0	11/2017	PRIMA EMISSIONE	TRESSO	BERTERO	CASSANI
Revisione	**Data**	**Oggetto revisione**	**Redatto**	**Verificato**	**Approvato**

REGIONE LIGURIA

#ItaliaSicura
Presidenza del Consiglio dei Ministri

COMUNE DI GENOVA

PIANO STRALCIO PER LE AREE METROPOLITANE E LE AREE URBANE CON ALTO LIVELLO DI POPOLAZIONE ESPOSTA AL RISCHIO DI ALLUVIONI

Presidenza del Consiglio dei Ministri

PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
COMMISSARIO STRAORDINARIO
delegato per l'attuazione degli interventi inseriti nell'A.d.P. del 16.09.2010 e ss.ii.
(ex art. 10 del D.L. n. 91 del 24.06.2014)

Commissario straordinario

Dott. Giovanni TOTI

PROGETTISTI

CAPOGRUPPO MANDATARIA:

ROCKSOIL S.p.A.
CONSULENZA E ASSISTENZA TECNICA
nel campo della GEOINGEGNERIA

MANDANTI:

art ambiente risorse territorio

HYDRODATA INGEGNERIA DELLE RISORSE IDRICHE

Ing. Mario CANGIANO

Ing. Paolo GALLO

Ing. Francesco DE SANCTIS

Dott.ssa Francesca GIOMI

RESPONSABILE STRUTTURA COMMISSARIALE: **Ing. Luca BERRUTI**

RESPONSABILE UNICO PROCEDIMENTO: **Ing. Stefano PINASCO**

Progettista responsabile integrazioni prestazioni specialistiche e Direttore Tecnico della mandataria.
Rocksoil S.p.A.
Ing. Giovanna Cassani
Ord. Ingg. Milano N° 20997



Progettista/Progettisti responsabili elaborato
Hydrodata S.p.A.
Ing. Roberto Bertero
Ord. Ingg. Torino N° 7570L



Intervento/Opera

SECONDO LOTTO DEI LAVORI RELATIVI ALLA REALIZZAZIONE DELLA GALLERIA SCOLMATRICE DEL TORRENTE BISAGNO IN COMUNE DI GENOVA

PROGETTO ESECUTIVO

N° Progr.: ----

Codice elaborato: BIS2E - H - ALV05 - RE01 - 0

Oggetto della tavola

OPERE IN ALVEO

MURI DI SPONDA

Relazione di calcolo

Scala

Data: NOVEMBRE 2017

Codice FILE: BIS2E-H-ALV05-RE01-0.DWG

I DISEGNI E LE INFORMAZIONI IN ESSI CONTENUTE SONO PROPRIETA' ESCLUSIVA DELLA STRUTTURA COMMISSARIALE E NON POSSONO ESSERE MODIFICATI, RIPRODOTTI, RESI PUBBLICI O UTILIZZATI PER USI DIFFERENTI DA QUELLI PER CUI SONO STATI REDATTI, SALVO AUTORIZZAZIONE SCRITTA.

INDICE

1 GENERALITA' 2
2 NORMATIVA VIGENTE 3
3 MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO 3
3.1 Acciaio per barre di armatura 3
3.2 Calcestruzzo opere di fondazione 3
3.3 Calcestruzzo opere in elevazione 4
4 PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE 4
5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI 5
6 PARAMETRI SISMICI 6
7 METODO DI CALCOLO MURI CONTENIMENTO 7
8 ALLEGATO 1 13
Muri contenimento in destra idrografica 13
9 ALLEGATO 2 49
Muri contenimento in sinistra idrografica (sez. B-B, C-C e F-F) 49
10 ALLEGATO 3 84
Muri contenimento in sinistra idrografica (sez. D-D, E-E) 84

1 GENERALITA'

La presente relazione di calcolo strutturale e geotecnica è relativa alla realizzazione dei **Muri di sponda in destra e sinistra idrografica** nell'ambito del progetto esecutivo "Secondo lotto dei lavori relativi alla realizzazione della galleria scolmatrice del torrente Bisagno in Comune di Genova".

Nello specifico vengono riportate nel seguito le analisi e le verifiche dei seguenti manufatti facenti parte dell'opera sopraccitata, in condizioni statiche e sismiche, in accordo alle vigenti normative NTC 2008:

- **Muri contenimento in destra idrografica** realizzati a monte ed a valle dello sbarramento, con paramento di spessore variabile da un minimo di 0.50 m in testata sino ad un massimo di 1.0 m alla base del muro, e di altezza variabile da un minimo di 6.65 m sino ad un massimo di 7.20 m incastrati in ciabatte di fondazione di larghezza complessiva 3.50 m e spessore variabile da un minimo di 60 cm sino ad un massimo di 1.0 m.
  In relazione si riportano i calcoli e le verifiche della sezione maggiormente sollecitata con paramento di spessore variabile da 0.60 m sino ad 1.0 m, di altezza 7.20 m ed incastrato in una ciabatta di fondazione di larghezza 3.50 m e spessore variabile da un minimo di 70 cm sino ad un massimo di 1.0 m (sez. B-B valle sbarramento);
  (Allegato 1)
- **Muri contenimento in sinistra idrografica (sez. B-B, C-C e F-F)** con paramento di spessore 1.50 m, e di altezza 9.08 m, incastrato in una ciabatta di fondazione di spessore 1.50 m. e larghezza variabile da un minimo di 5.50 m sino ad un massimo di 6.80 m.
  In relazione si riportano i calcoli e le verifiche della sezione maggiormente sollecitata con paramento di spessore 1.50 m, e di altezza 9.08 m, incastrato in una ciabatta di fondazione di spessore 1.50 m. e larghezza 5.50 m (sez. C-C);
  (Allegato 2)
- **Muri contenimento in sinistra idrografica (sez. D-D, E-E)** con paramento di spessore variabile da un minimo di 0.30 m in testata sino ad un massimo di 0.70 m alla base del muro, e di altezza 4.70 m incastrati in una ciabatta di fondazione di larghezza complessiva 3.40 m e spessore di 0.70 m. (sez. D-D, E-E);
  (Allegato 3)

Nel seguito si riportano le analisi e le verifiche, eseguite con il metodo degli stati limite, in condizioni statiche e dinamiche delle opere in oggetto.

I manufatti non riportati in relazione sono stati analizzati e verificati in maniera analoga.

Il Comune di Genova dove è localizzato l'intervento, è sismico di tipo 3.

2 NORMATIVA VIGENTE

• D.M. 14 gennaio 2008 – "Nuove Norma Tecniche per le costruzioni"

• Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – "Istruzioni per l'applicazione delle " Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

• UNI EN 1992 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo armato

• UNI EN 1997 - Progettazione geotecnica

• UNI EN 1998 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica

3 MATERIALI STRUTTURALI PREVISTI IN PROGETTO

3.1 Acciaio per barre di armatura

- Tipo B450C
- f_{yk} = tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm^2
- f_{yt} = tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm^2
- $(f_t/f_y)_k \geq 1.15$ e < 1.35
- $(f_t/f_{ynom})_k \leq 1.25$
- Allungamento $(A_{gt})_k \geq 7.5\%$
- γ_s = coefficiente di sicurezza dell'acciaio per c.a. = 1.15
- f_{yd} = resistenza di calcolo = 450 : 1.15 = 391.30 N/mm^2
- f_{bd} = resistenza tangenziale di aderenza acciaio-calcestruzzo = $f_{bk}:\gamma_c$ = 5.755 : 1.5 = 3.837 N/mm^2
- f_{bk} = resistenza tangenziale caratteristica = 2.25 x η x f_{ctk} = 2.25 x 1.0 x 2.558 = 5.755 N/mm^2

3.2 Calcestruzzo opere di fondazione

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 25/30
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 30 N/mm^2
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 24.9 N/mm^2
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = f_{ck} + 8 = 32.9 N/mm^2
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = 0.30 $f_{ck}^{2/3}$ = 2.55 N/mm^2
- f_{cfm} = resistenza a trazione per flessione = 1.2 f_{ctm} = 3.07 N/mm^2
- E_{cm} = modulo elastico = 22000 $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 31447.16 N/mm^2
- v = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC2
- Copriferro ≥ 50 mm

3.3 Calcestruzzo opere in elevazione

- Calcestruzzo con Classe di resistenza C 32/40
- R_{ck} = resistenza cubica del calcestruzzo = 40 N/mm^2
- f_{ck} = resistenza cilindrica a compressione = 0.83 R_{ck} = 33.2 N/mm^2
- f_{cm} = valore medio della resistenza cilindrica = f_{ck} + 8 = 41.2 N/mm^2
- f_{ctm} = resistenza media a trazione semplice assiale = 0.30 $f_{ck}^{2/3}$ = 3.09 N/mm^2
- f_{cfm} = resistenza a trazione per flessione = 1.2 f_{ctm} = 3.72 N/mm^2
- E_{cm} = modulo elastico = 22000 $(f_{cm}/10)^{0.3}$ = 33642.78 N/mm^2
- v = coefficiente di Poisson = 0.20
- Classe di consistenza : S4
- Classe d'esposizione ambientale : XC4
- Copriferro ≥ 50 mm

4 PRESTAZIONI DI PROGETTO – CLASSE DELLE STRUTTURE – VITA UTILE

Le opere in progetto risultano essere di classe d'uso IV

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

ed è di tipo 3 *(grandi opere)*

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1]	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

con vita nominale ≥ 100 anni, C_U = coefficiente d'uso = 2.0, V_R = vita di riferimento = C_U x V_N = 200 anni.

5 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

I terreni caratterizzanti le opere in oggetto, riportati all'interno della sezione geologica BIS2E-R-SDB01-SZ02-0, sono caratterizzati cautelativamente dai seguenti parametri geotecnici:

- **Riporto antropico**
  γ = 19.0 kN/m³
  Φ_{res} = 28°
  c = 0.0 kPa
  E = 30 MPa

- **Ghiaia alluvionale**
  γ = 19.0 kN/m³
  Φ_{res} = 36°
  c = 0.0 kPa
  E = 50 MPa

- **Coltre limoso-argillosa**
  γ = 19.0 kN/m³
  Φ_{res} = 32°
  c = 0.0 kPa
  E = 80 MPa

- **Cappellaccio di alterazione**
  γ = 22.0 kN/m³
  Φ = 45°
  c = 100.0 kPa
  E = 400 MPa

- **Substrato (Flysch Antola compatto)**
  γ = 22.0 kN/m³
  Φ = 45°
  c = 250.0 kPa
  E = 1200 MPa

Ai fini del dimensionamento delle strutture definitive si assume un livello di falda posto ad una quota di +39.0 mslm. Mentre per il dimensionamento del tappo di fondo in condizione provvisionale si è posta la falda a quota +38.0 mslm.

6 PARAMETRI SISMICI

L'azione dell'azione sismica di progetto viene effettuata in funzione della "pericolosità sismica di base" del sito mediante opportune formule spettrali variabili in relazione alla probabilità di superamento, nel periodo di riferimento adottato e, pertanto, in relazione al particolare stato limite considerato (SLV = Stato limite di Salvaguardia della Vita).

I valori base dei parametri utili che consentono di definire le suddette azioni sismiche, per sito di riferimento rigido orizzontale sono quelli della "*Accelerazione orizzontale massima al sito"* (a_g), del *"Fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione"* (F_o) e del *"Periodo di inizio del tratto costante dello spettro in accelerazione"* (T_C) che, come detto sono variabili a seconda dello stato limite considerato.

Tali valori sono definiti interpolando tra i valori forniti per i vertici del reticolo di riferimento più prossimi al sito.

L'opera strutturale in oggetto è sita nel comune di Genova è in zona sismica di tipo 3, collocata secondo i seguenti valori di posizionamento:

Latitudine : 44°.405

Longitudine : 8°.936

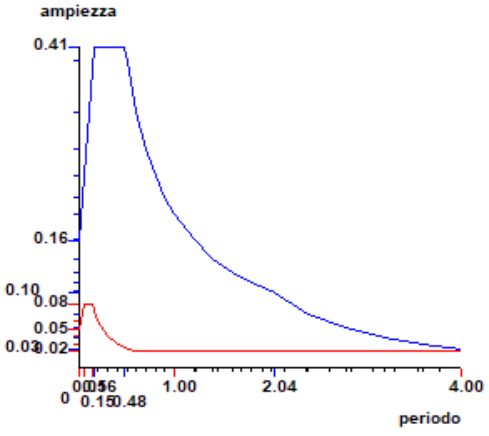
Per lo SLV si sono adottati i seguenti parametri sismici:

P_r = periodo di ritorno = 1898 anni

a_g = accelerazione massima del sito = 0.1092 g

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale = 2.52

T^*_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale = 0.31



Ai fini della definizione sismica di progetto, sulla base della caratterizzazione geotecnica dei tipo di terreno, ed eseguendo una scelta a favore di sicurezza, il terreno interessato dall'intervento può essere classificato di **tipo "B"** "*depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina*).

7 METODO DI CALCOLO MURI CONTENIMENTO

Il programma di calcolo utilizzato è "MAX 10" della AZTEC INFORMATICA – C.so Umberto 43 – Casale Bruzio (CS).

Il calcolo dei muri di sostegno viene eseguito secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno/acqua
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale

Calcolo della spinta sul muro

Valori caratteristici e valori di calcolo

Effettuando il calcolo tramite gli Eurocodici è necessario fare la distinzione fra i parametri caratteristici ed i valodi di calcolo (o di progetto) sia delle azioni che delle resistenze.

I valori di calcolo si ottengono dai valori caratteristici mediante l'applicazione di opportuni coefficienti di sicurezza parziali γ. In particolare si distinguono combinazioni di carico di tipo **A1-M1** nelle quali vengono incrementati i carichi e lasciati inalterati i parametri di resistenza del terreno e combinazioni di carico di tipo **A2-M2** nelle quali vengono ridotti i parametri di resistenza del terreno e incrementati i soli carichi variabili.

Metodo di Culmann

Il metodo di Culmann adotta le stesse ipotesi di base del metodo di Coulomb. La differenza sostanziale è che mentre Coulomb considera un terrapieno con superficie a pendenza costante e carico uniformemente distribuito (il che permette di ottenere una espressione in forma chiusa per il coefficiente di spinta) il metodo di Culmann consente di analizzare situazioni con profilo di forma generica e carichi sia concentrati che distribuiti comunque disposti. Inoltre, rispetto al metodo di Coulomb, risulta più immediato e lineare tener conto della coesione del masso spingente. Il metodo di Culmann, nato come metodo essenzialmente grafico, si è evoluto per essere trattato mediante analisi numerica (noto in questa forma come metodo del cuneo di tentativo). Come il metodo di Coulomb anche questo metodo considera una superficie di rottura rettilinea.

I passi del procedimento risolutivo sono i seguenti:

- si impone una superficie di rottura (angolo di inclinazione ρ rispetto all'orizzontale) e si considera il cuneo di spinta delimitato dalla superficie di rottura stessa, dalla parete su cui si calcola la spinta e dal profilo del terreno;

- si valutano tutte le forze agenti sul cuneo di spinta e cioè peso proprio *(W)*, carichi sul terrapieno, resistenza per attrito e per coesione lungo la superficie di rottura *(R e C)* e resistenza per coesione lungo la parete *(A)*;

- dalle equazioni di equilibrio si ricava il valore della spinta S sulla parete.

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

La convergenza non si raggiunge se il terrapieno risulta inclinato di un angolo maggiore dell'angolo d'attrito del terreno.

