15
6	60,0	0,0	15,83	6,54	28,8	29,06

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi Quota iniziale strato (cm);
 Qf Quota finale strato
 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
60,0	0,0	28,0	180,0	23,04	18,0	0,0	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
-------	----	-----	-----

198,0 2,27 -2,16 -0,7

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi Quota inizio strato.
 Qf Quota inizio strato.
 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	60,0	0,0	-10,88	-3,53	20,0	20,0

Sollecitazioni total i

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	42,53	17,9	11,52
Peso muro	0,22	19,74	-7,02
Peso fondazione	0,27	24,27	-19,94
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,52	47,31	-51,13
Spinte fondazione	-10,88	-3,53	-2,18
	32,66	105,69	-68,76

Momento stabilizzante -109,0 kNm
 Momento ribaltante 40,25 kNm

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
20,0	-10,88	-20,54	-1,36	60,0

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	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
—							
5Ø18 (12,72)	4Ø18 (10,18)	11,08	270,41	S	178,97	0,0	8,55

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
—				
55,0	15,83	49,36	-42,63	60,0

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	Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
—							
4Ø18 (10,18)	5Ø18 (12,72)	16,16	271,7	S	179,66	0,0	3,57

EQU+M2 [GEO+STR]

Coefficiente sismico orizzontale Kh	0,011
Coefficiente sismico verticale Kv	0,0055

CALCOLO SPINTE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
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
290,0	244,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
244,0	198,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
198,0	152,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
152,0	106,0	18,7	0,0	26,56	11,0	0,0	0,0	
106,0	60,0	18,7	0,0	26,56	11,0	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
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0
11,0	0,35	0,36	0,01	0,34	0,07	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
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	290,0	244,0	0,76	0,15	259,33	259,33
2	244,0	198,0	2,29	0,44	218,44	218,44
3	198,0	152,0	3,82	0,73	173,47	173,47
4	152,0	106,0	5,35	1,02	127,9	127,9
5	106,0	60,0	6,88	1,31	82,15	82,15

CARATTERISTICHE MURO (Peso, Baricentro, Inerzi a)

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

Quota	Px	Py	Xp	Yp
-------	----	----	----	----

244,0	0,04	3,55	37,5	267,0
198,0	0,08	7,1	37,5	244,0
152,0	0,12	10,66	37,5	221,0
106,0	0,16	14,21	37,5	198,0
60,0	0,2	17,76	37,5	175,0

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
-------	----	----	---	---

244,0	0,8	3,7	0,1	35,0
198,0	3,14	7,69	0,87	35,0
152,0	7,0	11,96	3,02	35,0
106,0	12,39	16,53	7,24	35,0
60,0	19,31	21,39	14,24	35,0

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	Misura Sicurezza Taglio $(V_{cd}+V_{wd})/V_{sdu}$ (Verificato se ≥ 1).
Vsdu	Taglio di calcolo (kN);

Afv	Afm	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	3,77	115,45	S	125,1	0,0	152,68
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	7,84	115,98	S	125,62	0,0	39,29
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	12,12	116,53	S	126,18	0,0	17,69
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	16,84	117,14	S	126,78	0,0	10,04
4Ø18 (10,18)	4Ø18 (10,18)	21,76	117,77	S	127,42	0,0	6,47

VERIFICHE GLOBALI

Piano di rottura passante per $(x_{r1}, y_{r1}) = (165,0/0,0)$
Piano di rottura passante per $(x_{r2}, y_{r2}) = (165,0/290,0)$
Centro di rotazione $(x_{ro}, y_{ro}) = (0,0/0,0)$

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato

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
290,0	244,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
244,0	198,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
198,0	152,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
152,0	106,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
106,0	60,0	28,0	0,0	23,04	23,04	0,0	0,0	
60,0	0,0	28,0	0,0	23,04	18,0	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
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
23,04	0,38	0,39	0,01	0,35	0,15	0,01	0,0
18,0	0,39	0,39	0,01	0,37	0,12	0,01	0,0

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
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	290,0	244,0	1,17	0,49	259,33	259,33
2	244,0	198,0	3,52	1,46	218,44	218,44
3	198,0	152,0	5,86	2,43	173,47	173,47
4	152,0	106,0	8,2	3,4	127,9	127,9
5	106,0	60,0	10,55	4,38	82,15	82,15
6	60,0	0,0	17,37	7,0	28,8	29,06

SPINTE IN FONDAZIONE

Discretizzazione terreno

Qi	Quota iniziale strato (cm);
Qf	Quota finale strato
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
60,0	0,0	28,0	180,0	23,04	18,0	0,0	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
198,0	2,27	-2,16	-0,7

Spinte risultanti e punto di applicazione

Qi	Quota inizio strato.
Qf	Quota inizio strato.
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	60,0	0,0	-10,88	-3,53	20,0	20,0

Sollecitazioni total i

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

	Fx	Fy	M
Spinta terreno	46,67	19,16	13,43
Peso muro	0,2	17,76	-6,32
Peso fondazione	0,24	21,84	-17,95
Sovraccarico	0,0	0,0	0,0
Terr. fondazione	0,52	47,31	-51,13
Spinte fondazione	-10,88	-3,53	-2,18

36,75

102,55

-64,15

Momento stabilizzante -108,34 kNm
 Momento ribaltante 44,2 kNm

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
---------	----	----	---	---

20,0	-10,88	-21,23	-1,43	60,0
------	--------	--------	-------	------

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 Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

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

5Ø18 (12,72)	4Ø18 (10,18)	11,08	270,41	S	178,97	0,0	8,27
--------------	--------------	-------	--------	---	--------	-----	------

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
---------	----	----	---	---

55,0	17,37	52,73	-45,81	60,0
------	-------	-------	--------	------

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 Misura Sicurezza Taglio (Vcd+Vwd)/Vsdu (Verificato se >=1).
 Vsdu Taglio di calcolo (kN);

Afi	Afs	Nu	Mu	Ver.	Vrd	Vwd	Sic. VT
4Ø18 (10,18)	5Ø18 (12,72)	17,63	272,07	S	179,88	0,0	3,35

Indice

1.Dati generali	7
2.CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI	8
3.Stratigrafia	8
4.Fattori combinazione	9
5.A1+M1+R1 [GEO+STR]	10
5.1.1-(Peso, Baricentro, Inerzia)	11
5.2.1-Armatura elevazione	11
5.3.1-Sollecitazioni totali	14
5.4.1-Armatura in fondazione	14
6.A2+M2+R2 [GEO+STR]	15
6.1.2-(Peso, Baricentro, Inerzia)	16
6.2.2-Armatura elevazione	17
6.3.2-Sollecitazioni totali	19
6.4.2-Armatura in fondazione	20
7.EQU+M2 [GEO+STR]	21
7.1.3-(Peso, Baricentro, Inerzia)	22
7.2.3-Armatura elevazione	22
7.3.3-Sollecitazioni totali	25
7.4.3-Armatura in fondazione	25
Indice	27