

loc.tà Sant'Antioco

Traversa sul "Riu Cherchelighes" a valle delle sorgenti di Sant'Antioco

AUTORIZZAZIONE ALLA PROSECUZIONE DELL'ESERCIZIO AI SENSI DELLA L.R. 12/2007 (art. 26 approvazione tecnica in sanatoria)

Responsabile AREA TECNICA: Geom. Aldo CORATZA

Responsabile del Procedimento: Geom. Aldo CORATZA

Progettisti Responsabili: Dott. Ing. Andrea LOSTIA

Dott. Geol. Tiziana CARRUS

SOGGETTO INCARICATO

SOE Sud Ovest Engineering S.r.l.

Ingegneria
Architettura
Urbanistica
Ambiente
Territorio
Green energy
Consulting engineering
Servizi integrati di outsourcing
Engineering and contracting
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Andrea Lostia

Vale Marconi n. 87, 09131 CAGLIARI
Codice fiscale e partita IVA: 03454150925
Capitale Sociale 10.000,00 € i.v.
Tel./Fax: 070.8571341
sudovestengineering@gmail.com
soesrl@legalmail.it
www.sudovestengineering.it

U.O. - Servizio Tecnico
Dott. Ing. Andrea Lostia
Dott. Geol. Tiziana Carrus
Dott. Ing. Simona Borea

COMUNE DI SCANO DI MONTIFERRO
AREA TECNICA - SERVIZIO LAVORI PUBBLICI



RELAZIONE GEOTECNICA E DELLE STRUTTURE

ELABORATO C		TAVOLA		SCALA		ALLEGATO
COMMESSA 2016_27 (1627)		APPROVAZIONE		REVISIONE/RIAPPROVAZIONE		APPROVAZIONE DEFINITIVA
livello	emissione	data	redazione	verifica	approvazione	VISTO COMMITTENTE
fattibilità	00		a. lostia s. borea	a. lostia	a. lostia	

INDICE

PREMESSA	2
ANALISI STRUTTURALE DELLA TRAVERSA	4
ANALISI DELLA STABILITA' GLOBALE.....	10
VERIFICHE CONDOTTE	13
1 SEZIONE A-A	13
1.1 Analisi strutturale eseguita con il software GDW	13
1.2 Analisi stabilità globale eseguita con il software SLOPE	19
2 SEZIONE B-B	29
2.1 Analisi strutturale eseguita con il software GDW	29
2.2 Analisi stabilità globale eseguita con il software SLOPE	34
3 SEZIONE C-C	44
3.1 Analisi strutturale eseguita con il software GDW	44
3.2 Analisi stabilità globale eseguita con il software SLOPE	49
4 SEZIONE C-C	58
4.1 Analisi strutturale eseguita con il software GDW	58
4.2 Analisi stabilità globale eseguita con il software SLOPE	62
5 RISULTATI CONCLUSIVI DELLE VERIFICHE	70

PREMESSA

La presente relazione è parte integrante della documentazione tecnica ed amministrativa necessaria al proseguimento del procedimento di approvazione tecnica in sanatoria ex art. 26 della L.R. 12/2007, dello sbarramento e del relativo invaso in località "Sant'Antioco" in agro di Scano di Montiferro. L'invaso in località "Sant'Antioco" è generato da uno sbarramento in calcestruzzo classificato ai sensi dell'art. 3 dell'allegato A della L.R. n. 12/2007, come segue: Tipologia I (invasi e piccole dighe) - Categoria A – Sottocategoria A1 - Sbarramenti con altezza fino a 6 metri e con volume di invaso fino a 10.000 metri cubi.

L'opera oggetto del presente studio è costituita da uno sbarramento in calcestruzzo composto dai seguenti elementi strutturali:

- muro centrale di lunghezza 30 m e altezza di 2.40 m (che rappresenta l'altezza del livello idrico a monte), nella parte a valle al di sotto del muro abbiamo una platea lunga 2.60 m; il bordo superiore della traversa e la soglia della platea sono in pietra da taglio lavorata a grana fine;
- guardando verso valle abbiamo, a sinistra della traversa, un muro trasversale che la limita e che sale a m 1.20 sopra il bordo superiore dell'opera; questo muro verso sinistra è collegato alla sponda da un muraglione a sezione rettangolare in sommità e trapezia verso il basso. A destra della traversa, abbiamo, trasversalmente ad essa il complesso della cabina di presa ed erogazione, unito anch'esso alla ripida sponda destra da un muraglione.

VISTA TRAVERSA SIX IDROGRAFICA



VISTA TRAVERSA DEX IDROGRAFICA



VISTA TRAVERSA A VALLE



VISTA A VALLE



CAMERA SCARICO DI FONDO



VISTA SCARICO DI FONDO A VALLE



L'area in cui insiste la traversa e il relativo invaso è individuabile nella Carta Topografica d'Italia in scala 1:25000, Foglio 497 sez. II – Bosa, e nella Carta Tecnica Regionale Numerica sez. 497160 denominata "Scano Montiferro". È localizzata, secondo la toponomastica della Sardegna, nel "Montiferru", più precisamente è situata circa 2.5 km a nord est dell'abitato di Scano di Montiferro, nella località denominata "Sant'Antioco". L'altitudine media è di circa 416÷420 m s.l.m., le coordinate chilometriche Gauss-Boaga, dedotte dalla CTR, dello sbarramento sono le seguenti:

DESCRIZIONE	E	N
Muro centrale (sfioratore) - dex idrografica	1466535.4020	4453987.3870
Muro centrale (sfioratore) - six idrografica	1466531.1130	4453955.6090
vasca di dissipazione - dex idrografica	1466531.0740	4453988.4730
vasca di dissipazione - six idrografica	1466525.8830	4453957.6090
punto di confluenza "rio cherghelighes" a monte dell'invaso	1466616.2350	4453979.6660

Guardando lo sbarramento da sinistra a destra idrografica esso ha una lunghezza complessiva direttamente misurata, considerando il muro centrale di 30 m e le spalle laterali, di circa 56,00 m; esso contiene uno specchio d'acqua della superficie di circa 3300 m², con una capienza in esercizio di circa 3700 m³. Il battente idrico misurato a monte della traversa centrale (allo sfioratore) è di circa 2,60 mt.

ANALISI STRUTTURALE DELLA TRAVERSA

I calcoli strutturali della traversa in esame sono stati effettuati con il Software "GDW" della società Geostru.

Per determinare le caratteristiche dei materiali costituenti la traversa sono state eseguite delle indagini strutturali in particolare:

- n. 3 carotaggi sulle spalle in cls per verifiche di carbonatazione e prove di compressione
- n. 3 indagini pacometriche su spalle e sfioro per verifiche della gabbia di armatura.

Dalle indagini condotte è stato determinato il peso di volume del calcestruzzo e la relativa resistenza a compressione.

Per quanto attiene il corpo centrale della traversa sono stati assunti i seguenti dati:

- massa volumica 2200 kg/m^3
- resistenza a compressione $21,00 \text{ N/mm}^2$

Per quanto attiene i muri laterali di spalla sono stati assunti i seguenti dati:

- massa volumica 1900 kg/m^3
- resistenza a compressione $15,00 \text{ N/mm}^2$

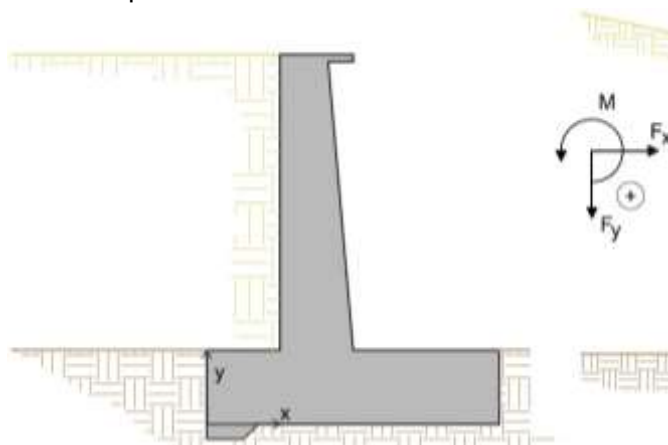
Normativa di riferimento:

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

Le forze considerate nell'equilibrio della traversa sono:

- Peso proprio della briglia
- Spinta statica del terreno a monte (in condizione limite attiva)
- Peso del terreno gravante sulla mensola di monte
- Acqua sulla mensola di monte
- Spinta idrostatica di monte
- Spinta sismica di monte in direzione x
- Spinta sismica di monte in direzione y
- Spinta idrostatica di valle
- Spinta statica del terreno a valle
- Spinta sismica di valle in direzione x
- Spinta sismica di valle in direzione y
- Sottospinta idrostatica
- Acqua presente sulla gaveta

Lo schema di riferimento scelto per il calcolo delle forze è mostrato nella seguente figura:



Riferimento e convenzione di positività

Calcolo della spinta attiva

Per il calcolo della spinta attiva è stato adottato il metodo di *Coulomb*, il quale è basato sullo studio dell'equilibrio limite globale del sistema formato dalla briglia e dal prisma di terreno omogeneo retrostante l'opera e coinvolto nella rottura nell'ipotesi di parete ruvida. Per terreno omogeneo ed asciutto il diagramma delle pressioni si presenta lineare con distribuzione:

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

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

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

Avendo indicato con:

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

Valori limite di K_A :

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

γ_t Peso unità di volume del terreno;

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

φ Angolo di resistenza al taglio del terreno;

δ Angolo di attrito terra-muro;

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

H Altezza della parete.

Calcolo della spinta attiva con Mononobe & Okabe

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

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

con k_h coefficiente sismico orizzontale e k_v verticale.

Spinta idrostatica

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

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

Con risultante pari a:

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

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

Carico limite di fondazioni superficiali su terreni

METODO DI VESIC

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

$$V_d \leq R_d$$

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

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

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

Dove:

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

c_u = coesione non drenata

q = pressione litostatica totale sul piano di posa

s_c = fattore di forma

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

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

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

A_f = area efficace della fondazione

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

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

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

Dove:

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

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

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

FATTORI DI FORMA

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

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

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

FATTORI INCLINAZIONE RISULTANTE DOVUTA AD UN CARICO ORIZZONTALE H PARALLELO A B'

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

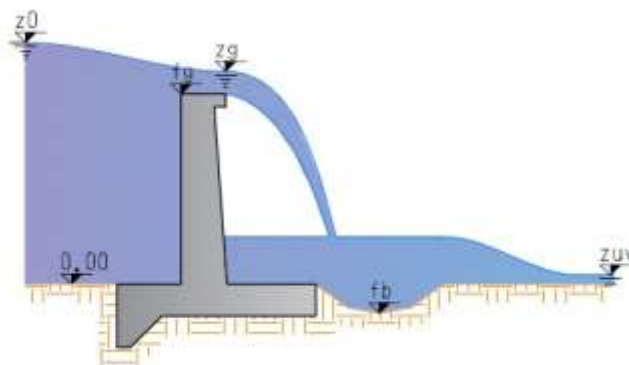
$$i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f \cdot c_a \cot \phi'} \right)^{m+1}$$

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

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

Calcolo idraulico della traversa

Lo schema di calcolo a cui si farà riferimento per il calcolo idraulico della traversa dipende dal dispositivo di dissipazione adottato. Nel caso in esame si è adottato il seguente dispositivo di dissipazione: Assenza totale di bacino e di controbriglia.



Assenza di bacino

CALCOLO DELLA QUOTA DI MOTO UNIFORME A VALLE (z_{uv}):

La quota di moto uniforme a valle è calcolata risolvendo:

$$Q_p = \frac{1}{n} \cdot A(B, h_u) \cdot R(B, h_u)^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Dove:

A – area bagnata della sezione

R – raggio idraulico della sezione

B – Larghezza della sezione d'alveo

h_u – Altezza di moto uniforme cercata

i – pendenza dell'alveo

n – coefficiente di scabrezza di Manning (compreso spesso tra 0.011 e 0.040)

Il caso preso in esame è relativo ad alvei di sezione rettangolare, quindi detta h_u l'altezza di moto cercata si ha:

$$Q_p = \frac{1}{n} \cdot B \cdot h_u \cdot \left(\frac{B \cdot h_u}{B + 2 \cdot h_u} \right)^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Siccome Q_p è una quantità costante l'equazione può essere risolta agevolmente sia per via grafica che per via numerica.

CALCOLO DEL LIVELLO DELL'ACQUA A MONTE (z_0):

La quota di moto z_0 si può determinare utilizzando la formula valida per il deflusso per stramazzi in parete grossa. La formula particolarizzata al caso in esame è:

$$Q_p = 0.385(z_0 - f_g) \cdot L_g \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (z_0 - f_g)}$$

Dove L_g è la lunghezza della gavetta della briglia.

CALCOLO DEL LIVELLO DELL'ACQUA SULLA GAVETA (z_g):

Questa quantità può essere calcolata considerando che l'acqua transiterà al di sopra della gaveta in condizioni di stato critico. Ciò vuol dire che l'altezza dell'acqua rispetto al fondo della gaveta dovrà soddisfare la seguente equazione:

$$Q_p = A_g(L_g, \vartheta, h_c) \cdot \sqrt{\frac{g \cdot A_g(L_g, \vartheta, h_c)}{B_g(L_g, \vartheta, h_c)}}$$

In questo caso la sezione si presenta di forma trapezoidale ed il valore delle quantità dipendenti dalla geometria della sezione vale:

$$A_g(L_g, \vartheta, h_c) = L_g \cdot h_c + h_c^2 \cdot \tan\left(\frac{\pi}{2} - \vartheta\right)$$

$$B_g(L_g, \vartheta, h_c) = L_g + 2 \cdot h_c \cdot \tan\left(\frac{\pi}{2} - \vartheta\right)$$

Nelle precedenti equazioni i simboli usati sono:

A_g – Area della sezione bagnata al di sopra della gavetta

L_g – Lunghezza del fondo della gavetta

ϑ – Inclinazione degli scivoli misurata rispetto all'orizzontale

h_c – Altezza critica misurata rispetto al fondo della gavetta

Anche in questo caso, essendo Q_p costante, l'equazione può essere risolta facilmente rispetto ad h_c . La quota z_g assumerà il seguente valore:

$$z_g = f_g + h_c$$

CALCOLO DELLA PROFONDITÀ DI ESCAVAZIONE (f_b):

La profondità di escavazione è calcolata utilizzando la formula di SCHOKLITSCH, considerando questa volta che non c'è innalzamento della vena in quanto non è presente nessuna controbriglia:

$$f_b = z_3 - 4.75 \cdot \frac{(z_0 - z_3)^{0.2} \cdot q^{0.57}}{d_{90}^{0.32}}$$

Nella precedente formula i simboli usati sono i seguenti:

d_{90} – diametro del materiale passante al 90% (espresso in mm)

q – portata specifica rispetto alla larghezza dell'alveo (espressa in m^3/s)

N.B. Utilizzando le precedenti unità di misura il risultato è ritornato in metri.

CALCOLO DELLA PENDENZA DI COMPENSAZIONE:

Il valore della pendenza di compensazione i_c in caso di alta sommergenza ($h/d_{50} > 6$) è dato:

$$i_c = \frac{\phi \cdot (\gamma_s - \gamma)}{\gamma \cdot R} \cdot d_{50}$$

Dove:

γ_s è il peso specifico del materiale costituente l'alveo;

γ è il peso specifico dell'acqua;

d_{50} è il diametro medio del materiale costituente l'alveo;

R è il raggio idraulico corrispondente al moto uniforme per la portata di progetto Q ;

ϕ è un coefficiente ricavabile dall'abaco di Shields e vale 0.056;

In caso di bassa sommergezza ($h/d_{50} < 6$) non valgono più le esperienze di Shields bensì:

$$i_c = \left[\frac{M^{\frac{10}{3}}}{N^{\frac{7}{3}}} \cdot \sqrt{g} \cdot \frac{\beta^{\frac{5}{3}} \cdot d_{50}}{Q} \cdot B \right]^{\frac{6}{3}}$$

Dove:

$$M = 1.75 \cdot \left(\frac{y}{d_{50}} \right)^{-0.117}$$
$$N = 2.41 \cdot \left[\left(\frac{y}{d_{50}} \right)^{-\frac{1}{6}} - 0.11 \cdot \left(\frac{y}{d_{50}} \right)^{-1.257} \right] \cdot \ln \left[2.73 \cdot \left(\frac{y}{d_{50}} \right) \right]$$
$$\beta = \frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma}$$

B è la larghezza della sezione e y è il tirante idrico.

Nell'analisi strutturale effettuata sulla struttura, sono state analizzate quattro diverse sezioni rappresentative della traversa in esame. Esse sono state schematizzate all'interno del programma "GDW" e, dopo aver inserito i tutti i dati di input richiesti dal programma, sono state analizzate. I risultati di tali analisi hanno portato ad affermare che la traversa in questione non ha, in questo momento, problemi strutturali anche se vengono consigliati nel breve periodo dei consolidamenti strutturali.

Verifica al sifonamento

Essendo la traversa posata su un basamento roccioso la verifica al sifonamento viene condotta, per le varie sezioni esaminate, verificando che la spinta idrostatica al piede sia inferiore al peso del manufatto. È stata presa in esame una porzione di manufatto larga 1 m.