Nei casi in cui è applicabile il metodo di Coulomb (profilo a monte rettilineo e carico uniformemente distribuito) i risultati ottenuti col metodo di Culmann coincidono con quelli del metodo di Coulomb.

Le pressioni sulla parete di spinta si ricavano derivando l'espressione della spinta S rispetto all'ordinata *z*. Noto il diagramma delle pressioni è possibile ricavare il punto di applicazione della spinta.

Spinta in presenza di sisma

Per tener conto dell'incremento di spinta dovuta al sisma si fa riferimento al metodo di Mononobe-Okabe (cui fa riferimento la Normativa Italiana).

La Normativa Italiana suggerisce di tener conto di un incremento di spinta dovuto al sisma nel modo seguente.

Detta ε l'inclinazione del terrapieno rispetto all'orizzontale e β l'inclinazione della parete rispetto alla verticale, si calcola la spinta *S'* considerando un'inclinazione del terrapieno e della parte pari a

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

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

dove $\theta = \text{arctg}(k_h/(1 \pm k_v))$ essendo k_h il coefficiente sismico orizzontale e k_v il coefficiente sismico verticale, definito in funzione di k_h.

In presenza di falda a monte, θ assume le seguenti espressioni:

Terreno a bassa permeabilità

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

Terreno a permeabilità elevata

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

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

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

dove il coefficiente *A* vale

$$A = \frac{\cos^2(\beta + \theta)}{\cos^2\beta\cos\theta}$$

In presenza di falda a monte, nel coefficiente *A* si tiene conto dell'influenza dei pesi di volume nel calcolo di θ.

Adottando il metodo di Mononobe-Okabe per il calcolo della spinta, il coefficiente *A* viene posto pari a 1.

Tale incremento di spinta è applicato a metà altezza della parete di spinta nel caso di forma rettangolare del diagramma di incremento sismico, allo stesso punto di applicazione della spinta statica nel caso in cui la forma del diagramma di incremento sismico è uguale a quella del diagramma statico.

Oltre a questo incremento bisogna tener conto delle forze d'inerzia orizzontali e verticali che si destano per effetto del sisma. Tali forze vengono valutate come

$$F_{iH} = k_h W \qquad F_{iV} = \pm k_v W$$

dove *W* è il peso del muro, del terreno soprastante la mensola di monte ed i relativi sovraccarichi e va applicata nel baricentro dei pesi.

Il metodo di Culmann tiene conto automaticamente dell'incremento di spinta. Basta inserire nell'equazione risolutiva la forza d'inerzia del cuneo di spinta. La superficie di rottura nel caso di sisma risulta meno inclinata della corrispondente superficie in assenza di sisma.

Verifica a ribaltamento

La verifica a ribaltamento consiste nel determinare il momento risultante di tutte le forze che tendono a fare ribaltare il muro (momento ribaltante M_r) ed il momento risultante di tutte le forze che tendono a stabilizzare il muro (momento stabilizzante M_s) rispetto allo spigolo a valle della fondazione e verificare che il rapporto M_s/M_r sia maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_r.

Eseguendo il calcolo mediante gli eurocodici si puo impostare $\eta_r >= 1.0$.

Deve quindi essere verificata la seguente diseguaglianza

$$\frac{M_s}{M_r} >= \eta_r$$

Il momento ribaltante M_r è dato dalla componente orizzontale della spinta *S*, dalle forze di inerzia del muro e del terreno gravante sulla fondazione di monte (caso di presenza di sisma) per i rispettivi bracci. Nel momento stabilizzante interviene il peso del muro (applicato nel baricentro) ed il peso del terreno gravante sulla fondazione di monte. Per quanto riguarda invece la componente verticale della spinta essa sarà stabilizzante se l'angolo d'attrito terra-muro δ è positivo, ribaltante se δ è negativo. δ è positivo quando è il terrapieno che scorre rispetto al muro, negativo quando è il muro che tende a scorrere rispetto al terrapieno (questo può essere il caso di una spalla da ponte gravata da carichi notevoli). Se sono presenti dei tiranti essi contribuiscono al momento stabilizzante.

Questa verifica ha significato solo per fondazione superficiale e non per fondazione su pali.

Verifica a scorrimento

Per la verifica a scorrimento del muro lungo il piano di fondazione deve risultare che la somma di tutte le forze parallele al piano di posa che tendono a fare scorrere il muro deve essere minore di tutte le forze, parallele al piano di scorrimento, che si oppongono allo scivolamento, secondo un certo coefficiente di sicurezza. La verifica a scorrimento sisulta soddisfatta se il rapporto fra la risultante delle forze resistenti allo scivolamento F_r e la risultante delle forze che tendono a fare scorrere il muro F_s risulta maggiore di un determinato coefficiente di sicurezza η_s

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare $\eta_s >= 1.0$

$$\frac{F_r}{F_s} >= \eta_s$$

Le forze che intervengono nella F_s sono: la componente della spinta parallela al piano di fondazione e la componente delle forze d'inerzia parallela al piano di fondazione.

La forza resistente è data dalla resistenza d'attrito e dalla resistenza per adesione lungo la base della fondazione. Detta *N* la componente normale al piano di fondazione del carico totale gravante in fondazione e indicando con δ_f l'angolo d'attrito terreno-fondazione, con c_a l'adesione terreno-fondazione e con B_r la larghezza della fondazione reagente, la forza resistente può esprimersi com

$$F_r = N \, tg \, \delta_f + c_a B_r$$

La Normativa consente di computare, nelle forze resistenti, una aliquota dell'eventuale spinta dovuta al terreno posto a valle del muro. In tal caso, però, il coefficiente di sicurezza deve essere aumentato opportunamente. L'aliquota di spinta passiva che si può considerare ai fini della verifica a scorrimento non può comunque superare il 50 percento.

Per quanto riguarda l'angolo d'attrito terra-fondazione, δ_f, diversi autori suggeriscono di assumere un valore di δ_f pari all'angolo d'attrito del terreno di fondazione.

Verifica al carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi dal muro sul terreno di fondazione deve essere superiore a η_q. Cioè, detto Q_u, il carico limite ed *R* la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$\frac{Q_u}{R} >= \eta_q$$

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

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

L'espressione del carico ultimo è data dalla relazione:

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

In questa espressione

c coesione del terreno in fondazione;

ϕ angolo di attrito del terreno in fondazione;

γ peso di volume del terreno in fondazione;

B larghezza della fondazione;

D profondità del piano di posa;

q pressione geostatica alla quota del piano di posa.

I vari fattori che compaiono nella formula sono dati da:

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

$N_q = A\, tg^2(45°+\phi/2)$

$N_c = (N_q - 1)\, ctg\, \phi$

$N_\gamma = (N_q - 1)\, tg\, (1.4\phi)$

Indichiamo con K_p il coefficiente di spinta passiva espresso da:

$K_p = tg^2(45°+\phi/2)$

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

Fattori di profondità

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

$d_q = d_\gamma = 1$ per $\phi = 0$

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

Fattori di inclinazione

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

$$i_c = i_q = (1 - \theta°/90)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta°}{\phi°}\right)^2 \qquad \text{per} \quad \phi > 0$$

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

Verifica alla stabilità globale

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

Eseguendo il calcolo mediante gli Eurocodici si può impostare η_g>=1.0

Viene usata la tecnica della suddivisione a strisce della superficie di scorrimento da analizzare. La superficie di scorrimento viene supposta circolare e determinata in modo tale da non avere intersezione con il profilo del muro o con i pali di fondazione. Si determina il minimo coefficiente di sicurezza su una maglia di centri di dimensioni 10x10 posta in prossimità della sommità del muro. Il numero di strisce è pari a 50.

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

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

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

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

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

8 ALLEGATO 1

Muri contenimento in destra idrografica

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche del muro di contenimento, sollecitato a monte da un carico uniformemente distribuito di 20.0 kN/m^2 a simulare il transito di carichi di prima categoria.

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

γ_{Gfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti

γ_{Qsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili

γ_{Qfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili

$\gamma_{tan\phi'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

$\gamma_{c'}$ Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata

γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata

γ_{qu} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

γ_{γ} Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*	*EQU*	*HYD*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.50	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri		*M1*	*M2*	*M2*	*M1*
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$	1.00	1.25	1.25	1.00
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25	1.25	1.00

Resistenza non drenata	γ_{cu}	1.00	1.40	1.40	1.00
Resistenza a compressione uniassiale	γ_{qu}	1.00	1.60	1.60	1.00
Peso dell'unità di volume	γ_{γ}	1.00	1.00	1.00	1.00

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*	*EQU*	*HYD*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

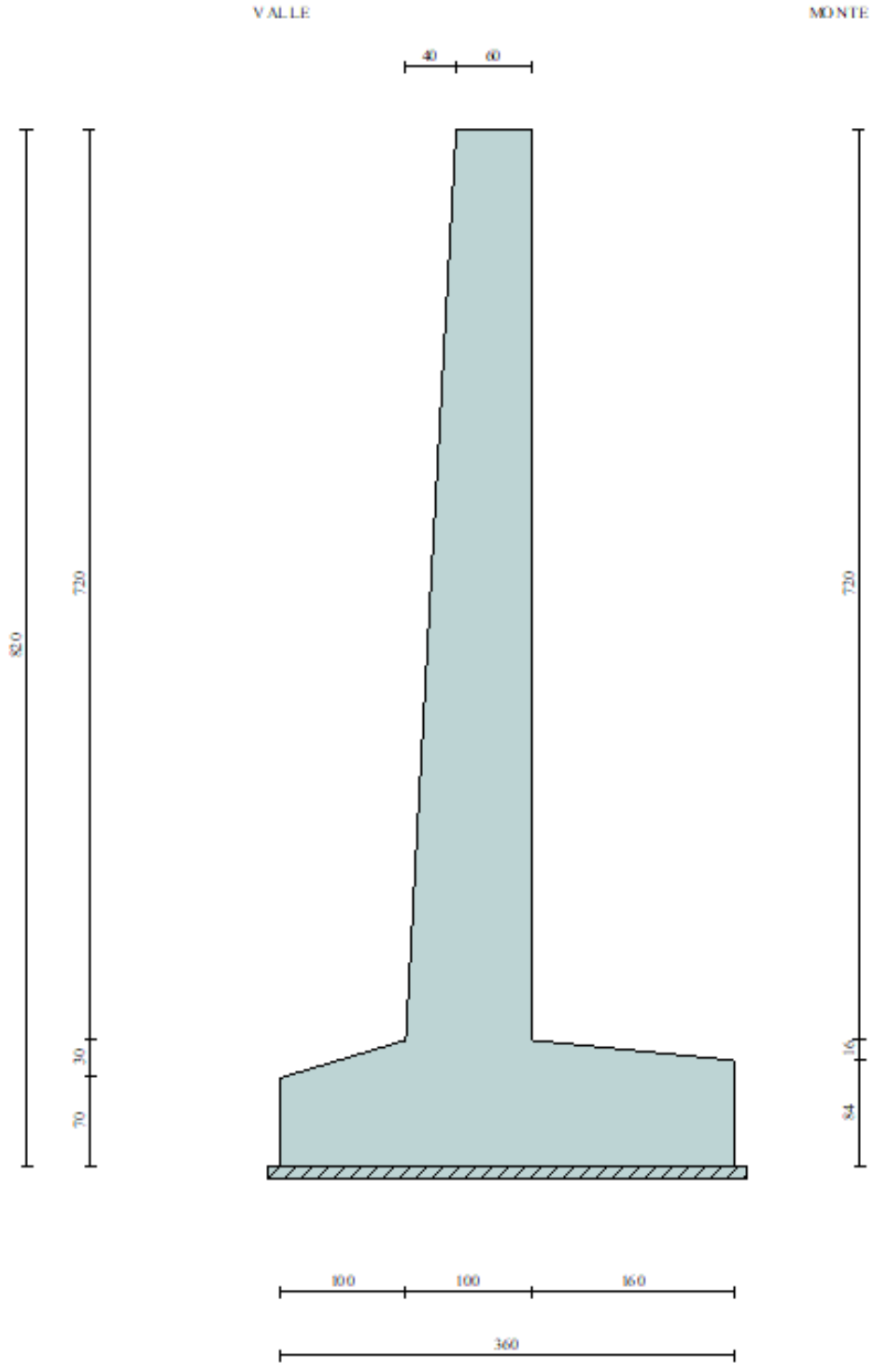
FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

Verifica	*Coefficienti parziali*		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione	**Muro a mensola in c.a.**
Altezza del paramento	7.20 [m]
Spessore in sommità	0.60 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.00 [m]
Inclinazione paramento esterno	3.20 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	45.00 [m]
<u>Fondazione</u>	
Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.60 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.60 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore estremità fondazione di valle	0.70 [m]
Spessore all'incastro fondazione di valle	1.00 [m]
Spessore all'incastro fondazione di monte	1.00 [m]
Spessore estremità fondazione di monte	0.84 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]


VALLE
MONTE
40
60
820
720
30
70
720
16
84
100
100
160
360

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	15.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 1.20 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

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

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Riporto antropico	19.00	19.00	28.00	18.67	0.0	0.0
Terreno alluvionale	19.00	19.00	36.00	24.00	0.0	0.0
Misto cementato	23.00	23.00	45.00	30.00	70.0	0.0

Stratigrafia

Simbologia adottata

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

Nr.	H	a	Kw	Ks	Terreno
1	8.20	0.00	0.00	0.00	Riporto antropico
2	10.00	0.00	13.25	0.00	Terreno alluvionale

Terreno di riempimento

Misto cementato

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X	Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]
F_x	Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]
F_y	Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]
M	Momento espresso in [kNm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per x=X_i espressa in [kN/m]

Q_f Intensità del carico per x=X_f espressa in [kN/m]

D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Transito veicoli)

D Profilo **X_i**=0.00 **X_f**=15.00 **Q_i**=20.0000 **Q_f**=20.0000

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Transito veicoli	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Transito veicoli	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00

Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00

Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15
Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Verifica fessurazione	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	w_1 = 0.20
	w_2 = 0.30
	w_3 = 0.40
Metodo di calcolo aperture delle fessure	E.C. 2

Verifica delle tensioni

Combinazione di carico — Rara $\sigma_c < 0.60\ f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80\ f_{yk}$

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

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su Nγ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su Nγ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

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

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C Identificativo della combinazione

Tipo Tipo combinazione

Sisma Combinazione sismica

CS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento

CS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento

CS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite

CS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	cs_{sco}	cs_{rib}	cs_{qlim}	cs_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	1.37	--	5.18	--
2	EQU - [1]	--	--	1.76	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.41
4	A1-M1 - [2]	--	1.15	--	3.08	--
5	EQU - [2]	--	--	1.36	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.24
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	1.52	--	6.11	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	1.52	--	6.26	--

9	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.82	--	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.80	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.34
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.34
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.30	--	4.06	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.31	--	4.15	--
15	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	1.49	--	--
16	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	1.47	--	--
17	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.21
18	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.21
19	SLEQ - [1]	--	1.47	--	5.37	--
20	SLEF - [1]	--	1.47	--	5.37	--
21	SLER - [1]	--	1.47	--	5.37	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

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

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	44.407062
Longitudine	8.933989
Comune	Genova
Provincia	Genova
Regione	Liguria
Punti di interpolazione del reticolo	16918 - 16696 - 16695 - 16917

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera di importanza strategica
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso molto pericolose	IV - Opere strategiche ed industrie
Vita di riferimento	200 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	1.07 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S)$ = 3.15
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 1.57

