

RELAZIONE DI CALCOLO

Definizione

Per pendio s'intende una porzione di versante naturale il cui profilo originario è stato modificato da interventi artificiali rilevanti rispetto alla stabilità. Per frana s'intende una situazione di instabilità che interessa versanti naturali e coinvolgono volumi considerevoli di terreno.

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:

(a) 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.

(b) 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.*).

Di seguito vengono discussi i metodi dell'equilibrio limite dei conci.

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 quando 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.

Metodo di FELLENIUS (1927)

Con questo metodo (valido solo per superfici di scorrimento di forma circolare) vengono trascurate le forze di interstriscia pertanto le incognite si riducono a:

n valori delle forze normali N_i ;

n valori delle forze da taglio T_i ;

1 fattore di sicurezza.

Incognite $(2n+1)$

Le equazioni a disposizione sono:

n equazioni di equilibrio alla traslazione verticale;

n equazioni relative al criterio di rottura;

1 equazione di equilibrio dei momenti globale.

$$F = \frac{\sum \{ c_i \times l_i + (W_i \times \cos \alpha_i - u_i \times l_i) \times \tan \phi_i \}}{\sum W_i \times \sin \alpha_i}$$

Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

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:

$\Sigma F_V = 0$, $\Sigma M_0 = 0$, Criterio di rottura.

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

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 %.

Metodo di JANBU (1967)

Janbu estese il metodo di *Bishop* a superfici di scorrimento di forma qualsiasi.

Quando vengono trattate superfici di scorrimento di forma qualsiasi il braccio delle forze cambia (nel caso delle superfici circolari resta costante e pari al raggio) a tal motivo risulta più conveniente valutare l'equazione del momento rispetto allo spigolo di ogni blocco.

$$F = \frac{\Sigma \{c_i \times b_i + (W_i - u_i \times b_i + \Delta X_i) \times \tan \varphi_i\} \times \frac{\sec^2 \alpha_i}{1 + \tan \alpha_i \times \tan \varphi_i / F}}{\Sigma W_i \times \tan \alpha_i}$$

Assumendo $\Delta X_i = 0$ si ottiene il metodo ordinario.

Janbu propose inoltre un metodo per la correzione del fattore di sicurezza ottenuto con il metodo ordinario secondo la seguente:

$$F_{\text{corretto}} = f_o F$$

dove f_o è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici.

Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.

Metodo di BELL (1968)

Le forze agenti sul corpo che scivola includono il peso effettivo del terreno, W , le forze sismiche pseudostatiche orizzontali e verticali $K_X W$ e $K_Z W$, le forze orizzontali e verticali X e Z applicate esternamente al profilo del pendio, infine, la risultante degli sforzi totali normali e di taglio σ e τ agenti sulla superficie potenziale di scivolamento.

Lo sforzo totale normale può includere un eccesso di pressione dei pori u che deve essere specificata con l'introduzione dei parametri di forza efficace.

In pratica questo metodo può essere considerato come un'estensione del metodo del cerchio di attrito per sezioni omogenee precedentemente descritto da *Taylor*.

In accordo con la legge della resistenza di *Mohr-Coulomb* in termini di tensione efficace, la forza di taglio agente sulla base dell' i -esimo concio è data da:

$$T_i = \frac{c_i L_i + (N_i - u_{ci} L_i) \tan \phi_i}{F}$$

in cui

F = il fattore di sicurezza;

c_i = la coesione efficace (o totale) alla base dell' i -esimo concio;

ϕ_i = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell' i -esimo concio;

L_i = la lunghezza della base dell' i -esimo concio;

u_{ci} = la pressione dei pori al centro della base dell' i -esimo concio.

L'equilibrio risulta uguagliando a zero la somma delle forze orizzontali, la somma delle forze verticali e la somma dei momenti rispetto all'origine.