Carico sul terreno dovuto al peso del manufatto: $P_s = S \cdot L \cdot \gamma_{cls}$

Spinta idrostatica dovuta all'acqua: $S_R = 1/2 \cdot L \cdot \gamma_w \cdot h^2$

Verifica $P_s/S_R > 3$

ANALISI DELLA STABILITA' GLOBALE

Per l'analisi della stabilità globale si è utilizzato il programma di calcolo e "SLOPE" della Società Geostru. Sono stata analizzate anche in questo caso le quattro sezioni ritenute rappresentative della traversa in esame. Per ogni sezione rappresentativa sono state prese in esame due situazioni estreme:

- Situazione di Massimo invaso della piena
- Situazione di Svaso della Diga

Per ogni situazione si è analizzata sia la condizione drenata sia quella non drenata.

Affinché il modello di calcolo importato nel programma corrispondesse alla situazione di massimo invaso della diga per definire le caratteristiche dell'acqua (strato numero 1) sono stati utilizzati dei parametri di coesione e di angolo di resistenza al taglio prossimi allo zero.

Per la simulazione della situazione di rapido svaso della diga valgono le ipotesi di Dupuit, si annulla il peso dell'acqua ma il moto di filtrazione delle pressioni neutre non si è ancora instaurato (distribuzione idrostatica delle pressioni neutre sulla base dei conci) basta porre il puv saturo del terreno fittizio pari a 9.81 kN/m^3 . In entrambi le condizioni di analisi la permeabilità da assegnare agli strati deve essere:

- strato 1: impermeabile
- strato 2: permeabile
- strato 3: permeabile

Introduzione all'analisi di stabilità

La risoluzione di un problema di stabilità richiede la presa in conto delle equazioni di campo e dei legami costitutivi. Le prime sono di equilibrio, le seconde descrivono il comportamento del terreno. Tali equazioni risultano particolarmente complesse in quanto i terreni sono dei sistemi multifase, che possono essere ricondotti a sistemi monofase solo in condizioni di terreno secco, o di analisi in condizioni drenate.

Nella maggior parte dei casi ci si trova a dover trattare un materiale che se saturo è per lo meno bifase, ciò rende la trattazione delle equazioni di equilibrio notevolmente complicata. Inoltre è praticamente impossibile definire una legge costitutiva di validità generale, in quanto i terreni presentano un comportamento non-lineare già a piccole deformazioni, sono anisotropi ed inoltre il loro comportamento dipende non solo dallo sforzo deviatorico ma anche da quello normale. A causa delle suddette difficoltà vengono introdotte delle ipotesi semplificative:

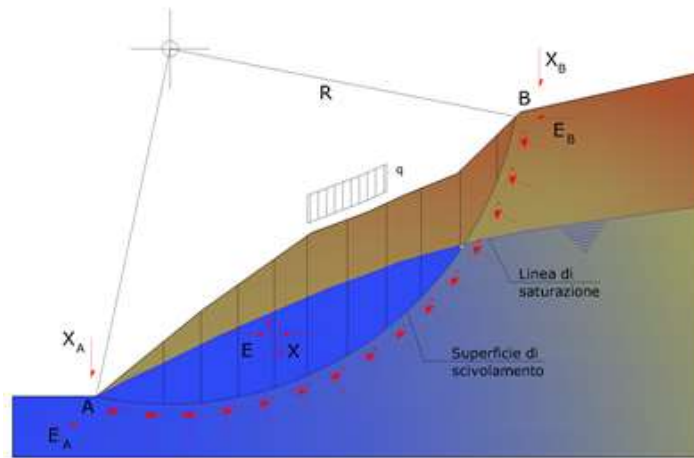
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (ϕ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido il criterio di rottura di Mohr-Coulomb.
2. In alcuni casi vengono soddisfatte solo in parte le equazioni di equilibrio.

Metodo equilibrio limite (LEM)

Il metodo dell'equilibrio limite consiste nello studiare l'equilibrio di un corpo rigido, costituito dal pendio e da una superficie di scorrimento di forma qualsiasi (linea retta, arco di cerchio, spirale logaritmica); da tale equilibrio vengono calcolate le tensioni da taglio (τ) e confrontate con la resistenza disponibile (τ_f), valutata secondo il criterio di rottura di Coulomb, da tale confronto ne scaturisce la prima indicazione sulla stabilità attraverso il coefficiente di sicurezza:

$$F = \tau_f / \tau$$

Tra i metodi dell'equilibrio limite alcuni considerano l'equilibrio globale del corpo rigido (Culman), altri a causa della non omogeneità dividono il corpo in conci considerando l'equilibrio di ciascuno (Fellenius, Bishop, Janbu ecc.).



Metodo dei conci

La massa interessata dallo scivolamento viene suddivisa in un numero conveniente di conci. Se il numero dei conci è pari a n , il problema presenta le seguenti incognite:

- n valori delle forze normali N_i agenti sulla base di ciascun concio;
- n valori delle forze di taglio alla base del concio T_i ;
- $(n-1)$ forze normali E_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- $(n-1)$ forze tangenziali X_i agenti sull'interfaccia dei conci;
- n valori della coordinata a che individua il punto di applicazione delle E_i ;
- $(n-1)$ valori della coordinata che individua il punto di applicazione delle X_i ;
- una incognita costituita dal fattore di sicurezza F .

Complessivamente le incognite sono $(6n-2)$.

Mentre le equazioni a disposizione sono:

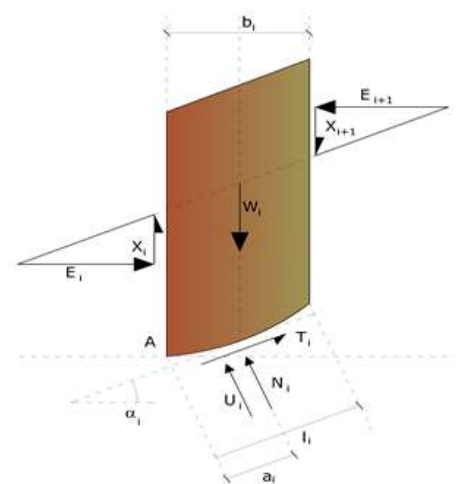
- equazioni di equilibrio dei momenti n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione verticale n ;
- equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale n ;
- equazioni relative al criterio di rottura n .

Totale numero di equazioni $4n$.

Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a:

$$i = (6n - 2) - (4n) = 2n - 2$$

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a $(n-2)$ in quanto si fa l'assunzione che N_i sia applicato nel punto medio della striscia. Ciò equivale ad ipotizzare che le tensioni normali totali siano uniformemente distribuite. I diversi metodi che si basano sulla teoria dell'equilibrio limite si differenziano per il modo in cui vengono eliminate le $(n-2)$ indeterminazioni. Nel nostro caso si fa riferimento al Metodo di Bishop.



Metodo di Bishop (1955)

Con tale metodo non viene trascurato nessun contributo di forze agenti sui blocchi e fu il primo a descrivere i problemi legati ai metodi convenzionali. Le equazioni usate per risolvere il problema sono:

$$\sum F_y = 0, \quad \sum M_0 = 0 \quad \text{Criterio di rottura}$$

$$F = \frac{\sum \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre $\Delta X = 0$ ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di Bishop ordinario, gli errori commessi rispetto al metodo completo sono di circa 1 %.

Valutazione dell'azione sismica

La stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene verificata con il metodo pseudo-statico. Per i terreni che sotto l'azione di un carico ciclico possono sviluppare pressioni interstiziali elevate viene considerato un aumento in percento delle pressioni neutre che tiene conto di questo fattore di perdita di resistenza.

Ai fini della valutazione dell'azione sismica vengono considerate le seguenti forze:

$$F_H = K_x W$$

$$F_V = K_y W$$

Essendo:

- F_H e F_V rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- W peso concio;
- K_x coefficiente sismico orizzontale;
- K_y coefficiente sismico verticale.

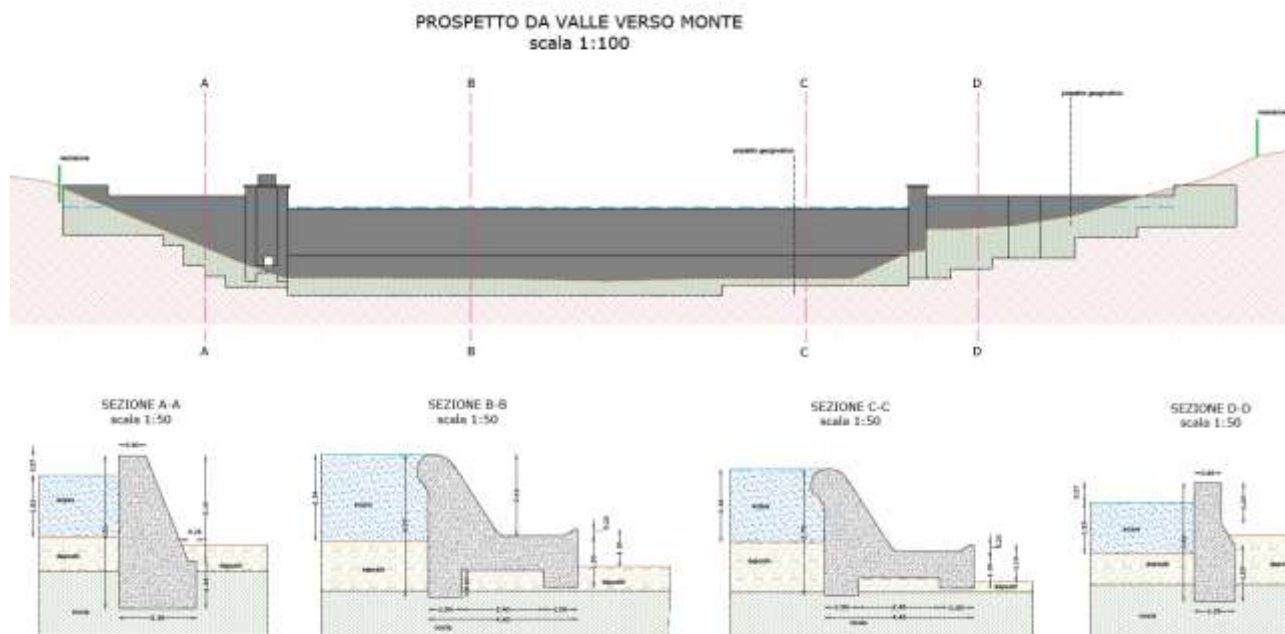
Ricerca della superficie di scorrimento critica

In presenza di mezzi omogenei non si hanno a disposizione metodi per individuare la superficie di scorrimento critica ed occorre esaminarne un numero elevato di potenziali superfici.

Nel caso vengano ipotizzate superfici di forma circolare, la ricerca diventa più semplice, in quanto dopo aver posizionato una maglia dei centri costituita da m righe e n colonne saranno esaminate tutte le superfici aventi per centro il generico nodo della maglia $m \times n$ e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

VERIFICHE CONDOTTE

Le verifiche sull'opera sono state condotte considerando 4 sezioni, due nel corpo centrale e una per ciascuna spalla.



1 SEZIONE A-A

1.1 Analisi strutturale eseguita con il software GDW

DATI GENERALI:

Quota di monte dell'asta	680,00 [m]
Quota di valle dell'asta	415,00 [m]
Lunghezza dell'asta	9230,00 [m]
Larghezza della sezione d'alveo	53,00 [m]
Diametro medio del materiale	0,20 [m]
Diametro 90%	0,20 [m]
Portata di progetto	285,24 [m ³ /s]
n di manning (scabrezza)	0,03 [-]
Fattore di sicurezza a ribaltamento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a scorrimento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico limite	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. orizzontale micropali	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. verticale micropali	1,00 [-]

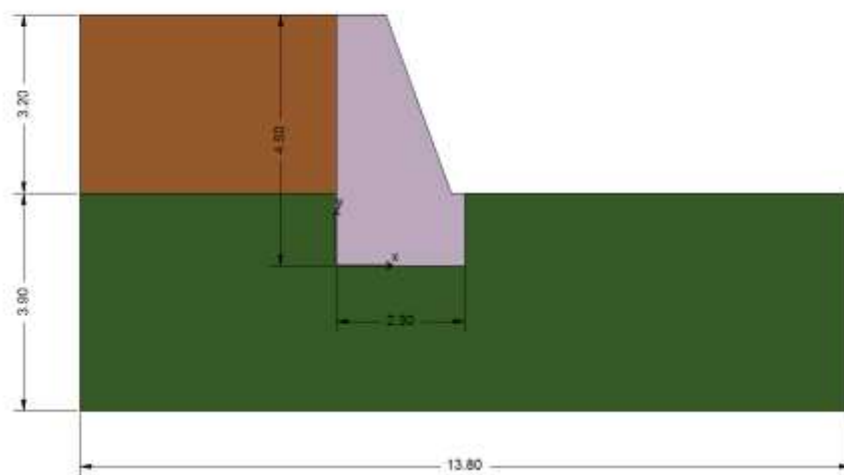
GEOMETRIA BRIGLIA IN CALCESTRUZZO:

Larghezza coronamento	0,80 [m]
Altezza coronamento	0,00 [m]
Scarpa paramento valle	20,00 [°]
Altezza briglia	3,20 [m]
Altezza fondazione monte	1,30 [m]
Altezza fondazione valle	1,30 [m]
Larghezza taglione	0,00 [m]
Scarpa taglione	0,00 [°]

Larghezza totale fondazione	2,30 [m]
Posizione briglia	0,00 [m]
Base briglia	2,05 [m]
Inclinazione profilo di monte	0,00 [°]
Inclinazione paramento monte	0,00 [°]

GEOMETRIA GAVETA:

Larghezza	0,00 [m]
Inclinazione scivoli	0,00 [°]
Franco di sicurezza	0,00 [m]



STRATIGRAFIA :

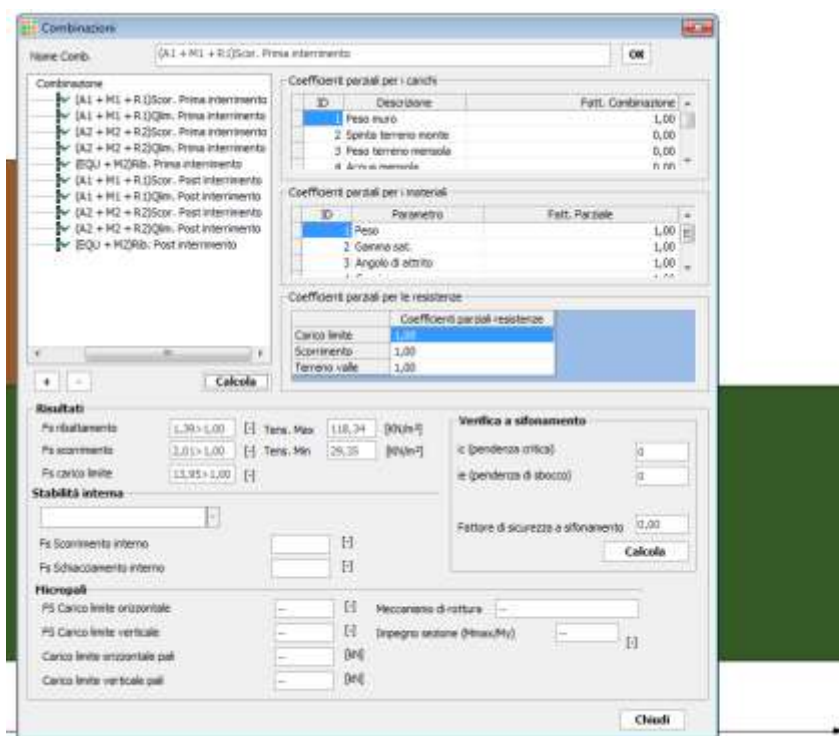
Nome	Peso [KN/m ³]	Peso saturo [KN/m ³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [KN/m ²]	Attrito terra muro[°]	Adesione [KN/m ²]
Alluvioni	18,63	21,03	30,00	0,00	24,00	0,00
Basalto	24,52	26,97	26,00	98,10	20,00	78,48

PARAMETRI SISMA:

Coefficiente sismico orizzontale - Kh	0,02 [-]
Coefficiente sismico orizzontale - Kv	0,01 [-]
Posizione incremento sismico - Xs/h	0,66 [-]

VERIFICHE GLOBALI:

Numero di combinazioni analizzate	5
-----------------------------------	---



Combinazione 1 - ((A1 + M1 + R1) Scorrimento)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,295 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,307 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,012 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	169,83	0,00	0,92	1,89
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	101,25	0,00	0,00	0,00	1,50
Spinta Sismica monte X	1,16	0,00	0,00	0,00	2,97
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,97
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	2,30	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-100,05	0,00	0,94	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 2 - ((A1 + M1 + R1) Qlim.)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,295 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,307 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,012 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	220,78	0,00	0,92	1,89
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,40
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	101,25	0,00	0,00	0,00	1,50
Spinta Sismica monte X	1,16	0,00	0,00	0,00	2,97
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,49	0,00	0,00	2,97
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,28	0,00	2,30	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 3 - ((A2 + M2 + R2) Scorrimento)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	169,83	0,00	0,92	1,89
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	101,25	0,00	0,00	0,00	1,50
Spinta Sismica monte X	1,16	0,00	0,00	0,00	2,97
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,97
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	2,30	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-86,71	0,00	0,94	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 4 - ((A2 + M2 + R2) Qlim.)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	169,83	0,00	0,92	1,89
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	101,25	0,00	0,00	0,00	1,50
Spinta Sismica monte X	1,16	0,00	0,00	0,00	2,97
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,50	0,00	0,00	2,97
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,23	0,00	2,30	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 5 - ((EQU + M2) Ribaltamento)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	152,85	0,00	0,92	1,89
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,41
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	101,25	0,00	0,00	0,00	1,50
Spinta Sismica monte X	1,34	0,00	0,00	0,00	2,97
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,97
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,23	0,00	2,30	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-100,05	0,00	0,94	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione	Momento stabilizzante [kNm/m]	Momento ribaltante [kNm/m]	Forze resistenti [kN/m]	Forze sollecitanti [kN/m]	Carico limite [kN/m ²] Nq=11,85	Carico esercizio [kN/m ²]
1	404,37	291,53	205,90	102,41		118,34