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.50 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00

Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S)$ = 1.09
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h$ = 0.55

Forma diagramma incremento sismico	**Stessa forma diagramma statico**
Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0
Lunghezza del muro	45.00 [m]
Peso muro	222.9503 [kN]
Baricentro del muro	X=-0.33 Y=-5.30

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 1.60 Y = -8.20
Punto superiore superficie di spinta	X = 1.60 Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	8.20 [m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00 [°]

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	345.6189	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	327.4381	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	110.6194	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.60	[m]	Y = -5.15	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	18.67	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	54.80	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	315.9040	[kN]		

Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.80	[m]	Y = -3.64	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	327.4381	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	649.4737	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-88.5538	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	649.4737	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	327.4381	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.78	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.05	[m]
Risultante in fondazione	727.3457	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	26.76	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	509.3002	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2003.5615	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.05	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	425.70	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	0.00	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	N_c = 50.59	N_q = 37.75	N_γ = 44.43
Fattori forma	s_c = 1.00	s_q = 1.00	s_γ = 1.00
Fattori inclinazione	i_c = 0.49	i_q = 0.49	i_γ = 0.07
Fattori profondità	d_c = 1.24	d_q = 1.12	d_γ = 1.12

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

N'_c = 30.97	N'_q = 20.88	N'_γ = 3.28

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.15
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	3.08

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.36	5.3844	-0.0270	0.0000
3	0.72	10.9463	-0.1091	0.0000
4	1.08	16.6856	-0.2481	0.0000
5	1.44	22.6024	-0.4459	0.0000
6	1.80	28.6966	-0.7041	0.0000
7	2.16	34.9683	-1.0247	0.0000
8	2.52	41.4175	-1.4094	0.0000
9	2.88	48.0441	-1.6951	1.7167
10	3.24	54.8482	-0.5576	8.1628
11	3.60	61.8297	3.3014	16.7059
12	3.96	68.9887	10.3424	26.2350
13	4.32	76.3252	20.9174	36.7441
14	4.68	83.8391	35.3765	48.2283
15	5.04	91.5305	54.0681	60.6831
16	5.40	99.3994	77.3392	74.1051
17	5.76	107.4457	105.5358	88.4918
18	6.12	115.6694	139.0029	103.8404

19	6.48	124.0706	178.0845	120.1489
20	6.84	132.6493	223.1241	137.4159
21	7.20	141.4055	274.4502	155.4874

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	2.0182	40.1199
3	0.20	7.9750	78.7710
4	0.30	17.7235	115.9534
5	0.40	31.1167	151.6671
6	0.50	48.0079	185.9122
7	0.60	68.2502	218.6885
8	0.70	91.6967	249.9960
9	0.80	118.2005	279.8349
10	0.90	147.6147	308.2051
11	1.00	179.7925	335.1065

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.16	-3.4641	-43.2984
3	0.32	-13.8548	-86.5831
4	0.48	-31.1699	-129.8540
5	0.64	-55.3910	-172.5616
6	0.80	-86.2068	-212.0380
7	0.96	-123.0520	-247.9290
8	1.12	-165.3529	-280.2346
9	1.28	-212.5358	-308.9548
10	1.44	-264.0272	-334.0896
11	1.60	-319.2533	-355.6391

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	233.40	--	--
2	0.36	100, 62	15.71	15.71	10509.67	52.65	1951.87	240.10	--	--
3	0.72	100, 64	15.71	15.71	10761.41	107.24	983.11	246.79	--	--
4	1.08	100, 66	15.71	15.71	11014.60	163.79	660.13	253.48	--	--
5	1.44	100, 68	15.71	15.71	11269.08	222.31	498.58	260.17	--	--
6	1.80	100, 70	15.71	15.71	11524.74	282.79	401.61	266.85	--	--
7	2.16	100, 72	15.71	15.71	11781.45	345.24	336.92	273.55	--	--
8	2.52	100, 74	15.71	15.71	12039.12	409.67	290.68	280.24	--	--
9	2.88	100, 76	15.71	15.71	12330.86	435.05	256.66	286.94	--	--
10	3.24	100, 78	15.71	15.71	12882.72	130.97	234.88	293.64	--	--
11	3.60	100, 80	15.71	15.71	12765.82	-681.63	206.47	300.34	--	--
12	3.96	100, 82	15.71	15.71	10817.89	-1621.76	156.81	307.06	--	--
13	4.32	100, 84	15.71	15.71	7631.88	-2091.56	99.99	313.78	--	--
14	4.68	100, 86	15.71	15.71	4388.17	-1851.62	52.34	320.50	--	--
15	5.04	100, 88	15.71	15.71	2307.19	-1362.88	25.21	327.24	--	--
16	5.40	100, 90	15.71	15.71	1339.81	-1042.46	13.48	333.99	--	--
17	5.76	100, 92	15.71	15.71	912.70	-896.48	8.49	340.74	--	--
18	6.12	100, 94	15.71	15.71	686.15	-824.57	5.93	347.51	--	--
19	6.48	100, 96	15.71	15.71	546.88	-784.96	4.41	354.28	--	--
20	6.84	100, 98	19.01	19.01	547.15	-920.34	4.12	361.07	--	--
21	7.20	100, 100	19.01	19.01	466.26	-904.96	3.30	367.87	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 70	19.01	19.01	0.00	0.00	1000.00	264.45	--	--
2	0.10	100, 73	19.01	19.01	0.00	501.94	248.71	271.16	--	--
3	0.20	100, 76	19.01	19.01	0.00	524.03	65.71	279.72	--	--
4	0.30	100, 79	19.01	19.01	0.00	546.11	30.81	288.23	--	--
5	0.40	100, 82	19.01	19.01	0.00	568.19	18.26	296.69	--	--
6	0.50	100, 85	19.01	19.01	0.00	590.28	12.30	305.11	--	--
7	0.60	100, 88	19.01	19.01	0.00	612.36	8.97	313.48	--	--
8	0.70	100, 91	19.01	19.01	0.00	634.46	6.92	321.82	--	--
9	0.80	100, 94	19.01	19.01	0.00	656.54	5.55	330.11	--	--
10	0.90	100, 97	19.01	19.01	0.00	678.64	4.60	338.37	--	--

11	1.00	100, 100	19.01	19.01	0.00	700.73	3.90	346.60	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 84	19.01	19.01	0.00	0.00	1000.00	302.31	--	--
2	0.16	100, 86	19.01	19.01	0.00	-594.69	171.67	306.79	--	--
3	0.32	100, 87	19.01	19.01	0.00	-606.47	43.77	311.25	--	--
4	0.48	100, 89	19.01	19.01	0.00	-618.26	19.83	315.71	--	--
5	0.64	100, 90	19.01	19.01	0.00	-630.04	11.37	320.15	--	--
6	0.80	100, 92	19.01	19.01	0.00	-641.82	7.45	324.59	--	--
7	0.96	100, 94	19.01	19.01	0.00	-653.60	5.31	329.01	--	--
8	1.12	100, 95	19.01	19.01	0.00	-665.38	4.02	333.42	--	--
9	1.28	100, 97	19.01	19.01	0.00	-677.17	3.19	337.82	--	--
10	1.44	100, 98	19.01	19.01	0.00	-688.94	2.61	342.22	--	--
11	1.60	100, 100	19.01	19.01	0.00	-700.73	2.19	346.60	--	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	369.3275	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	356.5356	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	96.3596	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 1.60	[m]	Y = -5.11	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	15.12	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	51.90	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	289.1136	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 0.80	[m]	Y = -3.64	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	356.5356	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	586.1284	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-62.4916	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1101.4595	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	1494.5005	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	586.1284	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	356.5356	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	1.13	[m]
Lunghezza fondazione reagente	2.01	[m]
Risultante in fondazione	686.0497	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	31.31	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	662.7353	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	1.36

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 18

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

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

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.91 Y[m]= 0.64

Raggio del cerchio R[m]= 9.51

Ascissa a valle del cerchioXi[m]= -8.73

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 7.58

Larghezza della striscia dx[m]= 0.65

Coefficiente di sicurezza C= 1.21

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α(°)	Wsinα	b/cosα	ϕ	c	u
1	30.7953	77.16	30.0254	0.0288	23.04	0	0
2	56.8064	63.93	51.0254	0.0146	23.04	0	0
3	71.0536	55.94	58.8627	0.0114	23.04	0	0
4	81.7547	49.40	62.0769	0.0098	23.04	0	0
5	90.3336	43.66	62.3669	0.0088	23.04	0	0
6	97.4027	38.43	60.5461	0.0082	23.04	0	0
7	103.2954	33.56	57.1076	0.0077	23.04	0	0
8	108.2165	28.96	52.3920	0.0073	23.04	0	0
9	112.3015	24.55	46.6548	0.0070	23.04	0	0
10	134.1195	20.29	46.5071	0.0068	28.84	0	0
11	140.6283	16.15	39.1064	0.0067	30.17	0	0
12	140.4876	12.09	29.4201	0.0065	30.17	0	0
13	118.6560	8.09	16.7008	0.0065	30.17	0	0
14	39.3292	4.13	2.8351	0.0064	30.17	0	0

15	37.4404	0.20	0.1283	0.0064	30.17	0	0
16	35.2794	-3.74	-2.3015	0.0064	30.17	0	0
17	34.4686	-7.69	-4.6153	0.0065	30.17	0	0
18	33.0855	-11.69	-6.7019	0.0065	30.17	0	0
19	31.1093	-15.74	-8.4378	0.0066	30.17	0	0
20	28.5079	-19.87	-9.6900	0.0068	29.61	0	0
21	25.2356	-24.12	-10.3110	0.0070	23.04	0	0
22	21.2285	-28.51	-10.1320	0.0073	23.04	0	0
23	16.3960	-33.09	-8.9522	0.0076	23.04	0	0
24	10.6080	-37.93	-6.5212	0.0081	23.04	0	0
25	3.6684	-43.12	-2.5075	0.0088	23.04	0	0

ΣW_i= 1602.2079 [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i$= 545.5852 [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i$= 694.2260 [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i$= 0.0000 [kN]

Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.36	5.3844	5.3844	-0.0270	0.0034	0.0000	0.1695
3	0.72	10.9463	10.9463	-0.1091	0.0136	0.0000	0.3446
4	1.08	16.6856	16.6856	-0.2481	0.0310	0.0000	0.5252
5	1.44	22.6024	22.6024	-0.4459	0.0556	0.0000	0.7115
6	1.80	28.6966	28.6966	-0.7041	0.0879	0.0000	0.9033
7	2.16	34.9683	34.9683	-1.0247	0.1279	0.0000	1.1007
8	2.52	41.4175	41.4175	-1.4094	0.1758	0.0000	1.3037
9	2.88	48.0441	48.0441	-1.8145	0.3782	0.4731	3.0352
10	3.24	54.8482	54.8482	-1.7012	1.8632	3.6743	8.5773
11	3.60	61.8297	61.8297	-0.0560	5.6228	8.8996	16.7059
12	3.96	68.9887	68.9887	3.5810	12.0394	15.1334	26.2350
13	4.32	76.3252	76.3252	9.5690	21.4240	21.4415	36.7441
14	4.68	83.8391	83.8391	18.2640	35.3765	28.5692	48.2283
15	5.04	91.5305	91.5305	30.0191	54.0681	36.5469	60.6831
16	5.40	99.3994	99.3994	45.1851	77.3392	45.3695	74.1051
17	5.76	107.4457	107.4457	62.4911	105.5358	55.0323	88.4918
18	6.12	115.6694	115.6694	83.0437	139.0029	65.5318	103.8404
19	6.48	124.0706	124.0706	107.4424	178.0845	76.8648	120.1489
20	6.84	132.6493	132.6493	135.9850	223.1241	89.0283	137.4159
21	7.20	141.4055	141.4055	168.9558	274.4502	101.8893	155.4874

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.36	5.3844	5.3844	-0.0270	-0.0270	0.0000	0.0000
3	0.72	10.9463	10.9463	-0.1091	-0.1091	0.0000	0.0000
4	1.08	16.6856	16.6856	-0.2481	-0.2481	0.0000	0.0000
5	1.44	22.6024	22.6024	-0.4459	-0.4459	0.0000	0.0000
6	1.80	28.6966	28.6966	-0.7041	-0.7041	0.0000	0.0000
7	2.16	34.9683	34.9683	-1.0247	-1.0247	0.0000	0.0000
8	2.52	41.4175	41.4175	-1.4094	-1.4094	0.0000	0.0000
9	2.88	48.0441	48.0441	-1.7302	-1.7302	1.3505	1.3505
10	3.24	54.8482	54.8482	-0.9888	-0.9888	6.0753	6.0753
11	3.60	61.8297	61.8297	1.6925	1.6925	12.2143	12.2143
12	3.96	68.9887	68.9887	6.6511	6.6511	19.1213	19.1213
13	4.32	76.3252	76.3252	14.1606	14.1606	26.7910	26.7910
14	4.68	83.8391	83.8391	24.4929	24.4929	35.2190	35.2190
15	5.04	91.5305	91.5305	37.9187	37.9187	44.4014	44.4014
16	5.40	99.3994	99.3994	54.7070	54.7070	54.3352	54.3352
17	5.76	107.4457	107.4457	75.1261	75.1261	65.0176	65.0176
18	6.12	115.6694	115.6694	99.4434	99.4434	76.4465	76.4465
19	6.48	124.0706	124.0706	127.9253	127.9253	88.6197	88.6197
20	6.84	132.6493	132.6493	160.8377	160.8377	101.5356	101.5356
21	7.20	141.4055	141.4055	198.4346	198.4346	115.0744	115.0744

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	1.2575	2.0182	25.0285	40.1199
3	0.20	4.9814	7.9750	49.3291	78.7710
4	0.30	11.0990	17.7235	72.9018	115.9534
5	0.40	19.5375	31.1167	95.7466	151.6671
6	0.50	30.2241	48.0079	117.8634	185.9122
7	0.60	43.0860	68.2502	139.2524	218.6885
8	0.70	58.0503	91.6967	159.9134	249.9960
9	0.80	75.0444	118.2005	179.8465	279.8349
10	0.90	93.9953	147.6147	199.0517	308.2051
11	1.00	114.8305	179.7925	217.5290	335.1065

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	1.4662	1.4662	29.1765	29.1765
3	0.20	5.8060	5.8060	57.4728	57.4728
4	0.30	12.9314	12.9314	84.8890	84.8890
5	0.40	22.7544	22.7544	111.4250	111.4250
6	0.50	35.1871	35.1871	137.0809	137.0809
7	0.60	50.1413	50.1413	161.8566	161.8566
8	0.70	67.5290	67.5290	185.7521	185.7521
9	0.80	87.2623	87.2623	208.7674	208.7674
10	0.90	109.2532	109.2532	230.9026	230.9026
11	1.00	133.4135	133.4135	252.1576	252.1576

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.16	-3.4641	-1.9021	-43.2984	-23.4914
3	0.32	-13.8548	-7.4262	-86.5831	-45.2761
4	0.48	-31.1699	-16.2994	-129.8540	-65.3541
5	0.64	-55.3910	-28.2485	-172.5616	-83.7254
6	0.80	-86.2068	-43.0005	-212.0380	-100.3900
7	0.96	-123.0520	-60.2823	-247.9290	-115.3480
8	1.12	-165.3529	-79.8208	-280.2346	-128.5993
9	1.28	-212.5358	-101.3430	-308.9548	-140.1438
10	1.44	-264.0272	-124.5758	-334.0896	-149.9817
11	1.60	-319.2533	-149.2462	-355.6391	-158.1129