Viene adottata la seguente assunzione sulla variazione della tensione normale agente sulla potenziale superficie di scorrimento:

$$\sigma_{ci} = \left[C_1(1 - K_z) \frac{W_i \cos \alpha_i}{L_i} \right] + C_2 f(x_{ci}, y_{ci}, z_{ci})$$

in cui il primo termine dell'equazione include l'espressione:

$W_i \cos \alpha_i / L_i$ = valore dello sforzo normale totale associato con il metodo ordinario dei conci.

Il secondo termine dell'equazione include la funzione:

$$f = \sin 2\pi \left(\frac{x_n - x_{ci}}{x_n - x_0} \right)$$

Dove x_0 ed x_n sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre x_{ci} rappresenta l'ascissa del punto medio della base del concio i -esimo.

Una parte sensibile di riduzione del peso associata con una accelerazione verticale del terreno K_z g può essere trasmessa direttamente alla base e ciò è incluso nel fattore $(1 - K_z)$.

Lo sforzo normale totale alla base di un concio è dato da:

$$N_i = \sigma_{ci} L_i$$

La soluzione delle equazioni di equilibrio si ricava risolvendo un sistema lineare di tre equazioni ottenute moltiplicando le equazioni di equilibrio per il fattore di sicurezza F , sostituendo l'espressione di N_i e moltiplicando ciascun termine della coesione per un coefficiente arbitrario C_3 .

Si assume una relazione di linearità tra detto coefficiente, determinabile tramite la regola di Cramer, ed il fattore di sicurezza F . Il corretto valore di F può essere ottenuto dalla formula di interpolazione lineare:

$$F = F(2) + \left(\frac{1 - C_3(2)}{C_3(2) - C_3(1)} \right) (F(2) - F(1))$$

dove i numeri in parentesi (1) e (2) indicano i valori iniziale e successivo dei parametri F e C_3 .

Qualsiasi coppia di valori del fattore di sicurezza nell'intorno di una stima fisicamente ragionevole può essere usata per iniziare una soluzione iterativa.

Il numero necessario di iterazioni dipende sia dalla stima iniziale sia dalla desiderata precisione della soluzione; normalmente, il processo converge rapidamente.

Metodo di SARMA (1973)

Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica K_c) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;

L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;

L'equazione di equilibrio dei momenti.

Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$\begin{aligned} N_i \cos \alpha_i + T_i \sin \alpha_i &= W_i - \Delta X_i \\ T_i \cos \alpha_i - N_i \sin \alpha_i &= K W_i + \Delta E_i \end{aligned}$$

Viene, inoltre, assunto che in assenza di forze esterne sulla superficie libera dell'ammasso si ha:

$$\begin{aligned} \sum \Delta E_i &= 0 \\ \sum \Delta X_i &= 0 \end{aligned}$$

dove E_i e X_i rappresentano, rispettivamente, le forze orizzontale e verticale sulla faccia i -esima del concio generico i .

L'equazione di equilibrio dei momenti viene scritta scegliendo come punto di riferimento il baricentro dell'intero ammasso; sicché, dopo aver eseguito una serie di posizioni e trasformazioni trigonometriche ed algebriche, nel metodo di **Sarma** la soluzione del problema passa attraverso la risoluzione di due equazioni:

$$\begin{aligned} * \sum \Delta X_i \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha_i) + \sum \Delta E_i &= \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i \\ ** \sum \Delta X_i \cdot [(y_{mi} - y_G) \cdot \operatorname{tg}(\psi'_i - \alpha') + (x'_i - x_G)] &= \sum W_i \cdot (x_{mi} - x_G) + \sum \Delta_i \cdot (y_{mi} - y_G) \end{aligned}$$

Ma l'approccio risolutivo, in questo caso, è completamente capovolto: il problema infatti impone di trovare un valore di K (accelerazione sismica) corrispondente ad un determinato fattore di sicurezza; ed in particolare, trovare il valore dell'accelerazione K corrispondente al fattore di sicurezza $F = 1$, ossia l'*accelerazione critica*.

Si ha pertanto:

$K = K_c$ *accelerazione critica* se $F = 1$

$F = F_s$ *fattore di sicurezza in condizioni statiche* se $K = 0$

La seconda parte del problema del Metodo di Sarma è quella di trovare una distribuzione di forze interne X_i ed E_i tale da verificare l'equilibrio del concio e quello globale dell'intero ammasso, senza violazione del criterio di rottura.