					Ng=12,54 Nc=22,25 sq=1,02 sc=1,02 sg=0,99 iq=0,66 ic=0,63 ig=0,54	
2	527,32	155,31	260,94	102,41	1723,40 Nq=11,85 Ng=12,54 Nc=22,25 sq=1,02 sc=1,02 sg=0,99 iq=0,69 ic=0,66 ig=0,57	154,94
3	404,37	273,38	210,76	102,41	933,43 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,01 sc=1,02 sg=0,99 iq=0,66 ic=0,61 ig=0,54	118,34
4	406,01	155,32	242,41	102,41	931,56 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,01 sc=1,02 sg=0,99 iq=0,66 ic=0,61 ig=0,53	119,40
5	363,94	292,07	199,64	102,59	914,20 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,01 sc=1,02 sg=0,99 iq=0,65 ic=0,59 ig=0,52	106,71

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	Fs scorrimento [-]	Fs carico limite [-]	Fs Scorrimento interno [-]	Fs Schiacciamento interno [-]
1	1,39	2,01	13,95		
2	3,40	2,55	11,12		
3	1,48	2,06	7,89		
4	2,61	2,37	7,80		
5	1,25	1,95	8,57		

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato		
2	Verificato	Verificato	Verificato		

3	Verificato	Verificato	Verificato		
4	Verificato	Verificato	Verificato		
5	Verificato	Verificato	Verificato		

1.2 Analisi stabilità globale eseguita con il software SLOPE

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO: DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0,59 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,82 m
Ascissa vertice destro superiore xs	15,6 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,94 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,0	1,3
3	5,3	1,3
4	6,5	4,5
5	7,3	4,5
6	12,3	4,5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,3	1,3
3	7,3	4,5
4	12,3	4,5

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,0	1,3
3	5,25	1,3
4	6,5	3,3
5	6,5	4,5

6	7,3	2,11
7	12,3	2,11

Vertici strato 2

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	1,1
2	5,0	1,1
3	7,3	1,1
4	12,3	1,1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

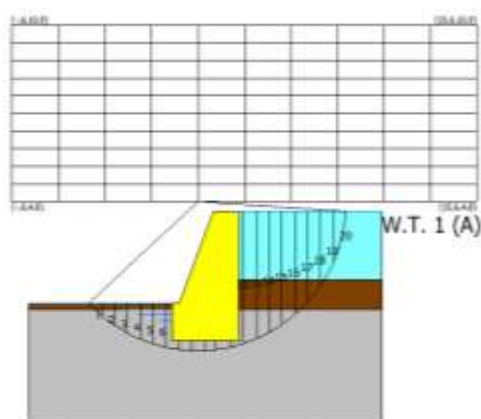
Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia
1	0,0001		0,0001	10	20	acqua
2	0		30	18,62	21,04	depositi alluvionali
3	1		26	24,52	26,97	basalto

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,65
Ascissa centro superficie	5,89 m
Ordinata centro superficie	4,82 m
Raggio superficie	5,16 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



Strato...1	g=10 kN/m ³ gi=10 kN/m ³ Fi=0,0001° ci=0,0001 kg/cm ²
Strato...2	g=18,62 kN/m ³ gi=21,04 kN/m ³ Fi=30° ci=0 kg/cm ²
Strato...3	g=24,52 kN/m ³ gi=26,97 kN/m ³ Fi=26° ci=1 kg/cm ²

xc = 5,887 yc = 4,821 Rc = 5,164 Fs=4,654

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,45	-43,6	0,62	2,18	0,03	0,02	0,8	21,3	1,0	11,5	10,3
2	0,45	-37,1	0,56	6,73	0,1	0,05	0,8	21,3	2,6	12,3	9,5
3	0,45	-31,1	0,52	10,36	0,16	0,07	0,8	21,3	3,9	12,9	9,0
4	0,45	-25,4	0,49	13,24	0,2	0,09	0,8	21,3	5,0	13,2	8,6
5	0,45	-20,0	0,48	15,46	0,23	0,11	0,8	21,3	5,8	13,3	8,3
6	0,45	-14,8	0,46	16,99	0,25	0,12	0,8	21,3	6,4	13,1	8,1
7	0,45	-9,8	0,45	18,06	0,27	0,13	0,8	21,3	6,9	12,7	7,9
8	0,45	-4,8	0,45	22,15	0,33	0,16	0,8	21,3	8,2	14,6	8,0
9	0,45	0,2	0,45	31,18	0,47	0,22	0,8	21,3	11,5	19,7	8,3
10	0,37	4,8	0,37	32,45	0,49	0,23	0,8	21,3	11,8	20,1	7,2
11	0,52	9,8	0,53	52,16	0,78	0,37	0,8	21,3	20,0	30,8	10,5
12	0,45	15,3	0,46	45,51	0,68	0,32	0,8	21,3	20,0	24,0	8,9
13	0,45	20,5	0,48	44,26	0,66	0,31	0,8	21,3	19,8	22,8	9,0
14	0,45	25,9	0,5	41,98	0,63	0,29	0,8	21,3	18,9	21,1	9,2
15	0,45	31,5	0,52	39,04	0,59	0,27	0,8	21,3	17,9	19,0	9,5
16	0,45	37,6	0,56	35,35	0,53	0,25	0,8	21,3	16,5	16,2	9,9
17	0,45	44,2	0,62	30,73	0,46	0,22	0,0	24,8	14,8	20,4	1,8
18	0,45	51,6	0,72	26,12	0,39	0,18	0,0	24,8	12,7	19,4	1,8
19	0,45	60,7	0,91	20,0	0,3	0,14	0,0	0,0	0,0	40,8	0,0
20	0,45	76,1	1,86	10,83	0,16	0,08	0,0	0,0	0,0	45,0	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO: NON DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0,59 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,82 m
Ascissa vertice destro superiore xs	15,6 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,94 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,0	1,3
3	5,3	1,3
4	6,5	4,5
5	7,3	4,5
6	12,3	4,5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,3	1,3
3	7,3	4,5
4	12,3	4,5

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,0	1,3
3	5,25	1,3
4	6,5	3,3
5	6,5	4,5
6	7,3	2,11
7	12,3	2,11

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	1,1
2	5,0	1,1
3	7,3	1,1
4	12,3	1,1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	20	acqua	
2	0		30	18,62	21,04	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	3,83
Ascissa centro superficie	5,89 m
Ordinata centro superficie	4,82 m
Raggio superficie	5,16 m



Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,45	-43,6	0,62	2,18	0,03	0,02	0,8	0,0	1,0	13,9	11,5
2	0,45	-37,1	0,56	6,73	0,1	0,05	0,8	0,0	2,6	16,3	10,4
3	0,45	-31,1	0,52	10,36	0,16	0,07	0,8	0,0	3,9	17,9	9,7
4	0,45	-25,4	0,49	13,24	0,2	0,09	0,8	0,0	5,0	19,0	9,2
5	0,45	-20,0	0,48	15,49	0,23	0,11	0,8	0,0	5,8	19,7	8,8
6	0,45	-14,8	0,46	17,18	0,26	0,12	0,8	0,0	6,4	20,1	8,6
7	0,45	-9,8	0,45	18,35	0,28	0,13	0,8	0,0	6,9	20,1	8,4
8	0,45	-4,8	0,45	22,99	0,34	0,16	0,8	0,0	8,2	23,8	8,3
9	0,45	0,2	0,45	34,17	0,51	0,24	0,8	0,0	11,5	34,1	8,3
10	0,37	4,8	0,37	36,53	0,55	0,26	0,8	0,0	11,8	36,1	6,9
11	0,52	9,8	0,53	56,26	0,84	0,39	0,8	0,0	20,0	55,4	9,9
12	0,45	15,3	0,46	46,1	0,69	0,32	0,8	0,0	20,0	45,4	8,6
13	0,45	20,5	0,48	44,28	0,66	0,31	0,8	0,0	19,8	44,0	8,9
14	0,45	25,9	0,5	41,98	0,63	0,29	0,8	0,0	18,9	42,2	9,2
15	0,45	31,5	0,52	39,04	0,59	0,27	0,8	0,0	17,9	39,8	9,7
16	0,45	37,6	0,56	35,35	0,53	0,25	0,8	0,0	16,5	36,5	10,5
17	0,45	44,2	0,62	30,73	0,46	0,22	0,0	0,0	14,8	42,8	0,0
18	0,45	51,6	0,72	26,12	0,39	0,18	0,0	0,0	12,7	42,1	0,0
19	0,45	60,7	0,91	20,0	0,3	0,14	0,0	0,0	0,0	40,8	0,0
20	0,45	76,1	1,86	10,83	0,16	0,08	0,0	0,0	0,0	45,0	0,0

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Ascissa vertice sinistro inferiore xi -2,61 m

Ordinata vertice sinistro inferiore yi	5,28 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,75 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,71 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,0	1,3
3	5,3	1,3
4	6,5	4,5
5	7,3	4,5
6	12,3	4,5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,3	1,3
3	7,3	2,11
4	12,3	2,11

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,0	1,3
3	5,25	1,3
4	6,5	3,3
5	6,5	4,5
6	7,3	2,11
7	12,3	2,11

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	1,1
2	5,0	1,1
3	7,3	1,1
4	12,3	1,1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

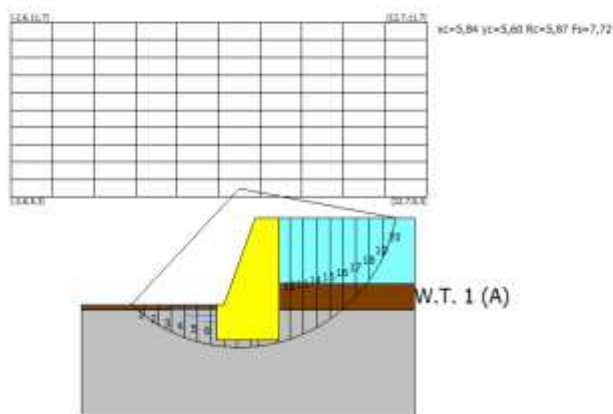
Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	9,81	acqua	
2	0		30	18,62	21,04	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	7,72
Ascissa centro superficie	5,84 m
Ordinata centro superficie	5,6 m
Raggio superficie	5,87 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



xc = 5,836 yc = 5,602 Rc = 5,867 Fs=7,722

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,49	-39,7	0,63	2,23	0,03	0,02	0,8	21,3	1,0	6,7	6,2
2	0,49	-33,8	0,59	7,01	0,11	0,05	0,8	21,3	2,7	9,0	5,8
3	0,49	-28,2	0,55	10,86	0,16	0,08	0,8	21,3	4,1	10,6	5,6
4	0,49	-22,9	0,53	13,92	0,21	0,1	0,8	21,3	5,3	11,7	5,4
5	0,49	-17,8	0,51	16,3	0,24	0,11	0,8	21,3	6,1	12,4	5,3
6	0,49	-12,9	0,5	17,92	0,27	0,13	0,8	21,3	6,8	12,6	5,2
7	0,49	-8,0	0,49	18,99	0,28	0,13	0,8	21,3	7,2	12,6	5,1
8	0,49	-3,3	0,49	24,01	0,36	0,17	0,8	21,3	7,8	16,5	5,3
9	0,49	1,5	0,49	33,96	0,51	0,24	0,8	21,3	8,8	25,0	5,7
10	0,27	5,2	0,27	22,48	0,34	0,16	0,8	21,3	5,2	17,1	3,2
11	0,71	10,0	0,72	64,53	0,97	0,45	0,8	21,3	14,6	49,1	8,9
12	0,49	16,0	0,51	36,93	0,55	0,26	0,8	21,3	10,3	26,1	5,9
13	0,49	21,1	0,52	34,82	0,52	0,24	0,8	21,3	9,5	24,9	6,0
14	0,49	26,3	0,54	32,02	0,48	0,22	0,8	21,3	8,5	23,3	6,1

15	0,49	31,7	0,57	28,47	0,43	0,2	0,8	21,3	7,2	21,2	6,3
16	0,49	37,5	0,61	24,05	0,36	0,17	0,8	21,3	5,6	18,3	6,5
17	0,49	43,8	0,68	19,32	0,29	0,14	0,0	24,8	3,6	20,7	1,1
18	0,49	50,9	0,77	13,91	0,21	0,1	0,0	24,8	1,0	19,1	1,0
19	0,49	59,4	0,96	9,34	0,14	0,07	0,0	0,0	0,0	18,3	0,0
20	0,49	71,6	1,55	4,34	0,07	0,03	0,0	0,0	0,0	13,7	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI SVASO: NON DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-2,61 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	5,28 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,75 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,71 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,0	1,3
3	5,3	1,3
4	6,5	4,5
5	7,3	4,5
6	12,3	4,5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,3	1,3
3	7,3	2,11
4	12,3	2,11

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	1,3
2	5,0	1,3
3	5,25	1,3
4	6,5	3,3
5	6,5	4,5

6	7,3	2,11
7	12,3	2,11

Vertici strato 2

N	X (m)	Y (m)
1	0,0	1,1
2	5,0	1,1
3	7,3	1,1
4	12,3	1,1

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

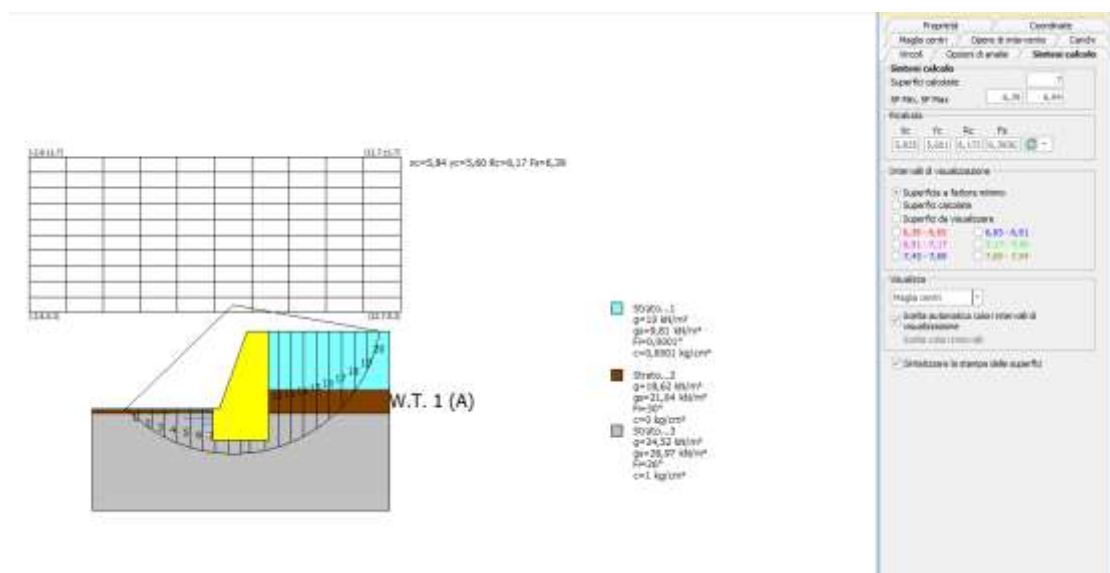
Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	9,81	acqua	
2	0		30	18,62	21,04	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	6,39
Ascissa centro superficie	5,84 m
Ordinata centro superficie	5,6 m
Raggio superficie	6,17 m



xc = 5,836 yc = 5,602 Rc = 6,174 Fs=6,394

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,53	-42,5	0,71	2,99	0,04	0,02	0,8	0,0	1,3	11,3	7,9
2	0,53	-36,2	0,65	9,07	0,14	0,06	0,8	0,0	3,5	16,6	7,3
3	0,53	-30,3	0,61	13,94	0,21	0,1	0,8	0,0	5,3	20,1	6,8