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.16	-2.3403	-2.3403	-28.9107	-28.9107
3	0.32	-9.1415	-9.1415	-55.7604	-55.7604
4	0.48	-20.0737	-20.0737	-80.5490	-80.5490
5	0.64	-34.8073	-34.8073	-103.2766	-103.2766
6	0.80	-53.0123	-53.0123	-123.9431	-123.9431

7	0.96	-74.3592	-74.3592	-142.5486	-142.5486
8	1.12	-98.5180	-98.5180	-159.0931	-159.0931
9	1.28	-125.1590	-125.1590	-173.5764	-173.5764
10	1.44	-153.9525	-153.9525	-185.9988	-185.9988
11	1.60	-184.5687	-184.5687	-196.3600	-196.3600

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	233.40	--	--
2	0.36	100, 62	15.71	15.71	10509.67	-6.60	1951.87	240.10	--	--
3	0.72	100, 64	15.71	15.71	10761.41	-13.50	983.11	246.79	--	--

4	1.08	100, 66	15.71	15.71	11014.60	-20.69	660.13	253.48	--	--
5	1.44	100, 68	15.71	15.71	11269.08	-28.18	498.58	260.17	--	--
6	1.80	100, 70	15.71	15.71	11524.74	-35.96	401.61	266.85	--	--
7	2.16	100, 72	15.71	15.71	11781.45	-44.02	336.92	273.55	--	--
8	2.52	100, 74	15.71	15.71	12039.12	-52.38	290.68	280.24	--	--
9	2.88	100, 76	15.71	15.71	12306.80	-76.86	256.16	286.94	--	--
10	3.24	100, 78	15.71	15.71	12647.45	130.97	230.59	293.64	--	--
11	3.60	100, 80	15.71	15.71	12422.07	12.03	200.91	300.34	--	--
12	3.96	100, 82	15.71	15.71	10037.70	-679.13	145.50	307.06	--	--
13	4.32	100, 84	15.71	15.71	7469.48	-1504.98	97.86	313.78	--	--
14	4.68	100, 86	15.71	15.71	4388.17	-1851.62	52.34	320.50	--	--
15	5.04	100, 88	15.71	15.71	2307.19	-1362.88	25.21	327.24	--	--
16	5.40	100, 90	15.71	15.71	1339.81	-1042.46	13.48	333.99	--	--
17	5.76	100, 92	15.71	15.71	912.70	-896.48	8.49	340.74	--	--
18	6.12	100, 94	15.71	15.71	686.15	-824.57	5.93	347.51	--	--
19	6.48	100, 96	15.71	15.71	546.88	-784.96	4.41	354.28	--	--
20	6.84	100, 98	19.01	19.01	547.15	-920.34	4.12	361.07	--	--
21	7.20	100, 100	19.01	19.01	466.26	-904.96	3.30	367.87	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 60	0.00	0.00	0	0	0	0
2	0.36	100, 62	15.71	15.71	8	0	-126	-116
3	0.72	100, 64	15.71	15.71	17	0	-257	-220
4	1.08	100, 66	15.71	15.71	26	0	-393	-314
5	1.44	100, 68	15.71	15.71	36	0	-533	-399
6	1.80	100, 70	15.71	15.71	46	0	-677	-475
7	2.16	100, 72	15.71	15.71	56	0	-823	-543
8	2.52	100, 74	15.71	15.71	66	0	-971	-606
9	2.88	100, 76	15.71	15.71	75	2	-1106	-678

10	3.24	100, 78	15.71	15.71	75	10	-1110	-877
11	3.60	100, 80	15.71	15.71	87	19	-902	-1284
12	3.96	100, 82	15.71	15.71	131	28	-475	-1908
13	4.32	100, 84	15.71	15.71	193	39	231	-2772
14	4.68	100, 86	15.71	15.71	300	50	2421	-4245
15	5.04	100, 88	15.71	15.71	465	61	7793	-6459
16	5.40	100, 90	15.71	15.71	671	73	16456	-9145
17	5.76	100, 92	15.71	15.71	904	86	27852	-12171
18	6.12	100, 94	15.71	15.71	1165	99	41708	-15523
19	6.48	100, 96	15.71	15.71	1452	112	57928	-19211
20	6.84	100, 98	19.01	19.01	1622	125	63841	-21546
21	7.20	100, 100	19.01	19.01	1932	139	81192	-25580

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 70	19.01	19.01	0.00	0.00	1000.00	264.45	--	--
2	0.10	100, 73	19.01	19.01	0.00	501.94	248.71	271.16	--	--
3	0.20	100, 76	19.01	19.01	0.00	524.03	65.71	279.72	--	--
4	0.30	100, 79	19.01	19.01	0.00	546.11	30.81	288.23	--	--
5	0.40	100, 82	19.01	19.01	0.00	568.19	18.26	296.69	--	--
6	0.50	100, 85	19.01	19.01	0.00	590.28	12.30	305.11	--	--
7	0.60	100, 88	19.01	19.01	0.00	612.36	8.97	313.48	--	--
8	0.70	100, 91	19.01	19.01	0.00	634.46	6.92	321.82	--	--
9	0.80	100, 94	19.01	19.01	0.00	656.54	5.55	330.11	--	--
10	0.90	100, 97	19.01	19.01	0.00	678.64	4.60	338.37	--	--
11	1.00	100, 100	19.01	19.01	0.00	700.73	3.90	346.60	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0.00	100, 70	19.01	19.01	0	0	0	0
13	0.10	100, 73	19.01	19.01	22	49	1181	-270
14	0.20	100, 76	19.01	19.01	83	93	4478	-1010
15	0.30	100, 79	19.01	19.01	174	131	9567	-2126
16	0.40	100, 82	19.01	19.01	288	166	16177	-3545
17	0.50	100, 85	19.01	19.01	421	197	24074	-5203
18	0.60	100, 88	19.01	19.01	568	224	33061	-7050
19	0.70	100, 91	19.01	19.01	725	248	42967	-9044
20	0.80	100, 94	19.01	19.01	890	270	53644	-11148

21	0.90	100, 97	19.01	19.01	1061	289	64963	-13334
22	1.00	100, 100	19.01	19.01	1235	306	76812	-15577

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 84	19.01	19.01	0.00	0.00	1000.00	264.45	--	--
2	0.16	100, 86	19.01	19.01	0.00	-594.69	171.67	271.16	--	--
3	0.32	100, 87	19.01	19.01	0.00	-606.47	43.77	279.72	--	--
4	0.48	100, 89	19.01	19.01	0.00	-618.26	19.83	288.23	--	--
5	0.64	100, 90	19.01	19.01	0.00	-630.04	11.37	296.69	--	--
6	0.80	100, 92	19.01	19.01	0.00	-641.82	7.45	305.11	--	--
7	0.96	100, 94	19.01	19.01	0.00	-653.60	5.31	313.48	--	--
8	1.12	100, 95	19.01	19.01	0.00	-665.38	4.02	321.82	--	--
9	1.28	100, 97	19.01	19.01	0.00	-677.17	3.19	330.11	--	--
10	1.44	100, 98	19.01	19.01	0.00	-688.94	2.61	338.37	--	--
11	1.60	100, 100	19.01	19.01	0.00	-700.73	2.19	346.60	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0.00	100, 84	19.01	19.01	0	0	0	0
13	0.16	100, 86	19.01	19.01	28	-41	-343	1589
14	0.32	100, 87	19.01	19.01	105	-78	-1303	6086
15	0.48	100, 89	19.01	19.01	224	-110	-2786	13109
16	0.64	100, 90	19.01	19.01	378	-139	-4706	22303
17	0.80	100, 92	19.01	19.01	560	-164	-6988	33341

18	0.96	100, 94	19.01	19.01	764	-185	-9559	45919
19	1.12	100, 95	19.01	19.01	985	-203	-12356	59754
20	1.28	100, 97	19.01	19.01	1219	-218	-15321	74583
21	1.44	100, 98	19.01	19.01	1462	-229	-18402	90163
22	1.60	100, 100	19.01	19.01	1709	-238	-21549	106264

9 ALLEGATO 2

Muri contenimento in sinistra idrografica (sez. B-B, C-C e F-F)

Si riportano nel seguito le analisi e le verifiche del muro di contenimento, sollecitato a monte da un carico uniformemente distribuito di 20.0 kN/m^2 a simulare il transito di carichi di prima categoria.

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

γ_{Gfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti

γ_{Qsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili

γ_{Qfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili

$\gamma_{tan\phi'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

$\gamma_{c'}$ Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata

γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata

γ_{qu} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

γ_{γ} Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*	*EQU*	*HYD*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.50	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*	*EQU*	*HYD*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

Verifica	*Coefficienti parziali*		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40

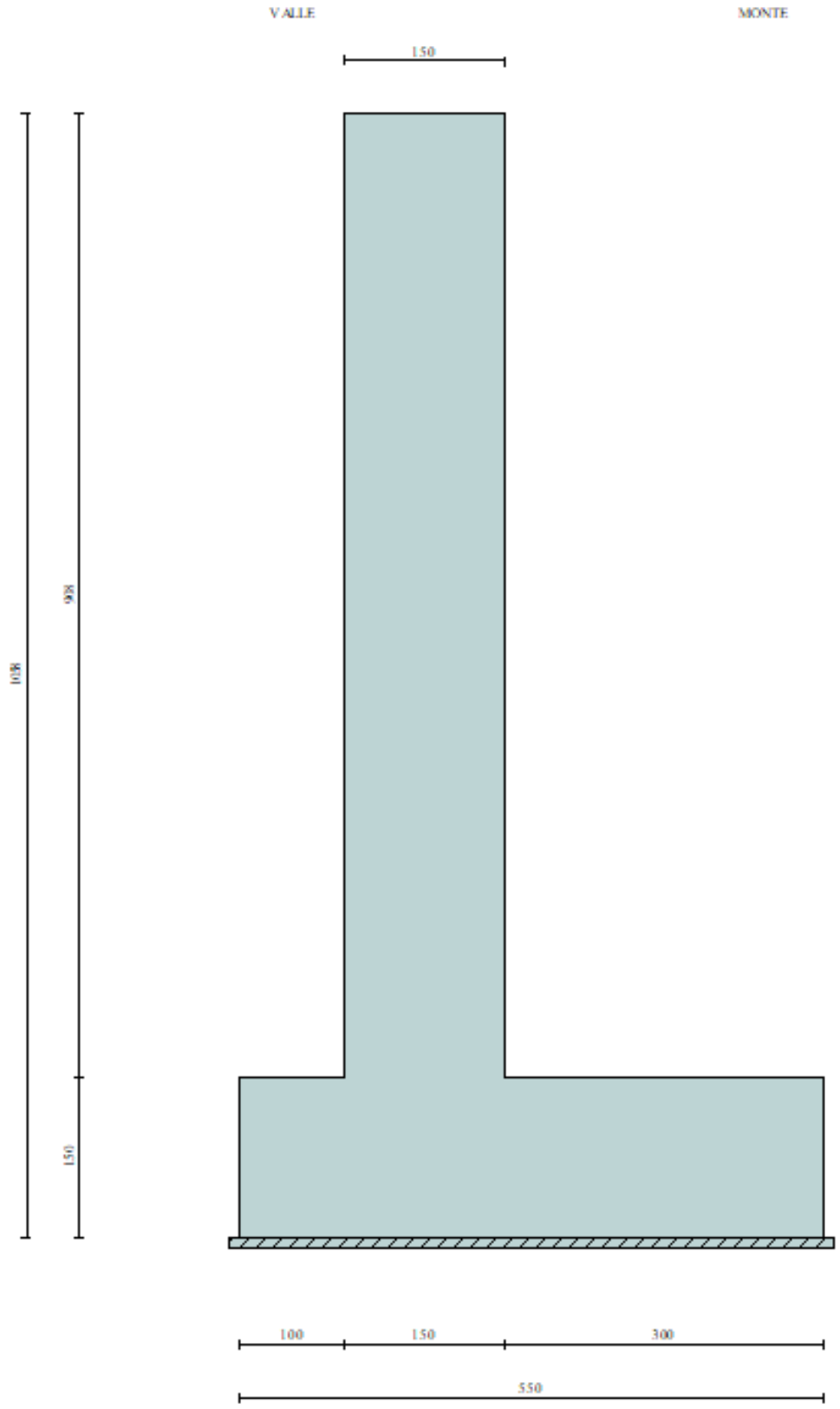
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione	**Muro a mensola in c.a.**
Altezza del paramento	9.08 [m]
Spessore in sommità	1.50 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	1.50 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	0.00 [°]
Lunghezza del muro	9.00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	3.00 [m]
Lunghezza totale fondazione	5.50 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	1.50 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]


VALLE
MONTE
150
1038
928
150
100
150
300
550

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	15.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale	0.00	[°]
Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento	2.58	[m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

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

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	19.00	19.00	36.00	24.00	0.0	0.0

Terreno 2	19.00	19.00	36.00	24.00	0.0	0.0

Stratigrafia

Terreno spingente: Terreno 1

Terreno di fondazione: Terreno 2

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]

Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]

D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Transito veicoli)

D Profilo **X_i**=0.00 **X_f**=15.00 **Q_i**=20.0000 **Q_f**=20.0000

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Transito veicoli	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

Transito veicoli	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00

Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00

Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

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

Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Verifica fessurazione	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$
Metodo di calcolo aperture delle fessure	E.C. 2
Verifica delle tensioni	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60\ f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80\ f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45\ f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su Nγ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su Nγ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

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

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C Identificativo della combinazione

Tipo Tipo combinazione

Sisma Combinazione sismica

CS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento

CS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento

CS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite

CS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	CS_{sco}	CS_{rib}	CS_{qlim}	CS_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	2.81	--	13.89	--
2	EQU - [1]	--	--	3.07	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	2.13
4	A1-M1 - [2]	--	2.43	--	11.27	--
5	EQU - [2]	--	--	2.51	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.87
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2.94	--	14.07	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2.96	--	14.44	--
9	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.00	--	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.91	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.99
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.99
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	2.60	--	11.93	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	2.62	--	12.24	--
15	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	2.59	--	--
16	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	2.52	--	--
17	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.81
18	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.80

19	SLEQ - [1]	--		3.12	--	14.59	--
20	SLEF - [1]	--		3.12	--	14.59	--
21	SLER - [1]	--		3.12	--	14.59	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

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

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	44.407062
Longitudine	8.933989
Comune	Genova
Provincia	Genova
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo	16918 - 16696 - 16695 - 16917

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera di importanza strategica
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso molto pericolose	IV - Opere strategiche ed industrie
Vita di riferimento	200 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	1.07 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.15$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.57$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.50 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.09$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.55$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0	
Lunghezza del muro	9.00	[m]
Peso muro	536.1871	[kN]
Baricentro del muro	X=-0.37 Y=-6.54	

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 3.00	Y = -10.58
Punto superiore superficie di spinta	X = 3.00	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	10.58	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	399.2689	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	364.7503	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	162.3973	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.00	[m]	Y = -6.72	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59.53	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	607.5600	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.50	[m]	Y = -4.54	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	364.7503	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1306.1444	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-304.5665	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1306.1444	[kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	364.7503	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.41	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	1356.1180	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.60	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	534.3231	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	14722.6289	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	343.46	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	131.50	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 50.59$	$N_q = 37.75$	$N_\gamma = 44.43$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.68$	$i_q = 0.68$	$i_\gamma = 0.32$
Fattori profondità	$d_c = 1.29$	$d_q = 1.15$	$d_\gamma = 1.15$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 44.63$	$N'_q = 29.55$	$N'_\gamma = 16.34$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	2.43
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	11.27