E' stato trovato che una soluzione accettabile del problema si può ottenere assumendo la seguente distribuzione per le forze X_i :

$$\Delta X_i = \lambda \cdot \Delta Q_i = \lambda \cdot (Q_{i+1} - Q_i)$$

dove Q_i è una funzione nota, in cui vengono presi in considerazione i parametri geotecnici medi sulla i -esima faccia del concio i , e λ rappresenta un'incognita.

La soluzione completa del problema si ottiene pertanto, dopo alcune iterazioni, con i valori di K_c , λ e F , che permettono di ottenere anche la distribuzione delle forze di interstriscia.

Metodo di SPENCER

Il metodo è basato sull'assunzione:

Le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo θ . tutti i momenti sono nulli $M_i = 0 \quad i=1, \dots, n$

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale al metodo di Morgenstern e Price quando la funzione $f(x) = 1$.

Imponendo l'equilibrio dei momenti rispetto al centro dell'arco descritto dalla superficie di scivolamento si ha:

$$\sum Q_i R \cos(\alpha - \theta) = 0$$

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s} (W \cos \alpha - \gamma_w h l \sec \alpha) \frac{\tan \alpha}{F_s} - W \tan \alpha}{\cos(\alpha - \theta) \left[\frac{F_s + \tan \alpha \frac{c}{F_s} (\alpha - \theta)}{F_s} \right]}$$

forza d'interazione fra i conci;

R = raggio dell'arco di cerchio;

θ = angolo d'inclinazione della forza Q_i rispetto all'orizzontale.

Imponendo l'equilibrio delle forze orizzontali e verticali si ha rispettivamente:

$$\sum (Q_i \cos \theta) = 0 \quad \sum (Q_i \sin \theta) = 0$$

Con l'assunzione delle forze Q_i parallele fra loro, si può anche scrivere:

$$\sum Q_i = 0$$

Il metodo propone di calcolare due coefficienti di sicurezza: il primo (F_{sm}) ottenibile dalla 1), legato all'equilibrio dei momenti; il secondo (F_{sf}) dalla 2) legato all'equilibrio delle forze. In pratica si procede risolvendo la 1) e la 2) per un dato intervallo di valori dell'angolo θ , considerando come valore unico del coefficiente di sicurezza quello per cui si abbia $F_{sm} = F_{sf}$.

Metodo di MORGENSTERN e PRICE

Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo $X = \lambda f(x)E$, dove λ è un fattore di scala e $f(x)$, funzione della posizione di E e di X , definisce una relazione tra la variazione della forza X e della forza E all'interno della massa scivolante. La funzione $f(x)$ è scelta arbitrariamente (costante, senoide, semisenoide, trapezia, spezzata...) e influenza poco il risultato, ma va verificato che i valori ricavati per le incognite siano fisicamente accettabili.

La particolarità del metodo è che la massa viene suddivisa in strisce infinitesime alle quali vengono imposte le equazioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale e di rottura sulla base delle strisce stesse. Si perviene ad una prima equazione differenziale che lega le forze d'interfaccia incognite E , X , il coefficiente di sicurezza F_s , il peso della striscia infinitesima dW e la risultante delle pressioni neutra alla base dU .

Si ottiene la cosiddetta “equazione delle forze”:

$$c' \sec^2 \frac{\alpha}{F_s} + tg \varphi' \left(\frac{dW}{dx} - \frac{dX}{dx} - tg \alpha \frac{dE}{dx} - \sec \alpha \frac{dU}{dx} \right) =$$
$$= \frac{dE}{dx} - tg \alpha \left(\frac{dX}{dx} - \frac{dW}{dx} \right)$$

Una seconda equazione, detta “equazione dei momenti”, viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzzeria della base:

$$X = \frac{d(E_\gamma)}{dx} - \gamma \frac{dE}{dx}$$

queste due equazioni vengono estese per integrazione a tutta la massa interessata dallo scivolamento. Il metodo di calcolo soddisfa tutte le equazioni di equilibrio ed è applicabile a superfici di qualsiasi forma, ma implica necessariamente l'uso di un calcolatore.