4	0,53	-24,8	0,58	17,82	0,27	0,12	0,8	0,0	6,7	22,6	6,5
5	0,53	-19,6	0,56	20,85	0,31	0,15	0,8	0,0	7,8	24,3	6,2
6	0,53	-14,5	0,54	23,13	0,35	0,16	0,8	0,0	8,6	25,4	6,0
7	0,53	-9,5	0,53	24,7	0,37	0,17	0,8	0,0	9,2	26,0	5,9
8	0,53	-4,6	0,53	27,15	0,41	0,19	0,8	0,0	9,6	27,7	5,9
9	0,53	0,3	0,53	39,59	0,59	0,28	0,8	0,0	10,9	39,6	5,9
10	0,37	4,5	0,37	34,65	0,52	0,24	0,8	0,0	8,1	34,4	4,1
11	0,68	9,4	0,69	71,1	1,07	0,5	0,8	0,0	16,2	70,8	7,7
12	0,53	15,1	0,54	44,12	0,66	0,31	0,8	0,0	12,7	44,1	6,1
13	0,53	20,3	0,56	41,75	0,63	0,29	0,8	0,0	11,8	42,2	6,2
14	0,53	25,6	0,58	38,61	0,58	0,27	0,8	0,0	10,7	39,7	6,5
15	0,53	31,1	0,61	34,61	0,52	0,24	0,8	0,0	9,2	36,3	6,8
16	0,53	37,0	0,66	29,59	0,44	0,21	0,8	0,0	7,4	31,5	7,3
17	0,53	43,4	0,72	23,35	0,35	0,16	0,0	0,0	5,1	32,2	0,0
18	0,53	50,6	0,83	17,15	0,26	0,12	0,0	0,0	2,3	27,0	0,0
19	0,53	59,2	1,03	10,75	0,16	0,08	0,0	0,0	0,0	21,0	0,0
20	0,53	71,9	1,69	5,05	0,08	0,04	0,0	0,0	0,0	16,2	0,0

2 SEZIONE B-B

2.1 Analisi strutturale eseguita con il software GDW

DATI GENERALI

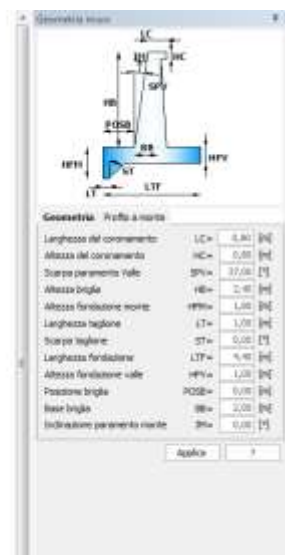
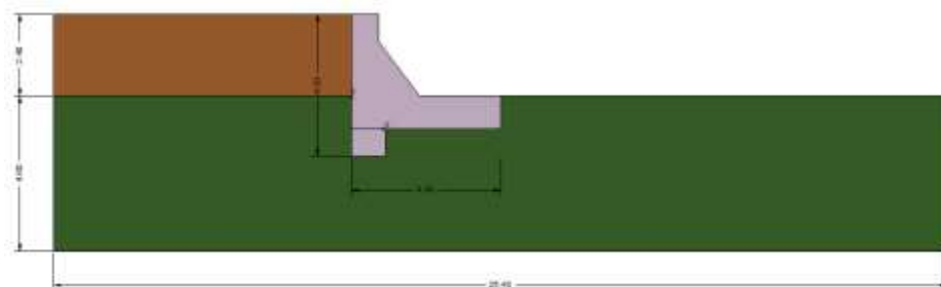
Quota di monte dell'asta	680,00 [m]
Quota di valle dell'asta	415,00 [m]
Lunghezza dell'asta	9230,00 [m]
Larghezza della sezione d'alveo	53,00 [m]
Diametro medio del materiale	0,20 [m]
Diametro 90%	0,20 [m]
Portata di progetto	285,24 [m ³ /s]
n di manning (scabrezza)	0,02 [-]
Fattore di sicurezza a ribaltamento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a scorrimento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico limite	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. orizzontale micropali	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. verticale micropali	1,00 [-]

GEOMETRIA BRIGLIA IN CALCESTRUZZO:

Larghezza coronamento	0,80 [m]
Altezza coronamento	0,80 [m]
Scarpa paramento valle	37,00 [°]
Altezza briglia	2,40 [m]
Altezza fondazione monte	1,80 [m]
Altezza fondazione valle	1,00 [m]
Larghezza taglione	1,00 [m]
Scarpa taglione	0,00 [°]
Larghezza totale fondazione	4,40 [m]
Posizione briglia	0,00 [m]
Base briglia	2,00 [m]
Inclinazione profilo di monte	0,00 [°]
Inclinazione paramento monte	0,00 [°]

GEOMETRIA GAVETA:

Larghezza	0,00 [m]
Inclinazione scivoli	0,00 [°]
Franco di sicurezza	0,00 [m]



STRATIGRAFIA :

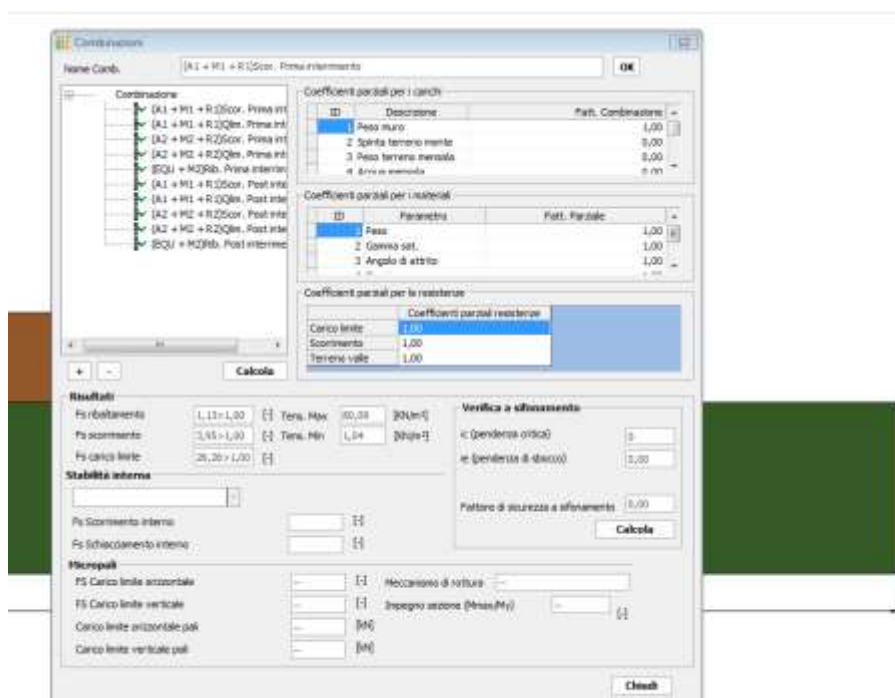
Nome	Peso [KN/m³]	Peso saturo [KN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [KN/m²]	Attrito terra muro [°]	Adesione [KN/m²]
Alluvioni	18,63	21,03	30,00	0,00	24,00	0,00
Basalto	24,52	26,97	26,00	98,01	20,00	78,41

PARAMETRI SISMA:

Coefficiente sismico orizzontale - Kh	0,02 [-]
Coefficiente sismico orizzontale - Kv	0,01 [-]
Posizione incremento sismico - Xs/h	0,66 [-]

VERIFICHE GLOBALI:

Numero di combinazioni analizzate	5
-----------------------------------	---



Combinazione 1 - ((A1 + M1 + R1)Scorrimento)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,295 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,307 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,012 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	178,48	0,00	1,49	0,94
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	88,20	0,00	0,00	0,00	1,40
Spinta Sismica monte X	1,00	0,00	0,00	0,00	2,77
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-198,00	0,00	1,91	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 2 - ((A1 + M1 + R1)Qlim.)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,295 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,307 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,012 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	232,02	0,00	1,49	0,94
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	88,20	0,00	0,00	0,00	1,40
Spinta Sismica monte X	1,00	0,00	0,00	0,00	2,77
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,40	0,00	0,00	2,77
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,54	0,00	4,40	0,00
Sottospinta	0,00	0,00	0,00	1,91	0,00

idrostatica					
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 3 - ((A2 + M2 + R2) Scorrimento)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	178,48	0,00	1,49	0,94
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,31
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	88,20	0,00	0,00	0,00	1,40
Spinta Sismica monte X	1,00	0,00	0,00	0,00	2,77
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-171,60	0,00	1,91	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 4 - ((A2 + M2 + R2)Qlim.)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	178,48	0,00	1,49	0,94
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,31
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	88,20	0,00	0,00	0,00	1,40
Spinta Sismica monte X	1,00	0,00	0,00	0,00	2,77
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,41	0,00	0,00	2,77
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19
Spinta sismica	0,00	-0,45	0,00	4,40	0,00

valle Y					
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	1,91	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 5 - ((EQU + M2)Ribaltamento)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	160,63	0,00	1,49	0,94
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,31
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	88,20	0,00	0,00	0,00	1,40
Spinta Sismica monte X	1,15	0,00	0,00	0,00	2,77
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,77
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,45	0,00	4,40	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-198,00	0,00	1,91	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione	Momento stabilizzante [kNm/m]	Momento ribaltante [kNm/m]	Forze resistenti [kN/m]	Forze sollecitanti [kN/m]	Carico limite [kN/m²]	Carico esercizio [kN/m²]
1	698,65	619,93	352,11	89,20	2102,80 Nq=11,85 Ng=12,54 Nc=22,25 sq=1,03 sc=1,03 sg=0,98 iq=0,79 ic=0,77 ig=0,7	80,09
2	910,44	126,25	429,40	89,20	2137,67 Nq=11,85 Ng=12,54 Nc=22,25 sq=1,03 sc=1,03 sg=0,98 iq=0,8 ic=0,78 ig=0,71	104,73
3	698,65	554,11	347,51	89,20	1199,20 Nq=7,3 Ng=6,48	80,09

					Nc=16,14 sq=1,02 sc=1,03 sg=0,98 iq=0,79 ic=0,75 ig=0,7	
4	700,84	126,25	409,95	89,20	1196,23 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,02 sc=1,03 sg=0,98 iq=0,79 ic=0,75 ig=0,7	80,66
5	628,79	620,36	358,77	89,35	1187,49 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,02 sc=1,03 sg=0,98 iq=0,78 ic=0,75 ig=0,69	72,28

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	Fs scorrimento [-]	Fs carico limite [-]	Fs Scorrimento interno [-]	Fs Schiacciamento interno [-]
1	1,13	3,95	26,26		
2	7,21	4,81	20,41		
3	1,26	3,90	14,97		
4	5,55	4,60	14,83		
5	1,01	4,02	16,43		

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato		
2	Verificato	Verificato	Verificato		
3	Verificato	Verificato	Verificato		
4	Verificato	Verificato	Verificato		
5	Verificato	Verificato	Verificato		

2.2 Analisi stabilità globale eseguita con il software SLOPE

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO: DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,8 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,88 m
Ascissa vertice destro superiore xs	9,6 m
Ordinata vertice destro superiore ys	8,68 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,1
2	5,0	0,1
3	7,4	1,0
4	8,6	2,6
5	8,6	3,4
6	14,4	3,4

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	1,0
4	9,4	3,4
5	14,4	3,4

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,1
2	5,0	0,1
3	7,42	1,0
4	8,6	2,6
5	8,6	3,4
6	9,4	3,4
7	9,4	0,9
8	14,4	0,9

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,6
2	5,0	-0,6
3	7,0	-0,6
4	14,4	-0,6

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4

Riduzione parametri geotecnici terreno

Si

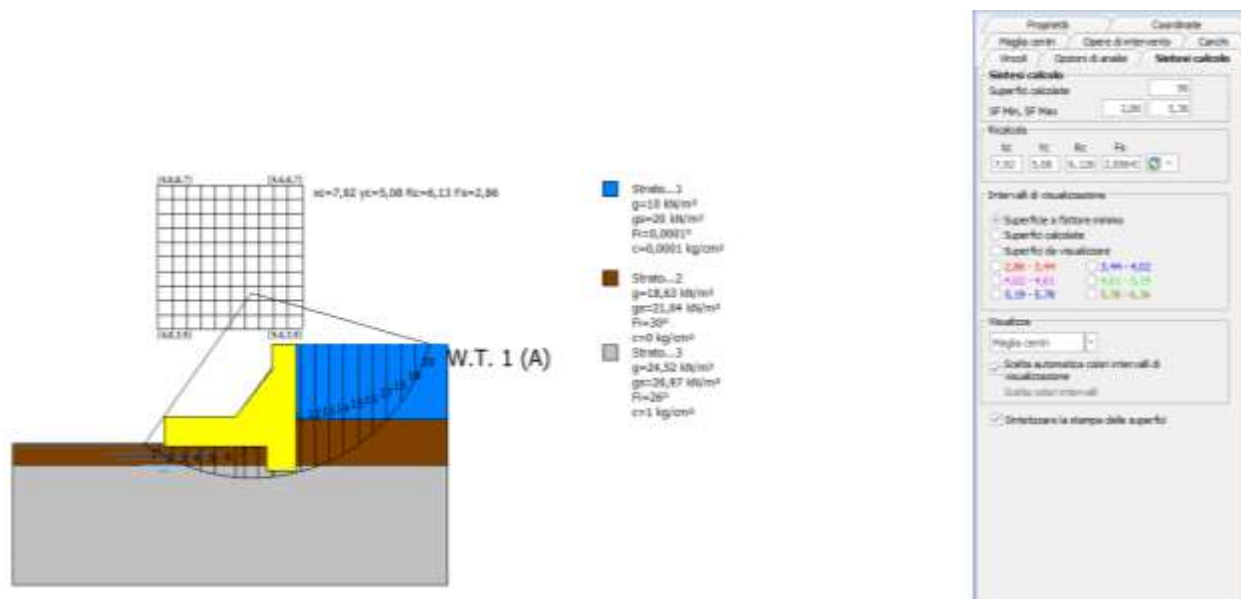
Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	20	acqua	
2	0		30	18,63	21,04	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,86
Ascissa centro superficie	7,92 m
Ordinata centro superficie	5,08 m
Raggio superficie	6,13 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



$$xc = 7,92 \quad yc = 5,08 \quad Rc = 6,126 \quad Fs = 2,856$$

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,47	-33,0	0,56	1,49	0,02	0,01	0,0	24,8	0,3	1,6	0,2
2	0,47	-27,8	0,53	4,48	0,07	0,03	0,0	24,8	1,7	3,4	0,5
3	0,47	-22,9	0,51	8,5	0,13	0,06	0,0	24,8	3,7	5,6	0,8
4	0,47	-18,2	0,5	11,57	0,17	0,08	0,8	21,3	5,4	11,1	13,8
5	0,47	-13,6	0,49	14,92	0,22	0,1	0,8	21,3	6,9	11,5	13,6
6	0,68	-8,1	0,69	26,56	0,4	0,19	0,8	21,3	12,4	17,1	19,4
7	0,26	-3,6	0,26	12,16	0,18	0,09	0,8	21,3	5,6	7,0	7,4
8	0,47	-0,2	0,47	26,88	0,4	0,19	0,8	21,3	12,3	14,7	13,6
9	0,46	4,2	0,47	32,28	0,48	0,23	0,8	21,3	14,5	16,8	13,7
10	0,05	6,6	0,05	4,15	0,06	0,03	0,8	21,3	1,7	2,3	1,5

11	0,9	11,2	0,92	81,36	1,22	0,57	0,8	21,3	35,2	41,5	28,2
12	0,47	17,8	0,5	39,66	0,59	0,28	0,8	21,3	19,3	16,8	14,5
13	0,47	22,5	0,51	38,37	0,58	0,27	0,0	24,8	18,5	20,3	3,0
14	0,47	27,4	0,53	36,19	0,54	0,25	0,0	24,8	17,4	19,6	2,9
15	0,47	32,5	0,56	33,48	0,5	0,23	0,0	24,8	16,2	18,8	2,8
16	0,47	38,0	0,6	30,16	0,45	0,21	0,0	24,8	14,6	17,7	2,6
17	0,47	43,8	0,66	26,09	0,39	0,18	0,0	24,8	12,7	16,2	2,4
18	0,47	50,4	0,74	21,17	0,32	0,15	0,0	0,0	0,0	33,2	0,0
19	0,47	58,0	0,89	15,01	0,23	0,11	0,0	0,0	0,0	28,3	0,0
20	0,47	68,1	1,27	6,39	0,1	0,04	0,0	0,0	0,0	17,2	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO: NON DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,8 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,88 m
Ascissa vertice destro superiore xs	9,6 m
Ordinata vertice destro superiore ys	8,68 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0
Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,1
2	5,0	0,1
3	7,4	1,0
4	8,6	2,6
5	8,6	3,4
6	14,4	3,4

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	1,0
4	9,4	3,4
5	14,4	3,4

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,1

2	5,0	0,1
3	7,42	1,0
4	8,6	2,6
5	8,6	3,4
6	9,4	3,4
7	9,4	0,9
8	14,4	0,9

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,6
2	5,0	-0,6
3	7,0	-0,6
4	14,4	-0,6

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

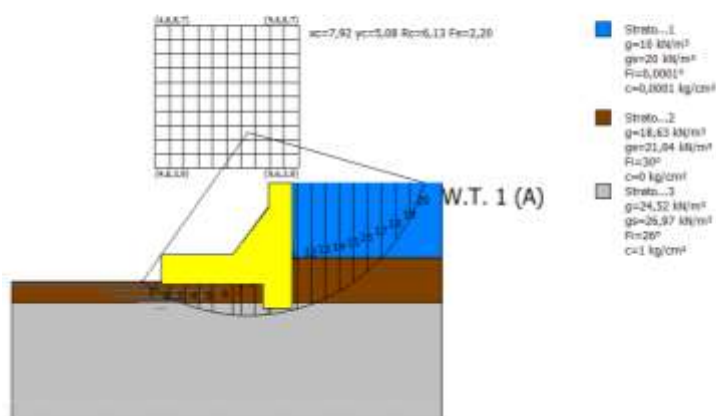
Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia
1	0,0001		0,0001	10	20	acqua
2	0		30	18,63	21,04	depositi alluvionali
3	1		26	24,52	26,97	basalto