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.45	16.6961	0.7460	3.4682
3	0.91	33.3922	3.3146	8.0292
4	1.36	50.0883	8.2019	13.6830
5	1.82	66.7843	15.9040	20.4292
6	2.27	83.4804	26.9169	28.2679
7	2.72	100.1765	41.7365	37.1990
8	3.18	116.8726	60.8589	47.2226
9	3.63	133.5687	84.7800	58.3386
10	4.09	150.2648	113.9957	70.5471
11	4.54	166.9609	149.0021	83.8481
12	4.99	183.6570	190.2951	98.2415
13	5.45	200.3530	238.3707	113.7273
14	5.90	217.0491	293.7248	130.3057
15	6.36	233.7452	356.8535	147.9765
16	6.81	250.4413	428.2528	166.7397
17	7.26	267.1374	508.4185	186.5954
18	7.72	283.8335	597.8467	207.5435
19	8.17	300.5296	697.0334	229.5841
20	8.63	317.2257	806.4744	252.7172
21	9.08	333.9217	926.6659	276.9427

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	1.5270	30.4760
3	0.20	6.0823	60.5666
4	0.30	13.6275	90.2718
5	0.40	24.1239	119.5916
6	0.50	37.5329	148.5260
7	0.60	53.8162	177.0751
8	0.70	72.9351	205.2387
9	0.80	94.8511	233.0170
10	0.90	119.5257	260.4099
11	1.00	146.9202	287.4174

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.30	-7.0064	-46.1314
3	0.60	-27.3320	-88.7943
4	0.90	-59.9362	-127.9888
5	1.20	-103.7784	-163.7147
6	1.50	-157.8182	-195.9722
7	1.80	-221.0149	-224.7612
8	2.10	-292.3280	-250.0817
9	2.40	-370.7170	-271.9337
10	2.70	-455.1414	-290.3172
11	3.00	-544.5605	-305.2323

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 150	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	479.77	--	--
2	0.45	100, 150	10.05	10.05	22945.69	-1025.27	1374.32	482.22	--	--
3	0.91	100, 150	10.05	10.05	22456.13	-2229.03	672.50	484.67	--	--
4	1.36	100, 150	10.05	10.05	21903.96	-3586.75	437.31	487.13	--	--
5	1.82	100, 150	10.05	10.05	19561.96	-4658.48	292.91	489.58	--	--
6	2.27	100, 150	10.05	10.05	16701.79	-5385.22	200.07	492.04	--	--
7	2.72	100, 150	10.05	10.05	13691.03	-5704.09	136.67	494.49	--	--
8	3.18	100, 150	10.05	10.05	10345.02	-5386.95	88.52	496.95	--	--
9	3.63	100, 150	10.05	10.05	7068.79	-4486.77	52.92	499.40	--	--
10	4.09	100, 150	10.05	10.05	4286.02	-3251.51	28.52	501.85	--	--
11	4.54	100, 150	10.05	10.05	2398.88	-2140.85	14.37	504.31	--	--
12	4.99	100, 150	10.05	10.05	1492.88	-1546.83	8.13	506.76	--	--
13	5.45	100, 150	10.05	10.05	1063.53	-1265.34	5.31	509.22	--	--
14	5.90	100, 150	10.05	10.05	814.25	-1101.90	3.75	511.67	--	--
15	6.36	100, 150	10.05	10.05	652.15	-995.62	2.79	514.13	--	--
16	6.81	100, 150	10.05	10.05	538.76	-921.28	2.15	516.58	--	--
17	7.26	100, 150	10.05	10.05	455.32	-866.57	1.70	519.03	--	--
18	7.72	100, 150	10.05	10.05	391.57	-824.77	1.38	521.49	--	--
19	8.17	100, 150	22.78	22.78	768.51	-1782.45	2.56	523.94	--	--
20	8.63	100, 150	12.72	12.72	380.34	-966.92	1.20	526.40	--	--
21	9.08	100, 150	12.72	12.72	338.57	-939.55	1.01	528.85	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 150	0.00	12.72	0.00	0.00	1000.00	479.77	--	--
2	0.10	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	470.03	479.77	--	--
3	0.20	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	118.00	479.77	--	--
4	0.30	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	52.67	479.77	--	--
5	0.40	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	29.75	479.77	--	--
6	0.50	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	19.12	479.77	--	--
7	0.60	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	13.34	479.77	--	--
8	0.70	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	9.84	479.77	--	--
9	0.80	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	7.57	479.77	--	--
10	0.90	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	6.00	479.77	--	--
11	1.00	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	4.89	479.77	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 150	0.00	12.72	0.00	0.00	1000.00	479.77	--	--
2	0.30	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	102.44	479.77	--	--
3	0.60	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	26.26	479.77	--	--
4	0.90	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	11.98	479.77	--	--
5	1.20	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	6.92	479.77	--	--
6	1.50	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	4.55	479.77	--	--
7	1.80	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	3.25	479.77	--	--
8	2.10	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	2.46	479.77	--	--
9	2.40	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	1.94	479.77	--	--
10	2.70	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	1.58	479.77	--	--
11	3.00	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	1.32	479.77	--	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	439.7054	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	414.2148	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	147.5362	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 3.00	[m]	Y = -6.68	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.61	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	555.8040	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.50	[m]	Y = -4.54	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	414.2148	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	1185.9086	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-214.9298	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	1616.6777	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	4061.1988	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	1185.9086	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	414.2148	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.69	[m]
Lunghezza fondazione reagente	5.50	[m]
Risultante in fondazione	1256.1661	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.25	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	816.7276	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento	2.51

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 18

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

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

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -2.59 Y[m]= 0.86

Raggio del cerchio R[m]= 12.73

Ascissa a valle del cerchioXi[m]= -12.99

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 10.13

Larghezza della striscia dx[m]= 0.92

Coefficiente di sicurezza C= 1.80

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α(°)	Wsinα	b/cosα	ϕ	c	u
1	53.1825	76.83	51.7833	0.0398	30.17	0	0
2	103.9339	63.18	92.7526	0.0201	30.17	0	0
3	131.5623	54.94	107.6916	0.0158	30.17	0	0
4	152.2117	48.20	113.4628	0.0136	30.17	0	0
5	168.6693	42.26	113.4350	0.0123	30.17	0	0
6	182.1326	36.85	109.2313	0.0113	30.17	0	0
7	193.2524	31.80	101.8433	0.0107	30.17	0	0
8	204.6556	27.02	92.9731	0.0102	30.17	0	0
9	217.5702	22.43	83.0260	0.0098	30.17	0	0
10	223.5595	18.00	69.0652	0.0095	30.17	0	0
11	229.4551	13.67	54.2138	0.0093	30.17	0	0
12	259.3133	9.42	42.4277	0.0092	30.17	0	0
13	193.4195	5.22	17.5941	0.0091	30.17	0	0
14	99.1929	1.05	1.8165	0.0091	30.17	0	0
15	93.8651	-3.11	-5.1004	0.0091	30.17	0	0

16	92.3838	-7.30	-11.7317	0.0091	30.17	0	0
17	89.6901	-11.52	-17.9060	0.0093	30.17	0	0
18	85.7382	-15.80	-23.3467	0.0094	30.17	0	0
19	80.4565	-20.18	-27.7549	0.0097	30.17	0	0
20	73.7404	-24.69	-30.7974	0.0100	30.17	0	0
21	65.4405	-29.36	-32.0881	0.0104	30.17	0	0
22	55.3407	-34.27	-31.1601	0.0110	30.17	0	0
23	43.1205	-39.48	-27.4170	0.0117	30.17	0	0
24	28.2772	-45.13	-20.0389	0.0128	30.17	0	0
25	9.9473	-51.41	-7.7753	0.0145	30.17	0	0

ΣW_i= 3130.1109 [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i$= 816.2001 [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i$= 1568.1375 [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i$= 0.0000 [kN]

Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.45	16.6961	16.6961	0.0827	0.7460	0.5464	3.4682
3	0.91	33.3922	33.3922	0.6614	3.3146	2.1851	8.0292
4	1.36	50.0883	50.0883	2.2321	8.2019	4.9162	13.6830

5	1.82	66.7843	66.7843	5.2907	15.9040	8.7398	20.4292
6	2.27	83.4804	83.4804	10.3332	26.9169	13.6559	28.2679
7	2.72	100.1765	100.1765	17.8555	41.7365	19.1745	37.1990
8	3.18	116.8726	116.8726	28.3538	60.8589	25.4855	47.2226
9	3.63	133.5687	133.5687	42.1178	84.7800	32.6865	58.3386
10	4.09	150.2648	150.2648	58.7604	113.9957	40.7775	70.5471
11	4.54	166.9609	166.9609	79.2785	149.0021	49.7586	83.8481
12	4.99	183.6570	183.6570	104.0760	190.2951	59.6298	98.2415
13	5.45	200.3530	200.3530	133.5570	238.3707	70.3911	113.7273
14	5.90	217.0491	217.0491	168.1257	293.7248	82.0424	130.3057
15	6.36	233.7452	233.7452	208.1862	356.8535	94.5837	147.9765
16	6.81	250.4413	250.4413	254.1425	428.2528	108.0151	166.7397
17	7.26	267.1374	267.1374	306.3986	508.4185	122.3366	186.5954
18	7.72	283.8335	283.8335	365.3588	597.8467	137.5482	207.5435
19	8.17	300.5296	300.5296	431.4271	697.0334	153.6498	229.5841
20	8.63	317.2257	317.2257	505.0075	806.4744	170.6414	252.7172
21	9.08	333.9217	333.9217	586.5042	926.6659	188.5232	276.9427

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.45	16.6961	16.6961	0.5058	0.5058	2.3682	2.3682
3	0.91	33.3922	33.3922	2.2775	2.2775	5.5769	5.5769
4	1.36	50.0883	50.0883	5.6969	5.6969	9.6262	9.6262
5	1.82	66.7843	66.7843	11.1453	11.1453	14.5158	14.5158
6	2.27	83.4804	83.4804	19.0044	19.0044	20.2458	20.2458
7	2.72	100.1765	100.1765	29.6557	29.6557	26.8162	26.8162
8	3.18	116.8726	116.8726	43.4807	43.4807	34.2269	34.2269
9	3.63	133.5687	133.5687	60.8609	60.8609	42.4779	42.4779

10	4.09	150.2648	150.2648	82.1778	82.1778	51.5693	51.5693
11	4.54	166.9609	166.9609	107.8130	107.8130	61.5011	61.5011
12	4.99	183.6570	183.6570	138.1480	138.1480	72.2732	72.2732
13	5.45	200.3530	200.3530	173.5642	173.5642	83.8856	83.8856
14	5.90	217.0491	217.0491	214.4433	214.4433	96.3384	96.3384
15	6.36	233.7452	233.7452	261.1667	261.1667	109.6316	109.6316
16	6.81	250.4413	250.4413	314.1159	314.1159	123.7651	123.7651
17	7.26	267.1374	267.1374	373.6725	373.6725	138.7389	138.7389
18	7.72	283.8335	283.8335	440.2180	440.2180	154.5531	154.5531
19	8.17	300.5296	300.5296	514.1339	514.1339	171.2077	171.2077
20	8.63	317.2257	317.2257	595.8018	595.8018	188.7026	188.7026
21	9.08	333.9217	333.9217	685.6031	685.6031	207.0379	207.0379

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	1.2566	1.5270	25.0869	30.4760
3	0.20	5.0085	6.0823	49.9070	60.5666
4	0.30	11.2291	13.6275	74.4602	90.2718
5	0.40	19.8916	24.1239	98.7467	119.5916
6	0.50	30.9695	37.5329	122.7663	148.5260
7	0.60	44.4360	53.8162	146.5191	177.0751
8	0.70	60.2644	72.9351	170.0051	205.2387
9	0.80	78.4281	94.8511	193.2243	233.0170

10	0.90	98.9004	119.5257	216.1766	260.4099
11	1.00	121.6546	146.9202	238.7101	287.4174

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	1.2547	1.2547	25.0562	25.0562
3	0.20	5.0035	5.0035	49.8803	49.8803
4	0.30	11.2231	11.2231	74.4721	74.4721
5	0.40	19.8902	19.8902	98.8318	98.8318
6	0.50	30.9817	30.9817	122.9593	122.9593
7	0.60	44.4743	44.4743	146.8545	146.8545
8	0.70	60.3448	60.3448	170.5176	170.5176
9	0.80	78.5701	78.5701	193.9486	193.9486
10	0.90	99.1268	99.1268	217.1473	217.1473
11	1.00	121.9918	121.9918	240.1138	240.1138

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.30	-7.0064	-3.3810	-46.1314	-22.0838
3	0.60	-27.3320	-12.9766	-88.7943	-41.4306
4	0.90	-59.9362	-27.9657	-127.9888	-58.0405

5	1.20	-103.7784	-47.5272	-163.7147	-71.9135
6	1.50	-157.8182	-70.8400	-195.9722	-83.0495
7	1.80	-221.0149	-97.0832	-224.7612	-91.4485
8	2.10	-292.3280	-125.4355	-250.0817	-97.1106
9	2.40	-370.7170	-155.0758	-271.9337	-100.0358
10	2.70	-455.1414	-185.1832	-290.3172	-100.2240
11	3.00	-544.5605	-214.9365	-305.2323	-97.6753

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.30	-2.9780	-2.9780	-19.5053	-19.5053
3	0.60	-11.4942	-11.4942	-36.9209	-36.9209
4	0.90	-24.9216	-24.9216	-52.2468	-52.2468
5	1.20	-42.6333	-42.6333	-65.4830	-65.4830
6	1.50	-64.0024	-64.0024	-76.6295	-76.6295
7	1.80	-88.4020	-88.4020	-85.6863	-85.6863
8	2.10	-115.2052	-115.2052	-92.6534	-92.6534
9	2.40	-143.7851	-143.7851	-97.5308	-97.5308
10	2.70	-173.5147	-173.5147	-100.3185	-100.3185
11	3.00	-203.7672	-203.7672	-101.0165	-101.0165

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 150	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	479.77	--	--
2	0.45	100, 150	10.05	10.05	22945.69	-115.51	1374.32	482.22	--	--
3	0.91	100, 150	10.05	10.05	22456.13	-459.07	672.50	484.67	--	--
4	1.36	100, 150	10.05	10.05	21903.96	-1022.58	437.31	487.13	--	--
5	1.82	100, 150	10.05	10.05	19561.96	-1793.03	292.91	489.58	--	--
6	2.27	100, 150	10.05	10.05	16701.79	-2753.22	200.07	492.04	--	--
7	2.72	100, 150	10.05	10.05	13691.03	-3868.82	136.67	494.49	--	--
8	3.18	100, 150	10.05	10.05	10345.02	-4707.91	88.52	496.95	--	--
9	3.63	100, 150	10.05	10.05	7068.79	-4486.77	52.92	499.40	--	--
10	4.09	100, 150	10.05	10.05	4286.02	-3251.51	28.52	501.85	--	--
11	4.54	100, 150	10.05	10.05	2398.88	-2140.85	14.37	504.31	--	--
12	4.99	100, 150	10.05	10.05	1492.88	-1546.83	8.13	506.76	--	--
13	5.45	100, 150	10.05	10.05	1063.53	-1265.34	5.31	509.22	--	--
14	5.90	100, 150	10.05	10.05	814.25	-1101.90	3.75	511.67	--	--
15	6.36	100, 150	10.05	10.05	652.15	-995.62	2.79	514.13	--	--
16	6.81	100, 150	10.05	10.05	538.76	-921.28	2.15	516.58	--	--
17	7.26	100, 150	10.05	10.05	455.32	-866.57	1.70	519.03	--	--