Pendii in roccia (Metodo di Hoek e Bray)

Per i versanti in roccia, diversamente da quelli in terra, il criterio di rottura di Mohr-Coulomb non può essere impiegato per definire la resistenza del materiale; tuttavia con questo metodo viene descritta una procedura che consente l'applicazione dei metodi classici dell'Equilibrio Limite anche nei versanti rocciosi. A tale scopo vengono definiti l'angolo di resistenza a taglio e la coesione che si mobilitano lungo la superficie di scorrimento secondo le seguenti espressioni:

$$\operatorname{tg}\varphi = AB \left(\frac{N}{\sigma_c} - T \right)^{B-1}$$

$$c = A\sigma_c \left(\frac{N}{\sigma_c} - T \right)^B - N\operatorname{tg}\varphi$$

dove:

σ_c è la resistenza a compressione monassiale della roccia;

A, B, T costanti in funzione del litotipo e della qualità della roccia (*riportati in tabella*);

N sforzo normale alla base del concio.

Le costanti A, B e T sono vengono determinate in funzione della classificazione della roccia secondo Bieniawski (indice RMR) e secondo Barton (indice Q). Tra i due sistemi di classificazione, sulla base di 111 esempi analizzati, è stata trovata la seguente correlazione:

$$\text{RMR} = 9 \ln Q + 44$$

	Calcari Dolomie Marne	Argilliti Siltiti Scisti	Areniti Quarziti	Andesiti Basalti Rioliti	Anfiboliti Gneiss Graniti
RMR = 100 Q = 500	A = 0.816 B = 0.658 T = -0.140	A = 0.918 B = 0.677 T = -0.099	A = 1.044 B = 0.692 T = -0.067	A = 1.086 B = 0.696 T = -0.059	A = 1.220 B = 0.705 T = -0.040
RMR = 85 Q = 100	A = 0.651 B = 0.679 T = -0.028	A = 0.739 B = 0.692 T = -0.020	A = 0.848 B = 0.702 T = -0.013	A = 0.883 B = 0.705 T = -0.012	A = 0.998 B = 0.712 T = -0.008
RMR = 65 Q = 10	A = 0.369 B = 0.669 T = -0.006	A = 0.427 B = 0.683 T = -0.004	A = 0.501 B = 0.695 T = -0.003	A = 0.525 B = 0.698 T = -0.002	A = 0.603 B = 0.707 T = -0.002
RMR = 44 Q = 1	A = 0.198 B = 0.662 T = -0.0007	A = 0.234 B = 0.675 T = -0.0005	A = 0.280 B = 0.688 T = -0.0003	A = 0.295 B = 0.691 T = -0.003	A = 0.346 B = 0.700 T = -0.0002
RMR = 3 Q = 0.1	A = 0.115 B = 0.646 T = -0.0002	A = 0.129 B = 0.655 T = -0.0002	A = 0.162 B = 0.672 T = -0.0001	A = 0.172 B = 0.676 T = -0.0001	A = 0.203 B = 0.686 T = -0.0001
RMR = 3 Q = 0.01	A = 0.042 B = 0.534 T = 0	A = 0.050 B = 0.539 T = 0	A = 0.061 B = 0.546 T = 0	A = 0.065 B = 0.548 T = 0	A = 0.078 B = 0.556 T = 0

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Nelle verifiche agli Stati Limite Ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita 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, nelle verifiche agli stati limite ultimi, vengono considerate le seguenti forze statiche equivalenti:

$$F_H = K_o \cdot W$$

$$F_V = K_v \cdot W$$

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_o : Coefficiente sismico orizzontale

K_v : Coefficiente sismico verticale.