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2,2
Ascissa centro superficie	7,92 m
Ordinata centro superficie	5,08 m
Raggio superficie	6,13 m



xc = 7,92 yc = 5,08 Rc = 6,126 Fs=2,197

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,47	-33,0	0,56	1,6	0,02	0,01	0,0	0,0	0,3	1,9	0,0
2	0,47	-27,8	0,53	4,59	0,07	0,03	0,0	0,0	1,7	5,2	0,0
3	0,47	-22,9	0,51	8,59	0,13	0,06	0,0	0,0	3,7	9,3	0,0
4	0,47	-18,2	0,5	12,51	0,19	0,09	0,8	0,0	5,4	18,5	16,2
5	0,47	-13,6	0,49	15,99	0,24	0,11	0,8	0,0	6,9	20,3	15,8
6	0,68	-8,1	0,69	28,27	0,42	0,2	0,8	0,0	12,4	31,7	22,4
7	0,26	-3,6	0,26	12,88	0,19	0,09	0,8	0,0	5,6	13,4	8,5
8	0,47	-0,2	0,47	28,23	0,42	0,2	0,8	0,0	12,3	28,3	15,4
9	0,46	4,2	0,47	33,62	0,5	0,24	0,8	0,0	14,5	32,6	15,1
10	0,05	6,6	0,05	4,33	0,07	0,03	0,8	0,0	1,7	4,2	1,6
11	0,9	11,2	0,92	84,22	1,26	0,59	0,8	0,0	35,2	79,9	29,9
12	0,47	17,8	0,5	40,54	0,61	0,28	0,8	0,0	19,3	37,4	16,1
13	0,47	22,5	0,51	38,38	0,58	0,27	0,0	0,0	18,5	41,5	0,0
14	0,47	27,4	0,53	36,19	0,54	0,25	0,0	0,0	17,4	40,8	0,0
15	0,47	32,5	0,56	33,48	0,5	0,23	0,0	0,0	16,2	39,7	0,0
16	0,47	38,0	0,6	30,16	0,45	0,21	0,0	0,0	14,6	38,3	0,0
17	0,47	43,8	0,66	26,1	0,39	0,18	0,0	0,0	12,7	36,2	0,0
18	0,47	50,4	0,74	21,18	0,32	0,15	0,0	0,0	0,0	33,2	0,0
19	0,47	58,0	0,89	15,02	0,23	0,11	0,0	0,0	0,0	28,3	0,0
20	0,47	68,1	1,27	6,4	0,1	0,04	0,0	0,0	0,0	17,2	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI SVASO: DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-1,31 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,51 m
Ascissa vertice destro superiore xs	14,66 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,85 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,1
2	5,0	0,1
3	7,4	1,0
4	8,6	2,6
5	8,6	3,4
6	14,4	3,4

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,9

4	9,4	0,9
5	14,4	0,9

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,1
2	5,0	0,1
3	7,42	1,0
4	8,6	2,6
5	8,6	3,4
6	9,4	3,4
7	9,4	0,9
8	14,4	0,9

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,6
2	5,0	-0,6
3	7,0	-0,6
4	14,4	-0,6

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenz a al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturato (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	9,81	acqua	
2	0		30	18,63	21,04	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,74
Ascissa centro superficie	7,47 m
Ordinata centro superficie	6,09 m
Raggio superficie	7,18 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



Nr. B	Alfa	Li	Wi	Kh•Wi	Kv•Wi	c	Fi	Ui	N'i	Ti
m	(°)	m	(kN)	(kN)	(kN)	(kg/cm ²)	(°)	(kN)	(kN)	(kN)
10,53	-31,0	0,62	1,74	0,03	0,01	0,0	24,8	0,4	1,7	0,2
20,53	-26,2	0,59	4,97	0,07	0,03	0,0	24,8	1,9	3,6	0,3
30,53	-21,5	0,57	7,59	0,11	0,05	0,0	24,8	3,1	5,0	0,4
40,53	-17,0	0,56	10,77	0,16	0,08	0,8	21,3	4,8	9,0	0,4
50,53	-12,6	0,54	14,81	0,22	0,1	0,8	21,3	6,5	10,5	0,4
60,53	-8,3	0,54	18,31	0,27	0,13	0,8	21,3	8,1	11,6	0,4
70,7	-3,4	0,7	28,64	0,43	0,2	0,8	21,3	12,7	16,7	0,4
80,36	0,8	0,36	17,43	0,26	0,12	0,8	21,3	7,0	10,3	0,4
90,53	4,4	0,53	31,3	0,47	0,22	0,8	21,3	10,3	20,4	0,4
100,31	7,8	0,31	21,03	0,32	0,15	0,8	21,3	5,8	14,6	0,4
110,05	9,2	0,05	3,95	0,06	0,03	0,8	21,3	0,9	2,9	0,4
121,24	14,5	1,28	102,72	1,54	0,72	0,8	21,3	21,4	77,6	0,4
130,53	21,9	0,57	29,75	0,45	0,21	0,0	24,8	7,7	23,0	0,4
140,53	26,5	0,59	27,08	0,41	0,19	0,0	24,8	6,4	22,1	0,4
150,53	31,4	0,62	23,8	0,36	0,17	0,0	24,8	4,9	21,0	0,4
160,53	36,5	0,66	19,81	0,3	0,14	0,0	24,8	3,0	19,6	0,4
170,53	42,0	0,71	14,97	0,22	0,1	0,0	24,8	0,8	17,7	0,4
180,53	48,0	0,79	11,27	0,17	0,08	0,0	0,0	0,0	16,8	0,4
190,53	54,9	0,92	7,74	0,12	0,05	0,0	0,0	0,0	13,5	0,4
200,53	63,3	1,18	3,09	0,05	0,02	0,0	0,0	0,0	6,9	0,4

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Ascissa vertice sinistro inferiore x_i	-1,31 m
Ordinata vertice sinistro inferiore y_i	4,51 m
Ascissa vertice destro superiore x_s	14,66 m
Ordinata vertice destro superiore y_s	10,85 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,015
Coefficiente azione sismica verticale 0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,1
2	5,0	0,1
3	7,4	1,0
4	8,6	2,6
5	8,6	3,4
6	14,4	3,4

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,9
4	9,4	0,9
5	14,4	0,9

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,1
2	5,0	0,1
3	7,42	1,0
4	8,6	2,6
5	8,6	3,4
6	9,4	3,4
7	9,4	0,9
8	14,4	0,9

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,6
2	5,0	-0,6
3	7,0	-0,6
4	14,4	-0,6

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

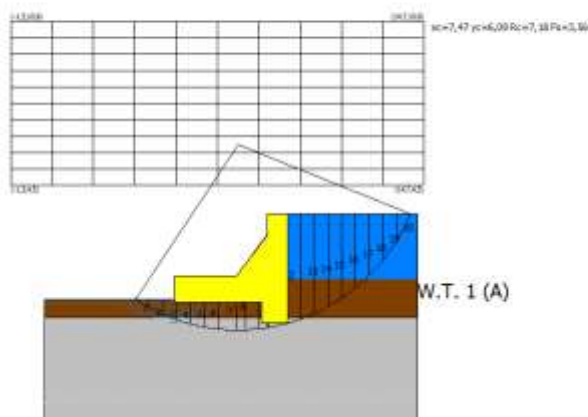
Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	9,81	acqua	
2	0		30	18,63	21,04	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 3,56
Ascissa centro superficie 7,47 m
Ordinata centro superficie 6,09 m
Raggio superficie 7,18 m



Proprietà Coordinate

Maglia centri Operazioni di intervento Carichi

Visuali Operazioni di analisi Sintesi calcolo

Sintesi calcolo

Superfici calcolate

SP Min. SP Max

Realizzate

Nr. Nc. Rn. Rg

1,474 16,093 7,184 3,567

Intervallo di visualizzazione

Superficie a fattore minimo

Superfici calcolate

Superfici da visualizzare

1,38 - 3,56 3,56 - 4,42

4,42 - 4,98 4,98 - 5,72

5,72 - 6,17

Visualizza

Maglia (cm)

Scelta automatica colori intervalli di visualizzazione

Scelta colori intervalli

Selezionare lo sfondo delle superfici

xc = 7,474 yc = 6,093 Rc = 7,184 Fs=3,56

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,53	-31,0	0,62	1,87	0,03	0,01	0,0	0,0	0,4	2,2	0,0
2	0,53	-26,2	0,59	5,1	0,08	0,04	0,0	0,0	1,9	5,7	0,0
3	0,53	-21,5	0,57	7,72	0,12	0,05	0,0	0,0	3,1	8,3	0,0
4	0,53	-17,0	0,56	11,9	0,18	0,08	0,8	0,0	4,8	15,9	11,1
5	0,53	-12,6	0,54	16,13	0,24	0,11	0,8	0,0	6,5	19,0	10,9
6	0,53	-8,3	0,54	19,75	0,3	0,14	0,8	0,0	8,1	21,5	10,8
7	0,7	-3,4	0,7	30,66	0,46	0,21	0,8	0,0	12,7	31,6	14,1
8	0,36	0,8	0,36	18,67	0,28	0,13	0,8	0,0	7,0	18,6	7,2
9	0,53	4,4	0,53	33,87	0,51	0,24	0,8	0,0	10,3	33,2	10,7
10	0,31	7,8	0,31	22,91	0,34	0,16	0,8	0,0	5,8	22,3	6,2
11	0,05	9,2	0,05	4,32	0,06	0,03	0,8	0,0	0,9	4,2	1,0
12	1,24	14,5	1,28	112,79	1,69	0,79	0,8	0,0	21,4	109,9	25,6
13	0,53	21,9	0,57	29,5	0,44	0,21	0,0	0,0	7,7	31,8	0,0
14	0,53	26,5	0,59	26,83	0,4	0,19	0,0	0,0	6,4	30,0	0,0
15	0,53	31,4	0,62	23,55	0,35	0,16	0,0	0,0	4,9	27,6	0,0
16	0,53	36,5	0,66	19,56	0,29	0,14	0,0	0,0	3,0	24,3	0,0
17	0,53	42,0	0,71	14,72	0,22	0,1	0,0	0,0	0,8	19,8	0,0
18	0,53	48,0	0,79	11,05	0,17	0,08	0,0	0,0	0,0	16,5	0,0
19	0,53	54,9	0,92	7,6	0,11	0,05	0,0	0,0	0,0	13,2	0,0
20	0,53	63,3	1,18	3,03	0,05	0,02	0,0	0,0	0,0	6,7	0,0

3 SEZIONE C-C

3.1 Analisi strutturale eseguita con il software GDW

DATI GENERALI

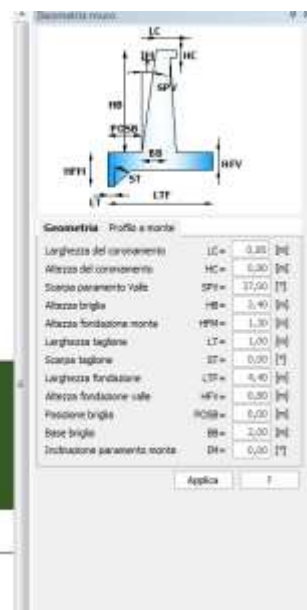
Quota di monte dell'asta	680,00 [m]
Quota di valle dell'asta	415,00 [m]
Lunghezza dell'asta	9230,00 [m]
Larghezza della sezione d'alveo	53,00 [m]
Diametro medio del materiale	0,20 [m]
Diametro 90%	0,20 [m]
Portata di progetto	285,24 [m ³ /s]
n di manning (scabrezza)	0,02 [-]
Fattore di sicurezza a ribaltamento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a scorrimento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico limite	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. orizzontale micropali	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. verticale micropali	1,00 [-]

GEOMETRIA BRIGLIA IN CALCESTRUZZO:

Larghezza coronamento	0,80 [m]
Altezza coronamento	0,80 [m]
Scarpa paramento valle	37,00 [m]
Altezza briglia	2,40 [m]
Altezza fondazione monte	1,30 [m]
Altezza fondazione valle	0,80 [m]
Larghezza taglione	1,00 [m]
Scarpa taglione	0,00 [°]
Larghezza totale fondazione	4,40 [m]
Posizione briglia	0,00 [m]
Base briglia	2,00 [m]
Inclinazione profilo di monte	0,00 [°]
Inclinazione paramento monte	0,00 [°]

GEOMETRIA GAVETA:

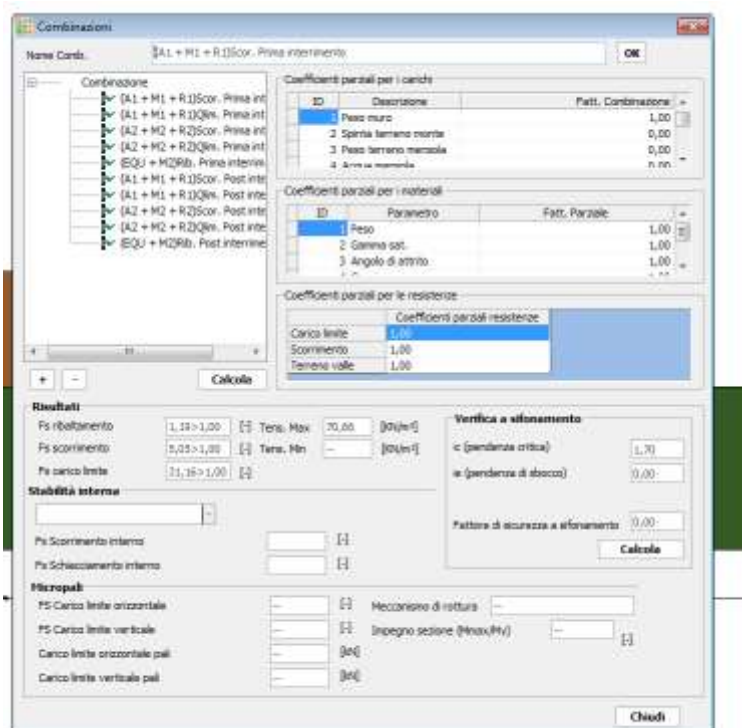
Larghezza	0,00 [m]
Inclinazione scivoli	0,00 [°]
Franco di sicurezza	0,00 [m]



Nome	Peso [kN/m³]	Peso saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Attrito terra muro [°]	Adesione [kN/m²]
Ghiaia	18,63	21,03	30,00	0,00	24,00	0,00
Roccia	24.52	26.97	26.00	98.01	20.00	78.41

Coefficiente sismico orizzontale - Kh	0,02 [-]
Coefficiente sismico orizzontale - Kv	0,01 [-]
Posizione incremento sismico - Xs/h	0,66 [-]

Numero di combinazioni analizzate	5
-----------------------------------	---



Combinazione 1 - ((A1 + M1 + R1)Scorrimento)

Coefficiente di spinta attiva statica 0,295 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,307 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,012 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	152,39	0,00	1,44	0,93
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,14
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	68,45	0,00	0,00	0,00	1,23
Spinta Sismica monte X	0,76	0,00	0,00	0,00	2,44
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-165,00	0,00	1,85	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 2 - ((A1 + M1 + R1)Qlim.)

Coefficiente di spinta attiva statica 0,295 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,307 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,012 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	198,10	0,00	1,44	0,93
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,14
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	68,45	0,00	0,00	0,00	1,23
Spinta Sismica monte X	0,76	0,00	0,00	0,00	2,44
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,32	0,00	0,00	2,44
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,28	0,00	4,40	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	1,85	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 3 - ((A2 + M2 + R2)Scorrimento)

Coefficiente di spinta attiva statica 0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,013 [-]

Nome	Fx	Fy	M	x	y
------	----	----	---	---	---

	[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[m]	[m]
Peso muro	0,00	152,39	0,00	1,44	0,93
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	68,45	0,00	0,00	0,00	1,23
Spinta Sismica monte X	0,76	0,00	0,00	0,00	2,44
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	4,40	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-143,00	0,00	1,85	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 4 - ((A2 + M2 + R2)Qlim.)