18	7.72	100, 150	10.05	10.05	391.57	-824.77	1.38	521.49	--	--
19	8.17	100, 150	22.78	22.78	768.51	-1782.45	2.56	523.94	--	--
20	8.63	100, 150	12.72	12.72	380.34	-966.92	1.20	526.40	--	--
21	9.08	100, 150	12.72	12.72	338.57	-939.55	1.01	528.85	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 150	10.05	10.05	0	0	0	0
2	0.45	100, 150	10.05	10.05	12	2	-145	-182
3	0.91	100, 150	10.05	10.05	28	4	-244	-410
4	1.36	100, 150	10.05	10.05	47	8	-284	-698
5	1.82	100, 150	10.05	10.05	72	12	-249	-1060
6	2.27	100, 150	10.05	10.05	103	16	-127	-1510
7	2.72	100, 150	10.05	10.05	141	21	118	-2070
8	3.18	100, 150	10.05	10.05	194	27	715	-2842
9	3.63	100, 150	10.05	10.05	273	34	2145	-3969
10	4.09	100, 150	10.05	10.05	392	41	5393	-5643
11	4.54	100, 150	10.05	10.05	561	49	11873	-7996
12	4.99	100, 150	10.05	10.05	779	58	22584	-10989
13	5.45	100, 150	10.05	10.05	1041	67	37759	-14520
14	5.90	100, 150	10.05	10.05	1342	77	57383	-18545
15	6.36	100, 150	10.05	10.05	1683	88	81503	-23064
16	6.81	100, 150	10.05	10.05	2065	99	110251	-28100
17	7.26	100, 150	10.05	10.05	2492	111	143815	-33682
18	7.72	100, 150	10.05	10.05	2965	124	182414	-39843
19	8.17	100, 150	22.78	22.78	2429	137	104410	-33563
20	8.63	100, 150	12.72	12.72	3653	151	220266	-49183
21	9.08	100, 150	12.72	12.72	4213	166	264070	-56519

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 150	0.00	12.72	0.00	0.00	1000.00	479.77	--	--
2	0.10	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	470.03	479.77	--	--
3	0.20	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	118.00	479.77	--	--
4	0.30	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	52.67	479.77	--	--

5	0.40	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	29.75	479.77	--	--
6	0.50	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	19.12	479.77	--	--
7	0.60	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	13.34	479.77	--	--
8	0.70	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	9.84	479.77	--	--
9	0.80	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	7.57	479.77	--	--
10	0.90	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	6.00	479.77	--	--
11	1.00	100, 150	12.72	12.72	0.00	717.74	4.89	479.77	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0.00	100, 150	0.00	12.72	0	0	0	0
13	0.10	100, 150	12.72	12.72	8	20	701	-96
14	0.20	100, 150	12.72	12.72	30	40	2795	-384
15	0.30	100, 150	12.72	12.72	67	60	6268	-862
16	0.40	100, 150	12.72	12.72	119	79	11109	-1528
17	0.50	100, 150	12.72	12.72	186	98	17304	-2380
18	0.60	100, 150	12.72	12.72	267	118	24840	-3417
19	0.70	100, 150	12.72	12.72	362	136	33704	-4636
20	0.80	100, 150	12.72	12.72	472	155	43883	-6037
21	0.90	100, 150	12.72	12.72	595	174	55365	-7616
22	1.00	100, 150	12.72	12.72	733	192	68136	-9373

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 150	0.00	12.72	0.00	0.00	1000.00	479.77	--	--

2	0.30	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	102.44	479.77	--	--
3	0.60	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	26.26	479.77	--	--
4	0.90	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	11.98	479.77	--	--
5	1.20	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	6.92	479.77	--	--
6	1.50	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	4.55	479.77	--	--
7	1.80	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	3.25	479.77	--	--
8	2.10	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	2.46	479.77	--	--
9	2.40	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	1.94	479.77	--	--
10	2.70	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	1.58	479.77	--	--
11	3.00	100, 150	12.72	12.72	0.00	-717.74	1.32	479.77	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0.00	100, 150	0.00	12.72	0	0	0	0
13	0.30	100, 150	12.72	12.72	18	-16	-229	1663
14	0.60	100, 150	12.72	12.72	69	-30	-883	6420
15	0.90	100, 150	12.72	12.72	150	-42	-1915	13919
16	1.20	100, 150	12.72	12.72	256	-52	-3276	23812
17	1.50	100, 150	12.72	12.72	384	-61	-4917	35747
18	1.80	100, 150	12.72	12.72	531	-69	-6792	49375
19	2.10	100, 150	12.72	12.72	692	-74	-8852	64345
20	2.40	100, 150	12.72	12.72	863	-78	-11047	80308
21	2.70	100, 150	12.72	12.72	1042	-80	-13332	96912
22	3.00	100, 150	12.72	12.72	1224	-81	-15656	113809

10 ALLEGATO 3

Muri contenimento in sinistra idrografica (sez. D-D, E-E)

Normativa

N.T.C. 2008 - Approccio 2

Simbologia adottata

γ_{Gsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

γ_{Gfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti

γ_{Qsfav} Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili

γ_{Qfav} Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili

$\gamma_{tan\phi'}$ Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

$\gamma_{c'}$ Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata

γ_{cu} Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata

γ_{qu} Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

γ_{γ} Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

Coefficienti di partecipazione combinazioni statiche

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

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*	*EQU*	*HYD*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	0.90	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.30	1.00	1.10	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.50	1.30	1.50	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

Parametri	*M1*	*M2*	*M2*	*M1*

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

Coefficienti di partecipazione combinazioni sismiche

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

Carichi	*Effetto*		*A1*	*A2*	*EQU*	*HYD*
Permanenti	Favorevole	γ_{Gfav}	1.00	1.00	1.00	0.90
Permanenti	Sfavorevole	γ_{Gsfav}	1.00	1.00	1.00	1.30
Variabili	Favorevole	γ_{Qfav}	0.00	0.00	0.00	0.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qsfav}	1.00	1.00	1.00	1.50

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

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

FONDAZIONE SUPERFICIALE

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

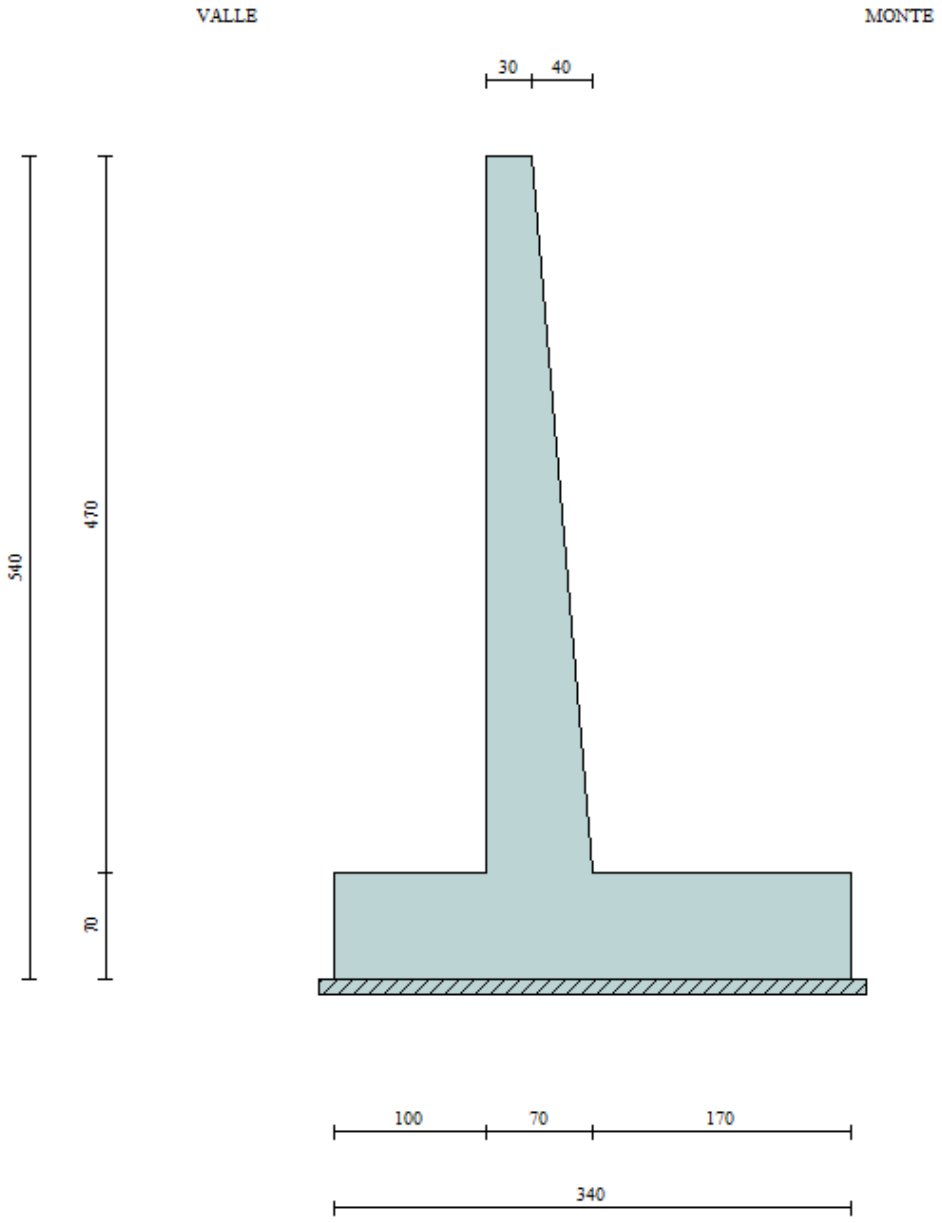
Verifica	*Coefficienti parziali*		
	R1	R2	R3
Capacità portante della fondazione	1.00	1.00	1.40
Scorrimento	1.00	1.00	1.10
Resistenza del terreno a valle	1.00	1.00	1.40
Stabilità globale		1.10	

Geometria muro e fondazione

Descrizione	**Muro a mensola in c.a.**
Altezza del paramento	4.70 [m]
Spessore in sommità	0.30 [m]
Spessore all'attacco con la fondazione	0.70 [m]
Inclinazione paramento esterno	0.00 [°]
Inclinazione paramento interno	4.90 [°]
Lunghezza del muro	9.00 [m]

Fondazione

Lunghezza mensola fondazione di valle	1.00 [m]
Lunghezza mensola fondazione di monte	1.70 [m]
Lunghezza totale fondazione	3.40 [m]
Inclinazione piano di posa della fondazione	0.00 [°]
Spessore fondazione	0.70 [m]
Spessore magrone	0.10 [m]


VALLE
MONTE
30
40
540
470
70
100
70
170
340

Geometria profilo terreno a monte del muro

Simbologia adottata e sistema di riferimento

(Sistema di riferimento con origine in testa al muro, ascissa X positiva verso monte, ordinata Y positiva verso l'alto)

N numero ordine del punto

X ascissa del punto espressa in [m]

Y ordinata del punto espressa in [m]

A inclinazione del tratto espressa in [°]

N	X	Y	A
1	15.00	0.00	0.00

Terreno a valle del muro

Inclinazione terreno a valle del muro rispetto all'orizzontale 0.00 [°]

Altezza del rinterro rispetto all'attacco fondaz.valle-paramento 0.00 [m]

Descrizione terreni

Simbologia adottata

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

Descrizione	γ	γ_s	ϕ	δ	c	c_a
Terreno 1	19.00	19.00	36.00	24.00	0.0	0.0
Terreno 2	19.00	19.00	36.00	24.00	0.0	0.0

Stratigrafia

Terreno spingente: Terreno 1

Terreno di fondazione: Terreno 2

Condizioni di carico

Simbologia e convenzioni di segno adottate

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

X Ascissa del punto di applicazione del carico concentrato espressa in [m]

F_x Componente orizzontale del carico concentrato espressa in [kN]

F_y Componente verticale del carico concentrato espressa in [kN]

M Momento espresso in [kNm]

X_i Ascissa del punto iniziale del carico ripartito espressa in [m]

X_f Ascissa del punto finale del carico ripartito espressa in [m]

Q_i Intensità del carico per $x=X_i$ espressa in [kN/m]

Q_f Intensità del carico per $x=X_f$ espressa in [kN/m]

D / C Tipo carico : D=distribuito C=concentrato

Condizione n° 1 (Transito veicoli)

D Profilo **X_i**=0.00 **X_f**=15.00 **Q_i**=20.0000 **Q_f**=20.0000

Descrizione combinazioni di carico

Simbologia adottata

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

γ Coefficiente di partecipazione della condizione

Ψ Coefficiente di combinazione della condizione

Combinazione n° 1 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 2 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10

Combinazione n° 3 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 4 - Caso A1-M1 (STR)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.30	1.00	1.30
Transito veicoli	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 5 - Caso EQU (SLU)

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ

Peso proprio muro	FAV	0.90	1.00	0.90
Peso proprio terrapieno	FAV	0.90	1.00	0.90
Spinta terreno	SFAV	1.10	1.00	1.10
Transito veicoli	SFAV	1.50	1.00	1.50

Combinazione n° 6 - Caso A2-M2 (GEO-STAB)

	S/F	**γ**	**Ψ**	**γ*Ψ**
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.30	1.00	1.30

Combinazione n° 7 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	**γ**	**Ψ**	**γ*Ψ**
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 8 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	**γ**	**Ψ**	**γ*Ψ**
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 9 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	**γ**	**Ψ**	**γ*Ψ**
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

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

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 12 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 13 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 14 - Caso A1-M1 (STR) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ*Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00

Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 15 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 16 - Caso EQU (SLU) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	FAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	FAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 17 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. positivo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 18 - Caso A2-M2 (GEO-STAB) - Sisma Vert. negativo

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	SFAV	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	SFAV	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 19 - Quasi Permanente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 20 - Frequente (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 21 - Rara (SLE)

	S/F	γ	Ψ	γ * Ψ
Peso proprio muro	--	1.00	1.00	1.00
Peso proprio terrapieno	--	1.00	1.00	1.00
Spinta terreno	--	1.00	1.00	1.00
Transito veicoli	SFAV	1.00	1.00	1.00

Impostazioni di analisi

Metodo verifica sezioni **Stato limite**

Impostazioni verifiche SLU

Coefficienti parziali per resistenze di calcolo dei materiali

Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a compressione	1.50
Coefficiente di sicurezza calcestruzzo a trazione	1.50
Coefficiente di sicurezza acciaio	1.15

Fattore riduzione da resistenza cubica a cilindrica	0.83
Fattore di riduzione per carichi di lungo periodo	0.85
Coefficiente di sicurezza per la sezione	1.00