Coefficiente di spinta attiva statica 0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	152,39	0,00	1,44	0,93
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	68,45	0,00	0,00	0,00	1,23
Spinta Sismica monte X	0,76	0,00	0,00	0,00	2,44
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,32	0,00	0,00	2,44
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,23	0,00	4,40	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	1,85	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 5 - ((EQU + M2)Ribaltamento)

Coefficiente di spinta attiva statica 0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica 0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	137,15	0,00	1,44	0,93
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,15
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica	68,45	0,00	0,00	0,00	1,23

monte					
Spinta Sismica monte X	0,88	0,00	0,00	0,00	2,44
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,43
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,86
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,23	0,00	4,40	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-165,00	0,00	1,85	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione	Momento stabilizzante [kNm/m]	Momento ribaltante [kNm/m]	Forze resistenti [kN/m]	Forze sollecitanti [kN/m]	Carico limite [kN/m²]	Carico esercizio [kN/m²]
1	603,89	507,37	349,60	69,21	2201,55 Nq=11,85 Ng=12,54 Nc=22,25 sq=1,03 sc=1,03 sg=0,98 iq=0,82 ic=0,81 ig=0,75	70,66
2	786,78	86,29	417,12	69,21	2228,80 Nq=11,85 Ng=12,54 Nc=22,25 sq=1,03 sc=1,03 sg=0,98 iq=0,83 ic=0,82 ig=0,76	92,28
3	603,89	451,23	348,42	69,21	1259,33 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,02 sc=1,02 sg=0,98 iq=0,82 ic=0,8 ig=0,75	70,66
4	605,62	86,29	400,50	69,21	1257,41 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,02 sc=1,02 sg=0,98 iq=0,82 ic=0,79 ig=0,74	71,06
5	543,50	507,66	355,23	69,33	1250,85 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,02 sc=1,02 sg=0,98 iq=0,82 ic=0,79 ig=0,74	63,70

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	Fs scorrimento [-]	Fs carico limite [-]	Fs Scorrimento interno [-]	Fs Schiacciamento interno [-]
1	1,19	5,05	31,16		
2	9,12	6,03	24,15		
3	1,34	5,03	17,82		
4	7,02	5,79	17,70		
5	1,07	5,12	19,64		

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato		
2	Verificato	Verificato	Verificato		
3	Verificato	Verificato	Verificato		
4	Verificato	Verificato	Verificato		
5	Verificato	Verificato	Verificato		

3.2 Analisi stabilità globale eseguita con il software SLOPE

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO: DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,55 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,47 m
Ascissa vertice destro superiore xs	13,21 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,11 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,8
4	8,6	2,4
5	8,6	3,2
6	9,4	3,2
7	14,4	3,2

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,8

4	9,4	3,2
5	14,4	3,2

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,0
4	8,6	2,4
5	8,6	3,2
6	9,4	1,0
7	14,4	1,0

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,4
2	5,0	-0,4
3	5,0	-0,4
4	5,0	-0,4
5	14,4	-0,4

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

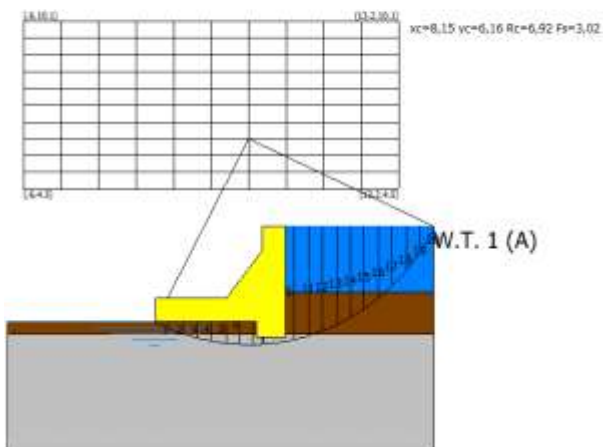
Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	20	acqua	
2	0		30	18,63	21,03	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	3,02
Ascissa centro superficie	8,15 m
Ordinata centro superficie	6,16 m
Raggio superficie	6,92 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



Strato...1	g=10 kN/m³
	g=20 kN/m³
	Fi=0,0801°
	c=0,0801 kg/cm²
Strato...2	g=18,63 kN/m³
	g=21,33 kN/m³
	Fi=30°
	c=0 kg/cm²
Strato...3	g=24,52 kN/m³
	g=26,97 kN/m³
	Fi=26°
	c=1 kg/cm²

Proprietà Coordinate

Maglia centri Opere di intervento Cancelli

Vincoli Operare di analisi Sintesi calcolo

Superficie calcolata 35

SP Min, SP Max 3,02 6,21

Ricalcola

Rc Yc Rc Fi

6,16 6,16 6,92 3,02

Intervallo di visualizzazione

Superficie a fattore minimo

Superficie calcolata

Superficie da visualizzare

3,02 - 3,72 3,72 - 4,42

4,42 - 5,12 5,12 - 5,82

5,82 - 6,52 6,52 - 7,22

Visualizza

Maglia centri

Sotto automaticamente colori intervalli di visualizzazione

Scala colori intervalli

☒ Sintetizzare la stampa delle superfici

xc = 8,147 yc = 6,161 Rc = 6,919 Fs=3,016

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,47	-24,9	0,52	0,98	0,01	0,01	0,0	24,8	0,9	1,2	0,2
2	0,47	-20,7	0,5	2,77	0,04	0,02	0,0	24,8	2,5	3,1	0,4
3	0,47	-16,6	0,49	4,55	0,07	0,03	0,8	21,3	4,0	8,5	12,6
4	0,47	-12,6	0,48	6,29	0,09	0,04	0,8	21,3	5,3	9,2	12,5
5	0,52	-8,4	0,53	8,66	0,13	0,06	0,8	21,3	7,1	10,8	13,7
6	0,42	-4,5	0,42	15,67	0,24	0,11	0,8	21,3	7,3	9,2	11,0
7	0,47	-0,8	0,47	23,55	0,35	0,16	0,8	21,3	10,8	12,9	12,6
8	0,31	2,5	0,31	18,93	0,28	0,13	0,8	21,3	8,5	10,0	8,5
9	0,05	4,0	0,05	3,67	0,06	0,03	0,8	21,3	1,5	2,1	1,4
10	1,05	8,6	1,06	81,16	1,22	0,57	0,8	21,3	37,2	40,0	29,8
11	0,47	15,0	0,49	35,46	0,53	0,25	0,8	21,3	17,1	15,4	13,3
12	0,47	19,1	0,5	34,3	0,51	0,24	0,0	24,8	16,5	18,0	2,5
13	0,47	23,2	0,51	32,5	0,49	0,23	0,0	24,8	15,6	17,3	2,4
14	0,47	27,6	0,53	30,3	0,45	0,21	0,0	24,8	14,6	16,5	2,3
15	0,47	32,0	0,55	27,64	0,41	0,19	0,0	24,8	13,4	15,5	2,2
16	0,47	36,8	0,59	24,46	0,37	0,17	0,0	24,8	11,9	14,2	2,0
17	0,47	41,8	0,63	20,67	0,31	0,14	0,0	0,0	0,0	27,7	0,0
18	0,47	47,3	0,69	16,33	0,24	0,11	0,0	0,0	0,0	24,1	0,0
19	0,47	53,4	0,79	11,01	0,17	0,08	0,0	0,0	0,0	18,5	0,0
20	0,47	60,7	0,96	4,24	0,06	0,03	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO: NON DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	0,55 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	4,47 m
Ascissa vertice destro superiore xs	13,21 m
Ordinata vertice destro superiore ys	10,11 m
Passo di ricerca	10,0

Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,015
Coefficiente azione sismica verticale 0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,8
4	8,6	2,4
5	8,6	3,2
6	9,4	3,2
7	14,4	3,2

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,8
4	9,4	3,2
5	14,4	3,2

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,0
4	8,6	2,4
5	8,6	3,2
6	9,4	1,0
7	14,4	1,0

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,4
2	5,0	-0,4
3	5,0	-0,4
4	5,0	-0,4
5	14,4	-0,4

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	20	acqua	
2	0		30	18,63	21,03	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

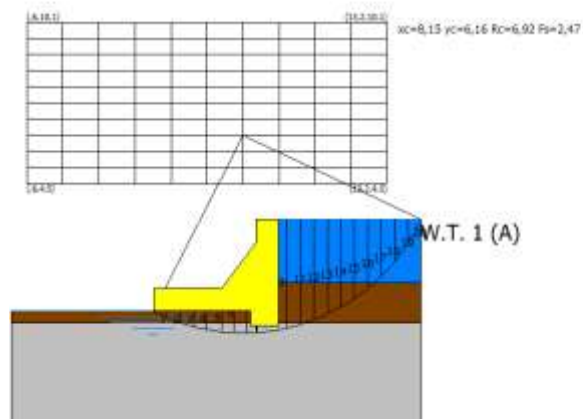
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato 2,47
Ascissa centro superficie 8,15 m

Ordinata centro superficie
Raggio superficie

6,16 m
6,92 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



Strato...1
p=18,48 kN/m³
q=20 kN/m²
F=6,0000
c=0,0000 kg/cm²

Strato...2
p=18,63 kN/m³
q=21,03 kN/m²
F=30°
c=0 kg/cm²

Strato...3
p=24,52 kN/m³
q=26,97 kN/m²
F=20°
c=1 kg/cm²

Proprietà Coordinate

Maglia centri Opere di intervento Carichi

Vista Opzioni di analisi Sistemi calcolo

Sistemi calcolo

Superfici calcolate 25

SP Min. SP Max. 3,47 5,50

Ricalcolo

Rc Yc Xc Ps

6,92 6,16 8,15 2,469

Intervallo di visualizzazione

Superficie a fattura minima

Superfici calcolate

Superfici da visualizzare

3,47-5,50 3,67-5,68

3,68-4,39 4,39-5,50

4,88-5,50 5,50-6,00

Visualizza

Maglia centri

Costrisci automaticamente con i dati di visualizzazione

Costrisci con i dati

☒ Simulazione e stampa delle superfici

xc = 8,147 yc = 6,161 Rc = 6,919 Fs=2,469

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,47	-24,9	0,52	1,89	0,03	0,01	0,0	0,0	0,9	2,1	0,0
2	0,47	-20,7	0,5	5,31	0,08	0,04	0,0	0,0	2,5	5,7	0,0
3	0,47	-16,6	0,49	8,53	0,13	0,06	0,8	0,0	4,0	13,1	14,2
4	0,47	-12,6	0,48	11,55	0,17	0,08	0,8	0,0	5,3	14,9	13,9
5	0,52	-8,4	0,53	15,81	0,24	0,11	0,8	0,0	7,1	18,2	15,2
6	0,42	-4,5	0,42	16,56	0,25	0,12	0,8	0,0	7,3	17,6	12,1
7	0,47	-0,8	0,47	24,83	0,37	0,17	0,8	0,0	10,8	25,0	13,6
8	0,31	2,5	0,31	19,86	0,3	0,14	0,8	0,0	8,5	19,5	9,0
9	0,05	4,0	0,05	3,82	0,06	0,03	0,8	0,0	1,5	3,7	1,4
10	1,05	8,6	1,06	85,73	1,29	0,6	0,8	0,0	37,2	82,1	30,7
11	0,47	15,0	0,49	36,08	0,54	0,25	0,8	0,0	17,1	33,6	14,1
12	0,47	19,1	0,5	34,31	0,51	0,24	0,0	0,0	16,5	36,3	0,0
13	0,47	23,2	0,51	32,52	0,49	0,23	0,0	0,0	15,6	35,4	0,0
14	0,47	27,6	0,53	30,31	0,45	0,21	0,0	0,0	14,6	34,2	0,0
15	0,47	32,0	0,55	27,66	0,41	0,19	0,0	0,0	13,4	32,6	0,0
16	0,47	36,8	0,59	24,48	0,37	0,17	0,0	0,0	11,9	30,6	0,0
17	0,47	41,8	0,63	20,68	0,31	0,14	0,0	0,0	0,0	27,7	0,0
18	0,47	47,3	0,69	16,34	0,25	0,11	0,0	0,0	0,0	24,1	0,0
19	0,47	53,4	0,79	11,02	0,17	0,08	0,0	0,0	0,0	18,5	0,0
20	0,47	60,7	0,96	4,25	0,06	0,03	0,0	0,0	0,0	8,7	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI SVASO: DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa

NTC 2008 e Circ.

Numero di strati

3,0

Numero dei concii

20,0

Grado di sicurezza ritenuto accettabile

1,1

Coefficiente parziale resistenza

1,1

Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:

Picco

Analisi

Condizione drenata

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	4,8 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	3,68 m
Ascissa vertice destro superiore xs	9,6 m
Ordinata vertice destro superiore ys	8,48 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,8
4	8,6	2,4
5	8,6	3,2
6	9,4	3,2
7	14,4	3,2

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,01
2	5,0	-0,01
3	7,4	0,79
4	8,6	2,39
5	8,6	3,19
6	9,4	1,0
7	14,4	1,0

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,0
4	8,6	2,4
5	8,6	3,2
6	9,4	1,0
7	14,4	1,0

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,4
2	5,0	-0,4
3	5,0	-0,4
4	5,0	-0,4
5	14,4	-0,4

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

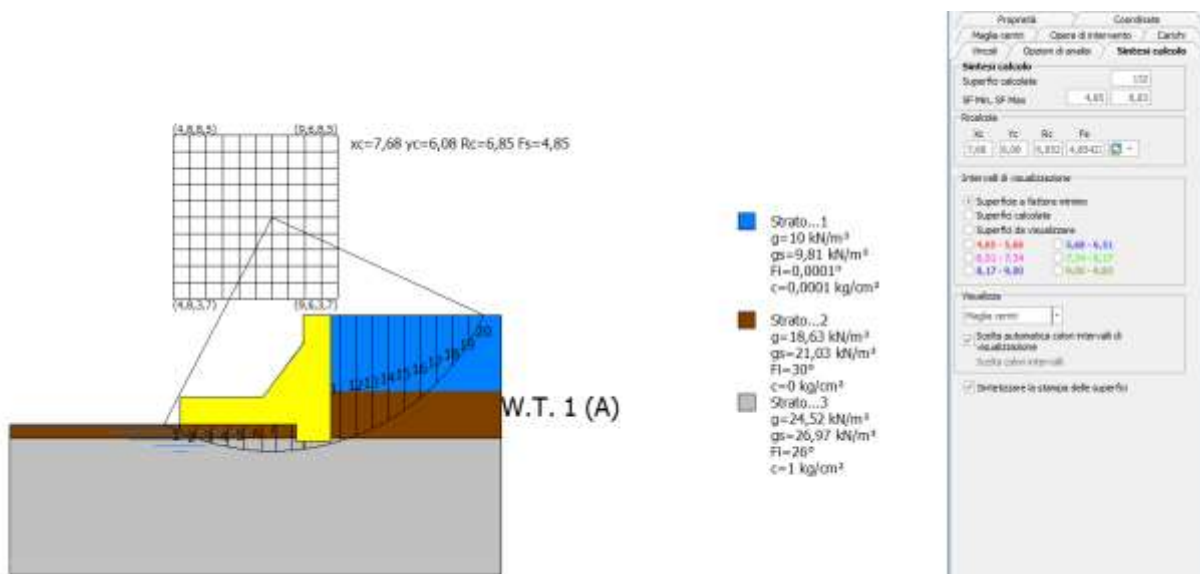
Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenz a al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturato (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	9,81	acqua	
2	0		30	18,63	21,03	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,85
Ascissa centro superficie	7,68 m
Ordinata centro superficie	6,08 m
Raggio superficie	6,85 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



$$xc = 7,68 \quad yc = 6,08 \quad Rc = 6,852 \quad Fs = 4,854$$

Nr. B	Alfa	Li	Wi	Kh•Wi	Kv•Wi	c	Fi	Ui	N'i	Ti
m (°)	m	(kN)	(kN)	(kN)	(kg/cm ²)	(°)	(kN)	(kN)	(kN)	
10,47	-25,3	0,52	1,14	0,02	0,01	0,0	24,8	0,5	0,7	0,1
20,47	-21,0	0,5	3,47	0,05	0,02	0,0	24,8	1,7	1,9	0,2
30,47	-16,9	0,49	5,47	0,08	0,04	0,8	21,3	3,2	4,7	7,5
40,47	-12,8	0,48	7,63	0,11	0,05	0,8	21,3	4,5	4,9	7,4
50,47	-8,8	0,47	9,39	0,14	0,07	0,8	21,3	5,6	5,0	7,3
60,54	-4,6	0,54	12,4	0,19	0,09	0,8	21,3	7,6	5,5	8,3
70,4	-0,7	0,4	12,68	0,19	0,09	0,8	21,3	7,2	5,5	6,3
80,47	3,0	0,47	21,94	0,33	0,15	0,8	21,3	11,0	10,5	7,7
90,33	6,3	0,33	19,79	0,3	0,14	0,8	21,3	9,4	9,9	5,6
100,05	7,9	0,05	2,06	0,03	0,01	0,8	21,3	1,9	2,0	0,9
111,03	12,5	1,05	64,87	0,97	0,45	0,8	21,3	22,7	39,1	18,3
120,47	19,0	0,5	24,1	0,36	0,17	0,0	24,8	6,4	18,2	1,6
130,47	23,2	0,51	22,32	0,33	0,16	0,0	24,8	5,6	17,5	1,5
140,47	27,6	0,53	20,12	0,3	0,14	0,0	24,8	4,6	16,8	1,5
150,47	32,1	0,55	17,47	0,26	0,12	0,0	24,8	3,3	15,8	1,4
160,47	36,9	0,59	14,3	0,21	0,1	0,0	24,8	1,9	14,6	1,3
170,47	42,0	0,63	10,51	0,16	0,07	0,0	24,8	0,1	13,0	1,1
180,47	47,5	0,69	8,24	0,12	0,06	0,0	0,0	0,0	12,2	0,0
190,47	53,7	0,79	5,57	0,08	0,04	0,0	0,0	0,0	9,4	0,0
200,47	61,1	0,97	2,16	0,03	0,02	0,0	0,0	0,0	4,5	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI SVASO: NON DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0

Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,1
Coefficiente parziale resistenza 1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi **Condizione non drenata**
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 4,8 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 3,68 m
Ascissa vertice destro superiore xs 9,6 m
Ordinata vertice destro superiore ys 8,48 m
Passo di ricerca 10,0
Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,015
Coefficiente azione sismica verticale 0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,8
4	8,6	2,4
5	8,6	3,2
6	9,4	3,2
7	14,4	3,2

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,01
2	5,0	-0,01
3	7,4	0,79
4	8,6	2,39
5	8,6	3,19
6	9,4	1,0
7	14,4	1,0

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	5,0	0,0
3	7,4	0,0
4	8,6	2,4
5	8,6	3,2
6	9,4	1,0
7	14,4	1,0

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	-0,4
2	5,0	-0,4
3	5,0	-0,4
4	5,0	-0,4
5	14,4	-0,4

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

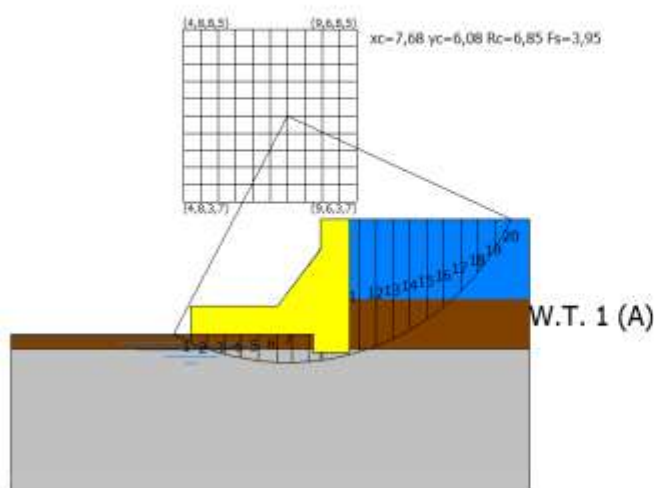
Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia
1	0,0001		0,0001	10	9,81	acqua
2	0		30	18,63	21,03	depositi alluvionali
3	1		26	24,52	26,97	basalto

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	3,95
Ascissa centro superficie	7,68 m
Ordinata centro superficie	6,08 m
Raggio superficie	6,85 m



4 SEZIONE C-C

4.1 Analisi strutturale eseguita con il software GDW

DATI GENERALI

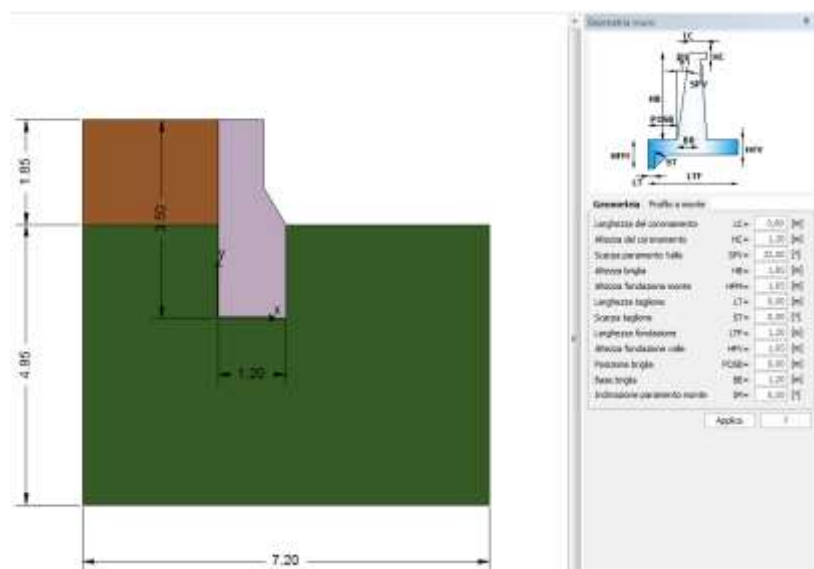
Quota di monte dell'asta	680,00 [m]
Quota di valle dell'asta	415,00 [m]
Lunghezza dell'asta	9230,00 [m]
Larghezza della sezione d'alveo	53,00 [m]
Diametro medio del materiale	0,20 [m]
Diametro 90%	0,20 [m]
Portata di progetto	285,24 [m ³ /s]
n di manning (scabrezza)	0,02 [-]
Fattore di sicurezza a ribaltamento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a scorrimento	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico limite	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. orizzontale micropali	1,00 [-]
Fattore di sicurezza a Carico lim. verticale micropali	1,00 [-]

GEOMETRIA BRIGLIA IN CALCESTRUZZO:

Larghezza coronamento	0,80 [m]
Altezza coronamento	1,20 [m]
Scarpa paramento valle	32,00 [°]
Altezza briglia	1,85 [m]
Altezza fondazione monte	1,65 [m]
Altezza fondazione valle	1,65 [m]
Larghezza taglione	0,00 [m]
Scarpa taglione	0,00 [°]
Larghezza totale fondazione	1,20 [m]
Posizione briglia	0,00 [m]
Base briglia	1,20 [m]
Inclinazione profilo di monte	0,00 [°]
Inclinazione paramento monte	0,00 [°]

GEOMETRIA GAVETA:

Larghezza	0,00 [m]
Inclinazione scivoli	0,00 [°]
Franco di sicurezza	0,00 [m]



STRATIGRAFIA :

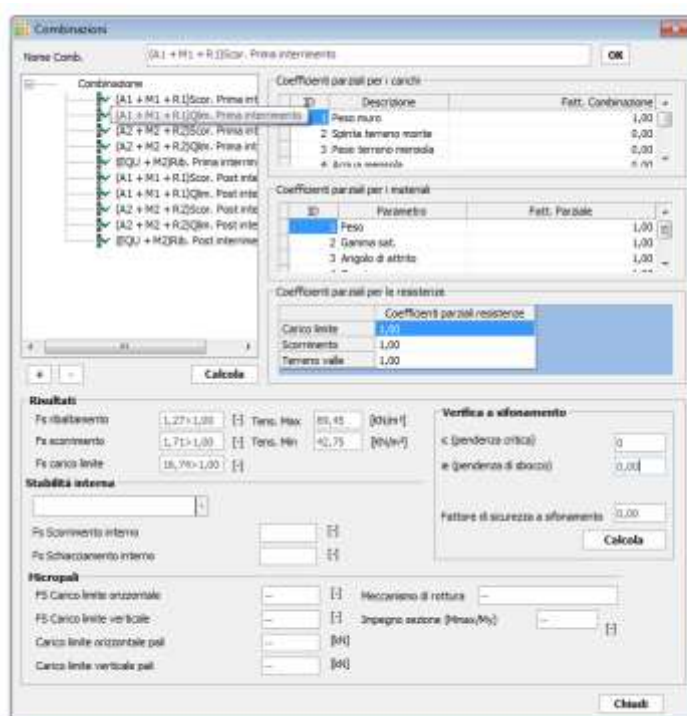
Nome	Peso [KN/m³]	Peso saturo [KN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [KN/m²]	Attrito terra muro [°]	Adesione [KN/m²]
Ghiaia	18,63	21,03	30,00	0,00	24,00	0,00
Roccia	24,52	26,97	26,00	98,01	20,00	78,41

PARAMETRI SISMA:

Coefficiente sismico orizzontale - Kh	0,02 [-]
Coefficiente sismico orizzontale - Kv	0,01 [-]
Posizione incremento sismico - Xs/h	0,66 [-]

VERIFICHE GLOBALI:

Numero di combinazioni analizzate 5



Combinazione 1 - ((A1 + M1 + R1)Scorrimento)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,295 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,307 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,012 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	79,32	0,00	0,53	1,58
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	61,25	0,00	0,00	0,00	1,17
Spinta Sismica monte X	0,72	0,00	0,00	0,00	2,31
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55

Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-46,35	0,00	0,53	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 2 - ((A1 + M1 + R1)Qlim.)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,295 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,307 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,012 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	103,12	0,00	0,53	1,58
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	61,25	0,00	0,00	0,00	1,17
Spinta Sismica monte X	0,72	0,00	0,00	0,00	2,31
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,28	0,00	0,00	2,31
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,45	0,00	1,20	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 3 - ((A2 + M2 + R2)Scorrimento)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	79,32	0,00	0,53	1,58
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	61,25	0,00	0,00	0,00	1,17
Spinta Sismica monte X	0,71	0,00	0,00	0,00	2,31
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Spinta sismica valle Y	0,00	0,00	0,00	1,20	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-40,17	0,00	0,53	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 4 - ((A2 + M2 + R2)Qlim.)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	79,32	0,00	0,53	1,58
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	61,25	0,00	0,00	0,00	1,17
Spinta Sismica monte X	0,71	0,00	0,00	0,00	2,31
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,28	0,00	0,00	2,31
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,37	0,00	1,20	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	0,00	0,00	0,53	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione 5 - ((EQU + M2)Ribaltamento)

Coefficiente di spinta attiva statica	0,357 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,371 [-]
Coefficiente di spinta attiva dinamica	0,013 [-]

Nome	Fx [kN/m]	Fy [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	y [m]
Peso muro	0,00	71,39	0,00	0,53	1,58
Spinta terreno monte	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Peso terreno mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Acqua mensola	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Spinta idrostatica monte	61,25	0,00	0,00	0,00	1,17
Spinta Sismica monte X	0,82	0,00	0,00	0,00	2,31
Spinta Sismica monte Y	0,00	0,00	0,00	0,00	2,31
Spinta idrostatica valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Spinta terreno valle	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
Spinta sismica valle X	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
Spinta sismica valle Y	0,00	-0,37	0,00	1,20	0,00
Sottospinta idrostatica	0,00	-46,35	0,00	0,53	0,00
Acqua gaveta	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00

Combinazione	Momento stabilizzante [kNm/m]	Momento ribaltante [kNm/m]	Forze resistenti [kN/m]	Forze sollecitanti [kN/m]	Carico limite [kN/m ²]	Carico esercizio [kN/m ²]
1	132,52	104,25	106,09	61,97	1497,13 Nq=11,85 Ng=12,54	89,45

					Nc=22,25 sq=1,01 sc=1,01 sg=0,99 iq=0,62 ic=0,59 ig=0,49	
2	172,90	73,11	131,56	61,97	1560,43 Nq=11,85 Ng=12,54 Nc=22,25 sq=1,01 sc=1,01 sg=0,99 iq=0,65 ic=0,61 ig=0,52	117,99
3	132,52	100,10	108,34	61,96	845,18 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,01 sc=1,01 sg=0,99 iq=0,62 ic=0,56 ig=0,49	89,45
4	133,14	73,11	122,93	61,96	840,76 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,01 sc=1,01 sg=0,99 iq=0,62 ic=0,56 ig=0,49	91,03
5	119,27	104,50	103,07	62,07	824,90 Nq=7,3 Ng=6,48 Nc=16,14 sq=1,01 sc=1,01 sg=0,99 iq=0,61 ic=0,55 ig=0,48	81,13

Combinazione	Fs ribaltamento [-]	Fs scorrimento [-]	Fs carico limite [-]	Fs Scorrimento interno [-]	Fs Schiacciamento interno [-]
1	1,27	1,71	16,74		
2	2,36	2,12	13,23		
3	1,32	1,75	9,45		
4	1,82	1,98	9,24		
5	1,14	1,66	10,17		

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato		
2	Verificato	Verificato	Verificato		
3	Verificato	Verificato	Verificato		
4	Verificato	Verificato	Verificato		
5	Verificato	Verificato	Verificato		

4.2 Analisi stabilità globale eseguita con il software SLOPE

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO: DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa NTC 2008 e Circ.
Numero di strati 3,0
Numero dei conci 20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,1
Coefficiente parziale resistenza 1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi **Condizione drenata**
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 3,73 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 3,87 m
Ascissa vertice destro superiore xs 7,47 m
Ordinata vertice destro superiore ys 7,61 m
Passo di ricerca 10,0
Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,015
Coefficiente azione sismica verticale 0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	3,5
4	11,2	3,5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	3,5
4	11,2	3,5

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	1,4
4	11,2	1,4

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,5
2	5,0	0,5
3	11,2	0,5

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

Stratigrafia

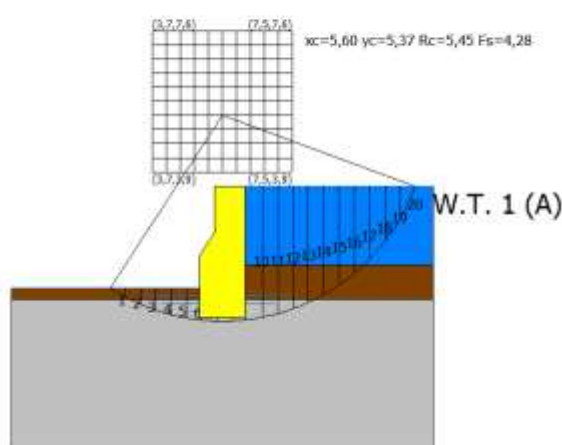
Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	20	acqua	
2	0		30	18,63	21,03	depositi	

						alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	4,28
Ascissa centro superficie	5,6 m
Ordinata centro superficie	5,37 m
Raggio superficie	5,45 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



Strato...1	g=10 kN/m³ gs=20 kN/m³ Fi=0,0001° c=0,0001 kg/cm²
Strato...2	g=18,63 kN/m³ gs=21,03 kN/m³ Fi=30° c=0 kg/cm²
Strato...3	g=24,52 kN/m³ gs=26,97 kN/m³ Fi=26° c=1 kg/cm²

xc = 5,60 yc = 5,367 Rc = 5,45 Fs=4,28

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,4	-30,6	0,47	1,07	0,02	0,01	0,0	24,8	0,5	0,7	0,1
2	0,4	-25,8	0,45	3,01	0,05	0,02	0,8	21,3	1,3	5,7	8,0
3	0,4	-21,1	0,43	4,93	0,07	0,03	0,8	21,3	2,0	6,1	7,7
4	0,4	-16,6	0,42	6,44	0,1	0,05	0,8	21,3	2,6	6,3	7,6
5	0,4	-12,2	0,41	7,58	0,11	0,05	0,8	21,3	3,0	6,3	7,4
6	0,4	-7,9	0,41	8,33	0,12	0,06	0,8	21,3	3,3	6,1	7,3
7	0,4	-3,6	0,41	8,73	0,13	0,06	0,8	21,3	3,5	5,7	7,2
8	0,4	0,6	0,4	13,9	0,21	0,1	0,8	21,3	6,0	7,9	7,4
9	0,34	4,5	0,34	21,18	0,32	0,15	0,8	21,3	9,6	11,1	6,5
10	0,47	8,8	0,48	35,4	0,53	0,25	0,8	21,3	16,3	17,8	9,5
11	0,4	13,5	0,42	29,38	0,44	0,21	0,8	21,3	13,6	14,3	8,1
12	0,4	18,0	0,43	28,14	0,42	0,2	0,8	21,3	13,2	13,1	8,2
13	0,4	22,5	0,44	26,51	0,4	0,19	0,8	21,3	12,6	11,7	8,3
14	0,4	27,2	0,46	24,51	0,37	0,17	0,0	24,8	11,8	13,6	1,3
15	0,4	32,1	0,48	22,55	0,34	0,16	0,0	24,8	10,9	12,9	1,3
16	0,4	37,3	0,51	20,17	0,3	0,14	0,0	24,8	9,8	12,1	1,2
17	0,4	42,9	0,55	17,27	0,26	0,12	0,0	24,8	8,5	11,0	1,1
18	0,4	49,0	0,62	13,88	0,21	0,1	0,0	0,0	0,0	21,2	0,0
19	0,4	56,1	0,73	9,62	0,14	0,07	0,0	0,0	0,0	17,2	0,0
20	0,4	64,9	0,96	3,9	0,06	0,03	0,0	0,0	0,0	9,2	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI MASSIMO INVASO: NON DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa
Numero di strati

NTC 2008 e Circ.
3,0

Numero dei conci 20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile 1,1
Coefficiente parziale resistenza 1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito: Picco
Analisi **Condizione non drenata**
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi 3,73 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi 3,87 m
Ascissa vertice destro superiore xs 7,47 m
Ordinata vertice destro superiore ys 7,61 m
Passo di ricerca 10,0
Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale 0,015
Coefficiente azione sismica verticale 0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	3,5
4	11,2	3,5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	3,5
4	11,2	3,5

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	1,4
4	11,2	1,4

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,5
2	5,0	0,5
3	11,2	0,5

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio 1,25
Coesione efficace 1,25
Coesione non drenata 1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno Si

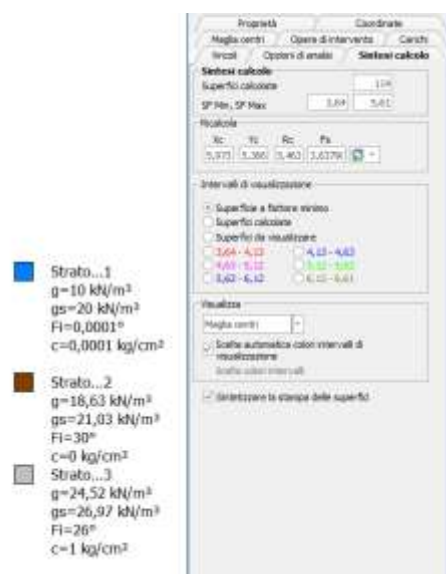
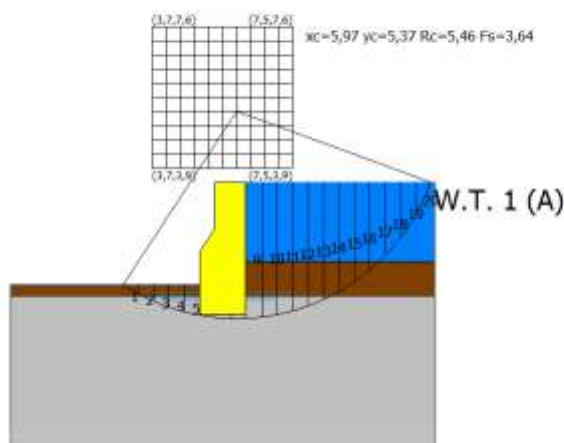
Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	20	acqua	
2	0		30	18,63	21,03	depositi alluvionali	