Impostazioni verifiche SLE

Condizioni ambientali	Ordinarie
Armatura ad aderenza migliorata	
Verifica fessurazione	
Sensibilità delle armature	Poco sensibile
Valori limite delle aperture delle fessure	$w_1 = 0.20$
	$w_2 = 0.30$
	$w_3 = 0.40$
Metodo di calcolo aperture delle fessure	E.C. 2
Verifica delle tensioni	
Combinazione di carico	Rara $\sigma_c < 0.60\ f_{ck}$ - $\sigma_f < 0.80\ f_{yk}$
	Quasi permanente $\sigma_c < 0.45\ f_{ck}$

Calcolo della portanza metodo di Meyerhof

Coefficiente correttivo su Nγ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1.00

Coefficiente correttivo su Nγ per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1.00

Impostazioni avanzate

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

Quadro riassuntivo coeff. di sicurezza calcolati

Simbologia adottata

C Identificativo della combinazione

Tipo Tipo combinazione

Sisma Combinazione sismica

CS_{SCO} Coeff. di sicurezza allo scorrimento

CS_{RIB} Coeff. di sicurezza al ribaltamento

CS_{QLIM} Coeff. di sicurezza a carico limite

CS_{STAB} Coeff. di sicurezza a stabilità globale

C	Tipo	Sisma	cs_{sco}	cs_{rib}	cs_{qlim}	cs_{stab}
1	A1-M1 - [1]	--	1.96	--	9.78	--
2	EQU - [1]	--	--	4.14	--	--
3	STAB - [1]	--	--	--	--	1.37
4	A1-M1 - [2]	--	1.67	--	7.09	--
5	EQU - [2]	--	--	3.06	--	--
6	STAB - [2]	--	--	--	--	1.19
7	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	2.05	--	10.30	--
8	A1-M1 - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	2.04	--	10.60	--
9	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	4.05	--	--
10	EQU - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.87	--	--
11	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.31
12	STAB - [3]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.31
13	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	1.74	--	7.81	--
14	A1-M1 - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	1.74	--	8.01	--
15	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	3.18	--	--
16	EQU - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	3.08	--	--
17	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale positivo	--	--	--	1.18
18	STAB - [4]	Orizzontale + Verticale negativo	--	--	--	1.18
19	SLEQ - [1]	--	2.07	--	9.00	--

20	SLEF - [1]	--	2.07	--	9.00	--
21	SLER - [1]	--	2.07	--	9.00	--

Analisi della spinta e verifiche

Sistema di riferimento adottato per le coordinate :

Origine in testa al muro (spigolo di monte)

Ascisse X (espresse in [m]) positive verso monte

Ordinate Y (espresse in [m]) positive verso l'alto

Le forze orizzontali sono considerate positive se agenti da monte verso valle

Le forze verticali sono considerate positive se agenti dall'alto verso il basso

Calcolo riferito ad 1 metro di muro

Tipo di analisi

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

Sisma

Identificazione del sito

Latitudine	44.407062
Longitudine	8.933989
Comune	Genova
Provincia	Genova
Regione	Liguria

Punti di interpolazione del reticolo	16918 - 16696 - 16695 - 16917

Tipo di opera

Tipo di costruzione	Opera di importanza strategica
Vita nominale	100 anni
Classe d'uso molto pericolose	IV - Opere strategiche ed industrie
Vita di riferimento	200 anni

Combinazioni SLU

Accelerazione al suolo a_g	1.07 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.24
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 3.15$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 1.57$

Combinazioni SLE

Accelerazione al suolo a_g	0.50 [m/s^2]
Coefficiente di amplificazione per tipo di sottosuolo (S)	1.20
Coefficiente di amplificazione topografica (St)	1.00
Coefficiente riduzione (β_m)	0.18
Rapporto intensità sismica verticale/orizzontale	0.50
Coefficiente di intensità sismica orizzontale (percento)	$k_h=(a_g/g*\beta_m*St*S) = 1.09$
Coefficiente di intensità sismica verticale (percento)	$k_v=0.50 * k_h = 0.55$

Forma diagramma incremento sismico	Stessa forma diagramma statico

Partecipazione spinta passiva (percento)	50.0	
Lunghezza del muro	9.00	[m]
Peso muro	116.1847	[kN]
Baricentro del muro	X=0.18 Y=-3.86	

Superficie di spinta

Punto inferiore superficie di spinta	X = 2.10	Y = -5.40
Punto superiore superficie di spinta	X = 2.10	Y = 0.00
Altezza della superficie di spinta	5.40	[m]
Inclinazione superficie di spinta(rispetto alla verticale)	0.00	[°]

COMBINAZIONE n° 4

Peso muro favorevole e Peso terrapieno favorevole

Valore della spinta statica	122.6417	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	112.0388	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	49.8829	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.10	[m]	Y = -3.32	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	24.00	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	59.53	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	232.8889	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.15	[m]	Y = -2.27	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	112.0388	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	398.9565	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-8.9652	[kN]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	398.9565	[kN]

Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	112.0388	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.00	[m]
Lunghezza fondazione reagente	3.40	[m]
Risultante in fondazione	414.3899	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	15.69	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	-0.6633	[kNm]
Carico ultimo della fondazione	2828.1405	[kN]

Tensioni sul terreno

Lunghezza fondazione reagente	3.40	[m]
Tensione terreno allo spigolo di valle	116.90	[kPa]
Tensione terreno allo spigolo di monte	117.58	[kPa]

Fattori per il calcolo della capacità portante

Coeff. capacità portante	$N_c = 50.59$	$N_q = 37.75$	$N_\gamma = 44.43$
Fattori forma	$s_c = 1.00$	$s_q = 1.00$	$s_\gamma = 1.00$
Fattori inclinazione	$i_c = 0.68$	$i_q = 0.68$	$i_\gamma = 0.32$
Fattori profondità	$d_c = 1.08$	$d_q = 1.04$	$d_\gamma = 1.04$

I coefficienti N' tengono conto dei fattori di forma, profondità, inclinazione carico, inclinazione piano di posa, inclinazione pendio.

$N'_c = 37.27$	$N'_q = 26.78$	$N'_\gamma = 14.72$

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a scorrimento	1.67
Coefficiente di sicurezza a carico ultimo	7.09

Sollecitazioni paramento

Combinazione n° 4

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in kN

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

Nr.	Y	N	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.7863	0.2182	1.8350
3	0.47	3.6885	0.9243	3.9940
4	0.71	5.7064	2.1957	6.4770
5	0.94	7.8401	4.1095	9.2838
6	1.18	10.0896	6.7432	12.4144
7	1.41	12.4549	10.1739	15.8688
8	1.65	14.9360	14.4789	19.6470
9	1.88	17.5329	19.7355	23.7489
10	2.12	20.2456	26.0209	28.1747
11	2.35	23.0741	33.4125	32.9243
12	2.58	26.0183	41.9874	37.9977
13	2.82	29.0784	51.8229	43.3948
14	3.06	32.2542	62.9964	49.1158
15	3.29	35.5459	75.5850	55.1605
16	3.53	38.9533	89.6660	61.5291
17	3.76	42.4765	105.3167	68.2214
18	4.00	46.1155	122.6144	75.2376
19	4.23	49.8703	141.6363	82.5775
20	4.46	53.7409	162.4597	90.2412
21	4.70	57.7273	185.1618	98.2288

Sollecitazioni fondazione di valle

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.10	0.4987	9.9744
3	0.20	1.9949	19.9507
4	0.30	4.4889	29.9291
5	0.40	7.9808	39.9095
6	0.50	12.4709	49.8920
7	0.60	17.9593	59.8764
8	0.70	24.4462	69.8629
9	0.80	31.9319	79.8514
10	0.90	40.4166	89.8419
11	1.00	49.9004	99.8344

Sollecitazioni fondazione di monte

Combinazione n° 4

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in kNm

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

Nr.	X	M	T
1	0.00	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.6601	-7.7667

3	0.34	-2.6410	-15.5392
4	0.51	-5.9437	-23.3176
5	0.68	-10.5693	-31.1018
6	0.85	-16.5187	-38.8918
7	1.02	-23.7928	-46.6877
8	1.19	-32.3928	-54.4894
9	1.36	-42.3196	-62.2969
10	1.53	-53.5741	-70.1103
11	1.70	-66.1574	-77.9295

Armature e tensioni nei materiali del muro

Combinazione n° 4

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 30	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	140.40	--	--
2	0.24	100, 32	10.05	10.05	2731.01	-333.61	1528.83	146.65	--	--
3	0.47	100, 34	10.05	10.05	1002.15	-251.13	271.70	153.57	--	--
4	0.71	100, 36	10.05	10.05	522.27	-200.95	91.52	160.43	--	--

5	0.94	100, 38	10.05	10.05	358.58	-187.96	45.74	167.23	--	--
6	1.18	100, 40	10.05	10.05	277.82	-185.68	27.54	173.98	--	--
7	1.41	100, 42	10.05	10.05	229.68	-187.61	18.44	180.68	--	--
8	1.65	100, 44	10.05	10.05	197.69	-191.64	13.24	187.35	--	--
9	1.88	100, 46	10.05	10.05	174.89	-196.86	9.97	193.97	--	--
10	2.12	100, 48	10.05	10.05	157.80	-202.81	7.79	200.57	--	--
11	2.35	100, 50	10.05	10.05	144.51	-209.26	6.26	207.13	--	--
12	2.58	100, 52	10.05	10.05	133.89	-216.06	5.15	213.67	--	--
13	2.82	100, 54	10.05	10.05	125.19	-223.11	4.31	220.18	--	--
14	3.06	100, 56	10.05	10.05	117.93	-230.34	3.66	226.68	--	--
15	3.29	100, 58	10.05	10.05	111.80	-237.72	3.15	233.15	--	--
16	3.53	100, 60	10.05	10.05	106.53	-245.22	2.73	239.60	--	--
17	3.76	100, 62	10.05	10.05	101.96	-252.80	2.40	246.04	--	--
18	4.00	100, 64	10.05	10.05	97.96	-260.46	2.12	252.47	--	--
19	4.23	100, 66	10.05	10.05	94.43	-268.19	1.89	258.89	--	--
20	4.46	100, 68	12.72	12.72	115.14	-348.06	2.14	265.29	--	--
21	4.70	100, 70	12.72	12.72	111.60	-357.96	1.93	271.69	--	--

Armature e tensioni nei materiali della fondazione

Combinazione n° 4

Simbologia adottata

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 70	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	262.55	--	--
2	0.10	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	647.43	262.55	--	--
3	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	161.85	262.55	--	--
4	0.30	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	71.93	262.55	--	--
5	0.40	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	40.46	262.55	--	--
6	0.50	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	25.89	262.55	--	--
7	0.60	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	17.98	262.55	--	--
8	0.70	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	13.21	262.55	--	--
9	0.80	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	10.11	262.55	--	--
10	0.90	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	7.99	262.55	--	--
11	1.00	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	6.47	262.55	--	--

Fondazione di monte

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

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 70	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	262.55	--	--
2	0.17	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	489.14	262.55	--	--
3	0.34	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	122.25	262.55	--	--

4	0.51	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	54.32	262.55	--	--
5	0.68	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	30.55	262.55	--	--
6	0.85	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	19.55	262.55	--	--
7	1.02	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	13.57	262.55	--	--
8	1.19	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	9.97	262.55	--	--
9	1.36	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	7.63	262.55	--	--
10	1.53	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	6.03	262.55	--	--
11	1.70	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	4.88	262.55	--	--

COMBINAZIONE n° 5

Valore della spinta statica	137.9966	[kN]		
Componente orizzontale della spinta statica	129.9967	[kN]		
Componente verticale della spinta statica	46.3026	[kN]		
Punto d'applicazione della spinta	X = 2.10	[m]	Y = -3.29	[m]
Inclinaz. della spinta rispetto alla normale alla superficie	19.61	[°]		
Inclinazione linea di rottura in condizioni statiche	56.17	[°]		
Peso terrapieno gravante sulla fondazione a monte	215.9088	[kN]		
Baricentro terrapieno gravante sulla fondazione a monte	X = 1.15	[m]	Y = -2.27	[m]

Risultanti

Risultante dei carichi applicati in dir. orizzontale	129.9967	[kN]
Risultante dei carichi applicati in dir. verticale	366.7776	[kN]
Resistenza passiva a valle del muro	-6.3266	[kN]
Momento ribaltante rispetto allo spigolo a valle	274.6014	[kNm]
Momento stabilizzante rispetto allo spigolo a valle	841.4247	[kNm]
Sforzo normale sul piano di posa della fondazione	366.7776	[kN]
Sforzo tangenziale sul piano di posa della fondazione	129.9967	[kN]
Eccentricità rispetto al baricentro della fondazione	0.16	[m]

Lunghezza fondazione reagente	3.40	[m]
Risultante in fondazione	389.1336	[kN]
Inclinazione della risultante (rispetto alla normale)	19.52	[°]
Momento rispetto al baricentro della fondazione	57.2364	[kNm]

COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Coefficiente di sicurezza a ribaltamento 3.06

Stabilità globale muro + terreno

Combinazione n° 18

Le ascisse X sono considerate positive verso monte

Le ordinate Y sono considerate positive verso l'alto

Origine in testa al muro (spigolo contro terra)

W peso della striscia espresso in [kN]

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

ϕ angolo d'attrito del terreno lungo la base della striscia

c coesione del terreno lungo la base della striscia espressa in [kPa]

b larghezza della striscia espressa in [m]

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

Metodo di Fellenius

Numero di cerchi analizzati 36

Numero di strisce25

Cerchio critico

Coordinate del centro X[m]= -1.33 Y[m]= 0.00

Raggio del cerchio R[m]= 6.40

Ascissa a valle del cerchioXi[m]= -5.68

Ascissa a monte del cerchio Xs[m]= 5.07

Larghezza della striscia dx[m]= 0.43

Coefficiente di sicurezza C= 1.18

Le strisce sono numerate da monte verso valle

Caratteristiche delle strisce

Striscia	W	α(°)	Wsinα	b/cosα	ϕ	c	u
1	18.0256	79.44	17.7201	0.0230	30.17	0	0
2	31.1189	64.41	28.0664	0.0098	30.17	0	0
3	37.4396	56.46	31.2060	0.0076	30.17	0	0
4	42.1833	49.98	32.3036	0.0066	30.17	0	0
5	45.9904	44.29	32.1149	0.0059	30.17	0	0
6	49.1338	39.12	30.9987	0.0054	30.17	0	0
7	51.9345	34.30	29.2683	0.0051	30.17	0	0
8	55.6262	29.75	27.6045	0.0049	30.17	0	0
9	57.4652	25.40	24.6502	0.0047	30.17	0	0
10	58.9815	21.20	21.3325	0.0045	30.17	0	0
11	60.3412	17.12	17.7651	0.0044	30.17	0	0
12	66.7908	13.13	15.1714	0.0043	30.17	0	0
13	38.7722	9.20	6.1993	0.0043	30.17	0	0
14	15.2886	5.32	1.4162	0.0042	30.17	0	0
15	15.1777	1.45	0.3852	0.0042	30.17	0	0
16	13.8067	-2.40	-0.5782	0.0042	30.17	0	0
17	13.5401	-6.27	-1.4776	0.0042	30.17	0	0
18	13.0322	-10.16	-2.2987	0.0043	30.17	0	0
19	12.2758	-14.10	-2.9910	0.0043	30.17	0	0
20	11.2595	-18.11	-3.5007	0.0044	30.17	0	0
21	9.9666	-22.22	-3.7692	0.0046	30.17	0	0
22	8.3743	-26.45	-3.7305	0.0047	30.17	0	0
23	6.4503	-30.85	-3.3075	0.0049	30.17	0	0
24	4.1493	-35.46	-2.4069	0.0052	30.17	0	0