3	1		26	24,52	26,97	basalto	
---	---	--	----	-------	-------	---------	--

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	3,64
Ascissa centro superficie	5,97 m
Ordinata centro superficie	5,37 m
Raggio superficie	5,46 m



xc = 5,973 yc = 5,367 Rc = 5,464 Fs=3,638

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,41	-30,8	0,47	1,09	0,02	0,01	0,0	0,0	0,5	1,3	0,0
2	0,41	-26,0	0,45	3,08	0,05	0,02	0,8	0,0	1,4	7,7	8,9
3	0,41	-21,3	0,44	5,03	0,08	0,04	0,8	0,0	2,1	8,7	8,6
4	0,41	-16,8	0,42	6,57	0,1	0,05	0,8	0,0	2,6	9,4	8,3
5	0,41	-12,4	0,42	7,73	0,12	0,05	0,8	0,0	3,1	9,7	8,2
6	0,41	-8,0	0,41	8,53	0,13	0,06	0,8	0,0	3,4	9,8	8,1
7	0,41	-3,7	0,41	12,71	0,19	0,09	0,8	0,0	5,3	13,3	8,0
8	0,38	0,4	0,38	23,6	0,35	0,17	0,8	0,0	10,6	23,6	7,4
9	0,43	4,7	0,44	33,24	0,5	0,23	0,8	0,0	15,2	32,7	8,5
10	0,41	9,1	0,41	30,58	0,46	0,21	0,8	0,0	14,1	29,7	8,1
11	0,41	13,5	0,42	29,69	0,45	0,21	0,8	0,0	13,8	28,6	8,2
12	0,41	17,9	0,43	28,44	0,43	0,2	0,8	0,0	13,3	27,2	8,4
13	0,41	22,4	0,44	26,8	0,4	0,19	0,8	0,0	12,7	25,4	8,6
14	0,41	27,2	0,46	24,75	0,37	0,17	0,0	0,0	12,0	27,8	0,0
15	0,41	32,1	0,48	22,77	0,34	0,16	0,0	0,0	11,0	26,9	0,0
16	0,41	37,3	0,51	20,37	0,31	0,14	0,0	0,0	9,9	25,6	0,0
17	0,41	42,9	0,55	17,45	0,26	0,12	0,0	0,0	8,5	23,8	0,0
18	0,41	49,0	0,62	14,03	0,21	0,1	0,0	0,0	0,0	21,4	0,0
19	0,41	56,1	0,73	9,73	0,15	0,07	0,0	0,0	0,0	17,4	0,0
20	0,41	65,0	0,96	3,95	0,06	0,03	0,0	0,0	0,0	9,3	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI SVASO: DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-2,1 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	6,45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,25 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,17 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	3,5
4	11,2	3,5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	4,0	0,8
3	5,5	0,8
4	6,2	1,4
5	11,2	1,4

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	1,4
4	11,2	1,4

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,5
2	5,0	0,5
3	11,2	0,5

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	9,81	acqua	
2	0		30	18,63	21,03	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

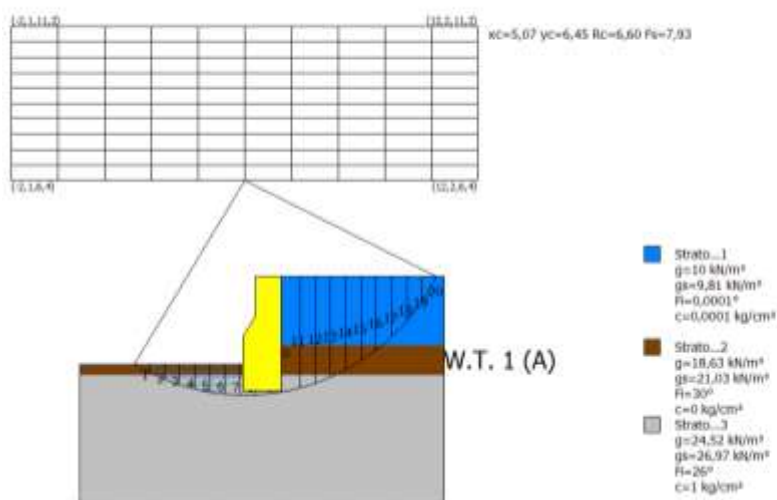
Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	7,93
Ascissa centro superficie	5,07 m
Ordinata centro superficie	6,45 m

Raggio superficie

6,6 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.



xc = 5,072 yc = 6,449 Rc = 6,597 Fs=7,927

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,47	-28,8	0,53	1,31	0,02	0,01	0,0	24,8	0,6	0,8	0,0
2	0,47	-24,3	0,51	3,77	0,06	0,03	0,8	21,3	1,7	4,5	4,8
3	0,47	-19,9	0,5	6,13	0,09	0,04	0,8	21,3	2,5	5,5	4,7
4	0,47	-15,7	0,48	8,01	0,12	0,06	0,8	21,3	3,2	6,3	4,6
5	0,47	-11,5	0,48	9,4	0,14	0,07	0,8	21,3	3,7	6,7	4,6
6	0,47	-7,4	0,47	10,28	0,15	0,07	0,8	21,3	4,1	6,9	4,5
7	0,47	-3,3	0,47	10,78	0,16	0,08	0,8	21,3	4,3	6,8	4,5
8	0,47	0,7	0,47	10,9	0,16	0,08	0,8	21,3	4,3	6,5	4,5
9	0,47	4,8	0,47	13,35	0,2	0,09	0,8	21,3	4,7	8,3	4,6
10	0,35	8,3	0,35	16,29	0,24	0,11	0,8	21,3	4,5	11,4	3,7
11	0,58	12,4	0,6	31,13	0,47	0,22	0,8	21,3	8,0	22,3	6,4
12	0,47	17,2	0,49	23,05	0,35	0,16	0,8	21,3	5,7	16,5	5,1
13	0,47	21,4	0,5	21,0	0,32	0,15	0,8	21,3	5,0	15,2	5,2
14	0,47	25,9	0,52	18,47	0,28	0,13	0,0	24,8	4,0	15,6	0,8
15	0,47	30,5	0,54	16,04	0,24	0,11	0,0	24,8	2,9	14,8	0,8
16	0,47	35,3	0,57	13,1	0,2	0,09	0,0	24,8	1,5	13,6	0,7
17	0,47	40,4	0,61	9,67	0,15	0,07	0,0	0,0	0,0	12,7	0,0
18	0,47	46,0	0,67	7,64	0,11	0,05	0,0	0,0	0,0	11,0	0,0
19	0,47	52,2	0,76	5,15	0,08	0,04	0,0	0,0	0,0	8,4	0,0
20	0,47	59,5	0,92	1,98	0,03	0,01	0,0	0,0	0,0	3,9	0,0

ANALISI DI STABILITÀ CONDIZIONE DI SVASO: NON DRENATA

Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)

Normativa	NTC 2008 e Circ.
Numero di strati	3,0
Numero dei conci	20,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-2,1 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	6,45 m
Ascissa vertice destro superiore xs	12,25 m
Ordinata vertice destro superiore ys	11,17 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,015
Coefficiente azione sismica verticale	0,007

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	3,5
4	11,2	3,5

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	4,0	0,8
3	5,5	0,8
4	6,2	1,4
5	11,2	1,4

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,8
2	5,5	0,8
3	6,2	1,4
4	11,2	1,4

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,5
2	5,0	0,5
3	11,2	0,5

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

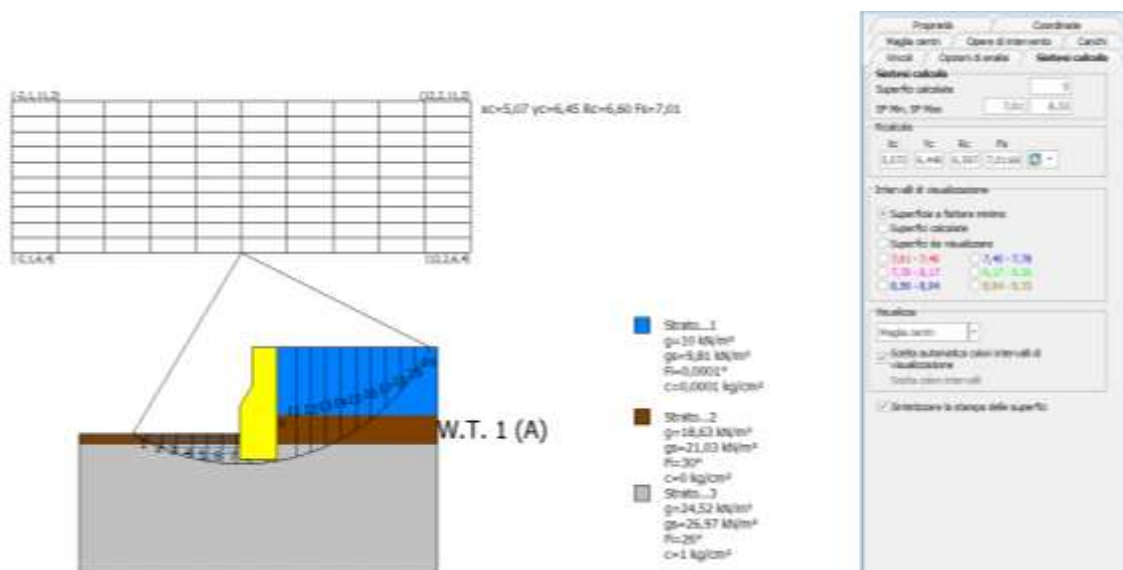
Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm ²)	Coesione non drenata (kg/cm ²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m ³)	Peso saturo (kN/m ³)	Litologia	
1	0,0001		0,0001	10	9,81	acqua	
2	0		30	18,63	21,03	depositi alluvionali	
3	1		26	24,52	26,97	basalto	

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	7,01
Ascissa centro superficie	5,07 m
Ordinata centro superficie	6,45 m
Raggio superficie	6,6 m



xc = 5,072 yc = 6,449 Rc = 6,597 Fs=7,012

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kg/cm ²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,47	-28,8	0,53	1,31	0,02	0,01	0,0	0,0	0,6	1,5	0,0
2	0,47	-24,3	0,51	3,77	0,06	0,03	0,8	0,0	1,7	6,5	5,2
3	0,47	-19,9	0,5	6,14	0,09	0,04	0,8	0,0	2,5	8,4	5,0
4	0,47	-15,7	0,48	8,01	0,12	0,06	0,8	0,0	3,2	9,7	4,9
5	0,47	-11,5	0,48	9,42	0,14	0,07	0,8	0,0	3,7	10,6	4,8
6	0,47	-7,4	0,47	10,39	0,16	0,07	0,8	0,0	4,1	11,1	4,8
7	0,47	-3,3	0,47	10,94	0,16	0,08	0,8	0,0	4,3	11,2	4,7
8	0,47	0,7	0,47	11,07	0,17	0,08	0,8	0,0	4,3	11,0	4,7
9	0,47	4,8	0,47	13,46	0,2	0,09	0,8	0,0	4,7	13,1	4,8
10	0,35	8,3	0,35	16,26	0,24	0,11	0,8	0,0	4,5	15,9	3,6
11	0,58	12,4	0,6	30,9	0,46	0,22	0,8	0,0	8,0	30,3	6,1
12	0,47	17,2	0,49	22,86	0,34	0,16	0,8	0,0	5,7	22,4	5,0
13	0,47	21,4	0,5	20,82	0,31	0,15	0,8	0,0	5,0	20,4	5,1
14	0,47	25,9	0,52	18,29	0,27	0,13	0,0	0,0	4,0	20,3	0,0
15	0,47	30,5	0,54	15,85	0,24	0,11	0,0	0,0	2,9	18,4	0,0
16	0,47	35,3	0,57	12,91	0,19	0,09	0,0	0,0	1,5	15,8	0,0
17	0,47	40,4	0,61	9,49	0,14	0,07	0,0	0,0	0,0	12,5	0,0
18	0,47	46,0	0,67	7,5	0,11	0,05	0,0	0,0	0,0	10,8	0,0
19	0,47	52,2	0,76	5,06	0,08	0,04	0,0	0,0	0,0	8,2	0,0
20	0,47	59,5	0,92	1,94	0,03	0,01	0,0	0,0	0,0	3,8	0,0

5 RISULTATI CONCLUSIVI DELLE VERIFICHE

SEZIONE A-A

Analisi strutturale

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato		
2	Verificato	Verificato	Verificato		
3	Verificato	Verificato	Verificato		
4	Verificato	Verificato	Verificato		
5	Verificato	Verificato	Verificato		

Analisi stabilità globale massimo invaso

Condizione drenata - Fs minimo individuato: 4,65

Condizione non drenata - Fs minimo individuato: 3,83

Analisi stabilità globale condizione di svaso

Condizione drenata - Fs minimo individuato: 7,72

Condizione non drenata - Fs minimo individuato: 6,39

Verifica al sifonamento

Carico sul terreno dovuto al peso del manufatto:

$$P_S = S \cdot L \cdot \gamma_{cls} = 6,64 \cdot 1,00 \cdot 1900 = 12616,00 \text{ kg}$$

Spinta idrostatica dovuta all'acqua:

$$S_R = 0.50 \cdot L \cdot \gamma_w \cdot h^2 = 0.50 \cdot 1,00 \cdot 1000 \cdot (1.82)^2 = 1656,20 \text{ kg}$$

Verifica $P_S/S_R = 7,61$ (> 3 verifica positiva)

SEZIONE B-B

Analisi strutturale

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato		
2	Verificato	Verificato	Verificato		
3	Verificato	Verificato	Verificato		
4	Verificato	Verificato	Verificato		
5	Verificato	Verificato	Verificato		

Analisi stabilità globale massimo invaso

Condizione drenata - Fs minimo individuato: 2,86

Condizione non drenata - Fs minimo individuato: 2,2

Analisi stabilità globale condizione di svaso

Condizione drenata - Fs minimo individuato: 4,74

Condizione non drenata - Fs minimo individuato: 3,56

Verifica al sifonamento

Carico sul terreno dovuto al peso del manufatto:

$$P_S = S \cdot L \cdot \gamma_{cls} = 9,16 \cdot 1,00 \cdot 2200 = 20152,00 \text{ kg}$$

Spinta idrostatica dovuta all'acqua:

$$S_R = 0.50 \cdot L \cdot \gamma_w \cdot h^2 = 0.50 \cdot 1,00 \cdot 1000 \cdot (2.60)^2 = 3380,00 \text{ kg}$$

Verifica $P_S/S_R = 5,96$ (> 3 verifica positiva)

SEZIONE C-C

Analisi strutturale

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato		
2	Verificato	Verificato	Verificato		
3	Verificato	Verificato	Verificato		
4	Verificato	Verificato	Verificato		
5	Verificato	Verificato	Verificato		

Analisi stabilità globale massimo invaso

Condizione drenata - Fs minimo individuato: 3,02

Condizione non drenata - F_s minimo individuato: 2,47

Analisi stabilità globale condizione di svaso

Condizione drenata - F_s minimo individuato: 4,85

Condizione non drenata - F_s minimo individuato: 3,95

Verifica al sifonamento

Carico sul terreno dovuto al peso del manufatto:

$$P_S = S * L * \gamma_{cls} = 7,68 * 1,00 * 2200 = 16896,00 \text{ kg}$$

Spinta idrostatica dovuta all'acqua:

$$S_R = 0.50 * L * \gamma_w * h^2 = 0.50 * 1,00 * 1000 * (2.15)^2 = 2311,25 \text{ kg}$$

Verifica $P_S/S_R = 7,31$ (> 3 verifica positiva)

SEZIONE D-D

Analisi strutturale

Combinazione	Ribaltamento	Scorrimento	Carico limite	Scorrimento interno	Schiacciamento interno
1	Verificato	Verificato	Verificato		
2	Verificato	Verificato	Verificato		
3	Verificato	Verificato	Verificato		
4	Verificato	Verificato	Verificato		
5	Verificato	Verificato	Verificato		

Analisi stabilità globale massimo invaso

Condizione drenata - F_s minimo individuato: 4,28

Condizione non drenata - F_s minimo individuato: 3,64

Analisi stabilità globale condizione di svaso

Condizione drenata - F_s minimo individuato: 7,93

Condizione non drenata - F_s minimo individuato: 7,01

Verifica al sifonamento

Carico sul terreno dovuto al peso del manufatto:

$$P_S = S * L * \gamma_{cls} = 3,59 * 1,00 * 1900 = 6821,00 \text{ kg}$$

Spinta idrostatica dovuta all'acqua:

$$S_R = 0.50 * L * \gamma_w * h^2 = 0.50 * 1,00 * 1000 * (1.53)^2 = 1170,45 \text{ kg}$$

Verifica $P_S/S_R = 5,82$ (> 3 verifica positiva)

Il Tecnico
Sud Ovest Engineering S.r.l.
Dott. Ing. Andrea Lostia