25	1.4049	-40.35	-0.9096	0.0055	30.17	0	0

ΣW_i= 738.5290 [kN]

$\Sigma W_i \sin\alpha_i$= 291.2325 [kN]

$\Sigma W_i \cos\alpha_i \tan\phi_i$= 357.1543 [kN]

$\Sigma c_i b_i / \cos\alpha_i$= 0.0000 [kN]

Inviluppo Sollecitazioni paramento

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

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

Sforzo normale positivo di compressione, espresso in [kN]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.7863	1.7863	0.0216	0.2182	0.1619	1.8350
3	0.47	3.6885	3.6885	0.1379	0.9243	0.6408	3.9940
4	0.71	5.7064	5.7064	0.4227	2.1957	1.3602	6.4770
5	0.94	7.8401	7.8401	0.9212	4.1095	2.3456	9.2838
6	1.18	10.0896	10.0896	1.7047	6.7432	3.5969	12.4144
7	1.41	12.4549	12.4549	2.8368	10.1739	5.1143	15.8688
8	1.65	14.9360	14.9360	4.3812	14.4789	6.8976	19.6470
9	1.88	17.5329	17.5329	6.4017	19.7355	8.9469	23.7489
10	2.12	20.2456	20.2456	8.9618	26.0209	11.2622	28.1747
11	2.35	23.0741	23.0741	12.1252	33.4125	13.8435	32.9243
12	2.58	26.0183	26.0183	15.9557	41.9874	16.6907	37.9977
13	2.82	29.0784	29.0784	20.5169	51.8229	19.8040	43.3948

14	3.06	32.2542	32.2542	25.8725	62.9964	23.1832	49.1158
15	3.29	35.5459	35.5459	32.0861	75.5850	26.8285	55.1605
16	3.53	38.9533	38.9533	39.2215	89.6660	30.7397	61.5291
17	3.76	42.4765	42.4765	47.3424	105.3167	34.9169	68.2214
18	4.00	46.1155	46.1155	56.5123	122.6144	39.3601	75.2376
19	4.23	49.8703	49.8703	66.7950	141.6363	44.0693	82.5775
20	4.46	53.7409	53.7409	78.2542	162.4597	49.0444	90.2412
21	4.70	57.7273	57.7273	90.9535	185.1618	54.2856	98.2288

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	Y	Nmin	Nmax	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.24	1.7863	1.7863	0.1497	0.1497	1.2399	1.2399
3	0.47	3.6885	3.6885	0.6388	0.6388	2.7291	2.7291
4	0.71	5.7064	5.7064	1.5268	1.5268	4.4675	4.4675
5	0.94	7.8401	7.8401	2.8737	2.8737	6.4549	6.4549
6	1.18	10.0896	10.0896	4.7389	4.7389	8.6914	8.6914
7	1.41	12.4549	12.4549	7.1823	7.1823	11.1770	11.1770
8	1.65	14.9360	14.9360	10.2636	10.2636	13.9116	13.9116
9	1.88	17.5329	17.5329	14.0425	14.0425	16.8953	16.8953
10	2.12	20.2456	20.2456	18.5786	18.5786	20.1281	20.1281
11	2.35	23.0741	23.0741	23.9317	23.9317	23.6100	23.6100
12	2.58	26.0183	26.0183	30.1615	30.1615	27.3410	27.3410
13	2.82	29.0784	29.0784	37.3277	37.3277	31.3210	31.3210
14	3.06	32.2542	32.2542	45.4900	45.4900	35.5501	35.5501
15	3.29	35.5459	35.5459	54.7080	54.7080	40.0283	40.0283
16	3.53	38.9533	38.9533	65.0416	65.0416	44.7555	44.7555
17	3.76	42.4765	42.4765	76.5503	76.5503	49.7318	49.7318
18	4.00	46.1155	46.1155	89.2940	89.2940	54.9572	54.9572

19	4.23	49.8703	49.8703	103.3323	103.3323	60.4317	60.4317
20	4.46	53.7409	53.7409	118.7249	118.7249	66.1552	66.1552
21	4.70	57.7273	57.7273	135.5315	135.5315	72.1278	72.1278

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di valle

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.3315	0.4987	6.6405	9.9744
3	0.20	1.3302	1.9949	13.3451	19.9507
4	0.30	3.0026	4.4889	20.1137	29.9291
5	0.40	5.3551	7.9808	26.9465	39.9095
6	0.50	8.3941	12.4709	33.8434	49.8920
7	0.60	12.1259	17.9593	40.8043	59.8764
8	0.70	16.5571	24.4462	47.8294	69.8629
9	0.80	21.6939	31.9319	54.9185	79.8514
10	0.90	27.5429	40.4166	62.0717	89.8419
11	1.00	34.1104	49.9004	69.2891	99.8344

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.10	0.3841	0.3841	7.6948	7.6948

3	0.20	1.5416	1.5416	15.4689	15.4689
4	0.30	3.4805	3.4805	23.3224	23.3224
5	0.40	6.2087	6.2087	31.2552	31.2552
6	0.50	9.7342	9.7342	39.2673	39.2673
7	0.60	14.0648	14.0648	47.3587	47.3587
8	0.70	19.2086	19.2086	55.5295	55.5295
9	0.80	25.1734	25.1734	63.7796	63.7796
10	0.90	31.9671	31.9671	72.1089	72.1089
11	1.00	39.5978	39.5978	80.5177	80.5177

Inviluppo Sollecitazioni fondazione di monte

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

Momento positivo se tende le fibre inferiori, espresso in [kNm]

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

Inviluppo combinazioni SLU

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.6601	-0.0863	-7.7667	-1.0351
3	0.34	-2.6410	-0.3585	-15.5392	-2.1868
4	0.51	-5.9437	-0.8365	-23.3176	-3.4553
5	0.68	-10.5693	-1.5399	-31.1018	-4.8405
6	0.85	-16.5187	-2.4888	-38.8918	-6.3424
7	1.02	-23.7928	-3.7030	-46.6877	-7.9610
8	1.19	-32.3928	-5.2022	-54.4894	-9.6963
9	1.36	-42.3196	-7.0063	-62.2969	-11.5484
10	1.53	-53.5741	-9.1352	-70.1103	-13.5171
11	1.70	-66.1574	-11.6088	-77.9295	-15.6026

Inviluppo combinazioni SLE

Nr.	X	Mmin	Mmax	Tmin	Tmax
1	0.00	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2	0.17	-0.0897	-0.0897	-1.0930	-1.0930
3	0.34	-0.3846	-0.3846	-2.4153	-2.4153
4	0.51	-0.9239	-0.9239	-3.9668	-3.9668
5	0.68	-1.7463	-1.7463	-5.7476	-5.7476
6	0.85	-2.8910	-2.8910	-7.7576	-7.7576
7	1.02	-4.3969	-4.3969	-9.9968	-9.9968
8	1.19	-6.3029	-6.3029	-12.4653	-12.4653
9	1.36	-8.6481	-8.6481	-15.1631	-15.1631
10	1.53	-11.4714	-11.4714	-18.0900	-18.0900
11	1.70	-14.8117	-14.8117	-21.2463	-21.2463

Inviluppo armature e tensioni nei materiali del muro

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

B base della sezione espressa in [cm]

H altezza della sezione espressa in [cm]

A_{fs} area di armatura in corrispondenza del lembo di monte in [cmq]

A_{fi} area di armatura in corrispondenza del lembo di valle in [cmq]

σ_c tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]

τ_c tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]

σ_{fs} tensione nell'armatura disposta sul lembo di monte in [kPa]

σ_{fi} tensione nell'armatura disposta sul lembo di valle in [kPa]

N_u sforzo normale ultimo espresso in [kN]

M_u momento ultimo espresso in [kNm]

CS coefficiente sicurezza sezione

VRcd Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]

VRsd Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]

VRd Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 30	10.05	10.05	0.00	0.00	1000.00	140.40	--	--
2	0.24	100, 32	10.05	10.05	2731.01	-66.20	1528.83	146.65	--	--
3	0.47	100, 34	10.05	10.05	1002.15	-206.39	271.70	153.57	--	--
4	0.71	100, 36	10.05	10.05	522.27	-200.95	91.52	160.43	--	--
5	0.94	100, 38	10.05	10.05	358.58	-187.96	45.74	167.23	--	--
6	1.18	100, 40	10.05	10.05	277.82	-185.68	27.54	173.98	--	--
7	1.41	100, 42	10.05	10.05	229.68	-187.61	18.44	180.68	--	--
8	1.65	100, 44	10.05	10.05	197.69	-191.64	13.24	187.35	--	--
9	1.88	100, 46	10.05	10.05	174.89	-196.86	9.97	193.97	--	--
10	2.12	100, 48	10.05	10.05	157.80	-202.81	7.79	200.57	--	--
11	2.35	100, 50	10.05	10.05	144.51	-209.26	6.26	207.13	--	--
12	2.58	100, 52	10.05	10.05	133.89	-216.06	5.15	213.67	--	--
13	2.82	100, 54	10.05	10.05	125.19	-223.11	4.31	220.18	--	--
14	3.06	100, 56	10.05	10.05	117.93	-230.34	3.66	226.68	--	--
15	3.29	100, 58	10.05	10.05	111.80	-237.72	3.15	233.15	--	--
16	3.53	100, 60	10.05	10.05	106.53	-245.22	2.73	239.60	--	--
17	3.76	100, 62	10.05	10.05	101.96	-252.80	2.40	246.04	--	--
18	4.00	100, 64	10.05	10.05	97.96	-260.46	2.12	252.47	--	--
19	4.23	100, 66	10.05	10.05	94.43	-268.19	1.89	258.89	--	--
20	4.46	100, 68	12.72	12.72	115.14	-348.06	2.14	265.29	--	--
21	4.70	100, 70	12.72	12.72	111.60	-357.96	1.93	271.69	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fs}	σ_{fi}
1	0.00	100, 30	10.05	10.05	0	0	0	0
2	0.24	100, 32	10.05	10.05	13	5	28	-171
3	0.47	100, 34	10.05	10.05	49	10	730	-595
4	0.71	100, 36	10.05	10.05	108	16	2520	-1245
5	0.94	100, 38	10.05	10.05	186	22	5361	-2088
6	1.18	100, 40	10.05	10.05	280	28	9227	-3113
7	1.41	100, 42	10.05	10.05	390	34	14105	-4312
8	1.65	100, 44	10.05	10.05	513	40	19986	-5676
9	1.88	100, 46	10.05	10.05	650	46	26863	-7200
10	2.12	100, 48	10.05	10.05	799	52	34732	-8877
11	2.35	100, 50	10.05	10.05	959	59	43587	-10701
12	2.58	100, 52	10.05	10.05	1131	65	53424	-12668
13	2.82	100, 54	10.05	10.05	1313	72	64241	-14772
14	3.06	100, 56	10.05	10.05	1505	79	76035	-17008
15	3.29	100, 58	10.05	10.05	1706	85	88803	-19374
16	3.53	100, 60	10.05	10.05	1917	92	102543	-21864
17	3.76	100, 62	10.05	10.05	2136	99	117252	-24476
18	4.00	100, 64	10.05	10.05	2364	106	132931	-27206
19	4.23	100, 66	10.05	10.05	2599	112	149576	-30050
20	4.46	100, 68	12.72	12.72	2539	119	133005	-30226
21	4.70	100, 70	12.72	12.72	2764	126	147762	-33019

Inviluppo armature e tensioni nei materiali della fondazione

Simbologia adottata

B	base della sezione espressa in [cm]
H	altezza della sezione espressa in [cm]
A_{fi}	area di armatura in corrispondenza del lembo inferiore in [cmq]
A_{fs}	area di armatura in corrispondenza del lembo superiore in [cmq]
σ_c	tensione nel calcestruzzo espressa in [kPa]
τ_c	tensione tangenziale nel calcestruzzo espressa in [kPa]
σ_{fi}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore in [kPa]
σ_{fs}	tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore in [kPa]
N_u	sforzo normale ultimo espresso in [kN]
M_u	momento ultimo espresso in [kNm]
CS	coefficiente sicurezza sezione
VRcd	Aliquota di taglio assorbito dal cls, espresso in [kN]
VRsd	Aliquota di taglio assorbito dall'armatura, espresso in [kN]
VRd	Resistenza al taglio, espresso in [kN]

Fondazione di valle

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 70	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	262.55	--	--
2	0.10	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	647.43	262.55	--	--
3	0.20	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	161.85	262.55	--	--
4	0.30	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	71.93	262.55	--	--

5	0.40	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	40.46	262.55	--	--
6	0.50	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	25.89	262.55	--	--
7	0.60	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	17.98	262.55	--	--
8	0.70	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	13.21	262.55	--	--
9	0.80	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	10.11	262.55	--	--
10	0.90	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	7.99	262.55	--	--
11	1.00	100, 70	12.72	12.72	0.00	322.87	6.47	262.55	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0.00	100, 70	0.00	0.00	0	0	0	0
13	0.10	100, 70	12.72	12.72	8	14	480	-89
14	0.20	100, 70	12.72	12.72	31	27	1926	-355
15	0.30	100, 70	12.72	12.72	70	41	4348	-802
16	0.40	100, 70	12.72	12.72	124	55	7755	-1431
17	0.50	100, 70	12.72	12.72	195	69	12159	-2243
18	0.60	100, 70	12.72	12.72	281	83	17568	-3241
19	0.70	100, 70	12.72	12.72	384	98	23994	-4427
20	0.80	100, 70	12.72	12.72	503	112	31444	-5801
21	0.90	100, 70	12.72	12.72	639	127	39930	-7367
22	1.00	100, 70	12.72	12.72	791	141	49462	-9126

Fondazione di monte

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

Inviluppo SLU

Nr.	Y	B, H	A_{fs}	A_{fi}	N_u	M_u	CS	V_{Rd}	V_{Rcd}	V_{Rsd}
1	0.00	100, 70	0.00	0.00	0.00	0.00	1000.00	262.55	--	--

2	0.17	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	489.14	262.55	--	--
3	0.34	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	122.25	262.55	--	--
4	0.51	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	54.32	262.55	--	--
5	0.68	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	30.55	262.55	--	--
6	0.85	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	19.55	262.55	--	--
7	1.02	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	13.57	262.55	--	--
8	1.19	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	9.97	262.55	--	--
9	1.36	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	7.63	262.55	--	--
10	1.53	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	6.03	262.55	--	--
11	1.70	100, 70	12.72	12.72	0.00	-322.87	4.88	262.55	--	--

Inviluppo SLE

Nr.	X	B, H	A_{fs}	A_{fi}	σ_c	τ_c	σ_{fi}	σ_{fs}
12	0.00	100, 70	0.00	0.00	0	0	0	0
13	0.17	100, 70	12.72	12.72	2	-2	-21	112
14	0.34	100, 70	12.72	12.72	8	-4	-89	480
15	0.51	100, 70	12.72	12.72	18	-7	-213	1154
16	0.68	100, 70	12.72	12.72	35	-10	-402	2181
17	0.85	100, 70	12.72	12.72	58	-14	-666	3611
18	1.02	100, 70	12.72	12.72	88	-18	-1013	5492
19	1.19	100, 70	12.72	12.72	126	-22	-1453	7873
20	1.36	100, 70	12.72	12.72	173	-27	-1993	10802
21	1.53	100, 70	12.72	12.72	229	-32	-2644	14329
22	1.70	100, 70	12.72	12.72	296	-37	-3413	18501