Calcolo coefficienti sismici

Le **NTC 2008** calcolano i coefficienti K_o e K_v in dipendenza di vari fattori:

$$K_o = \beta_s \times (a_{\max}/g)$$

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

Con

β_s coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

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

g accelerazione di gravità.

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

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

S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq S_S \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E).

S_T (effetto di amplificazione topografica).

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte:

$$T1(S_T = 1.0) \quad T2(S_T = 1.20) \quad T3(S_T = 1.20) \quad T4(S_T = 1.40).$$

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

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

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

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.

SEZ. 5 - STATO DI FATTO**Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	40.83660608899/15.3758258422617
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	464.15 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	237.1 m
Ascissa vertice destro superiore xs	497.36 m
Ordinata vertice destro superiore ys	263.23 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.59	2.37	0.28
S.L.D.	50.0	0.79	2.32	0.31
S.L.V.	475.0	2.59	2.28	0.38
S.L.C.	975.0	3.54	2.29	0.41

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.8496	0.2	0.0173	0.0087
S.L.D.	1.1376	0.2	0.0232	0.0116
S.L.V.	3.6025	0.28	0.1029	0.0514
S.L.C.	4.5425	0.28	0.1297	0.0649

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.103
Coefficiente azione sismica verticale	0.05 1

Vertici profilo

N	X m	y m
1	403.34	197.35
2	403.34	197.35
3	403.34	197.35
4	403.34	197.35
5	403.34	197.35
6	403.34	197.35
7	403.34	197.35
8	403.34	197.35
9	403.34	197.35
10	403.34	197.35
11	407.29	198.07
12	408.35	198.35
13	409.36	198.61
14	412.18	199.35
15	414.73	200.01
16	416.01	200.35
17	419.13	201.16
18	419.84	201.35
19	420.38	201.48
20	423.73	202.35
21	425.39	202.76
22	427.61	203.35
23	429.81	203.93
24	431.38	204.35
25	434.51	205.18
26	435.16	205.35
27	436.44	205.66
28	439.21	206.35
29	443.17	207.33
30	443.25	207.35
31	444.29	207.6
32	447.74	208.19
33	448.65	208.35
34	451.84	208.89
35	454.41	209.35
36	454.79	209.41
37	454.97	209.44
38	457.07	209.56
39	459.05	209.67
40	463.09	210.16
41	466.13	210.35
42	466.34	210.4
43	467.51	211.12
44	470.26	211.35
45	474.21	212.3
46	474.21	212.3
47	474.59	212.35
48	475.51	212.46

49	475.86	212.5
50	477.6	213.24
51	477.85	213.35
52	479.6	214.1
53	480.18	214.35
54	481.53	214.92
55	482.52	215.35
56	483.39	215.71
57	484.86	216.35
58	485.12	216.46
59	485.74	216.72
60	487.35	217.29
61	487.51	217.35
62	489.98	218.22
63	490.33	218.35
64	492.65	219.17
65	493.16	219.35
66	495.37	220.13
67	495.98	220.35
68	497.07	220.73
69	498.81	221.35
70	501.43	222.27
71	501.6	222.35
72	501.74	222.4
73	503.97	223.35
74	505.3	223.91
75	506.34	224.35
76	507.58	224.87
77	508.71	225.35
78	509.8	225.8
79	511.08	226.35
80	511.9	226.69
81	513.45	227.35
82	513.61	227.41
83	513.77	227.48
84	514.27	227.62
85	516.92	228.35
86	518.3	228.53
87	519.26	228.55
88	522.92	228.64
89	525.45	228.35
90	526.17	228.26
91	528.24	228.07
92	528.38	228.05
93	534.76	228.35
94	537.2	228.46
95	537.8	228.5
96	538.2	228.63
97	540.59	229.35
98	540.85	229.64
99	541.46	230.35
100	541.74	230.67

101	542.33	231.35
102	542.92	232.02
103	544.77	232.35
104	549.27	233.14

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

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (Kg/m³)	A	B	T	Resistenza compressione e monoassiale (kg/cm²)	Texture	Descrizione
1	2200	0.198	0.662	-0.0007	500		Giacimento minerario

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1.82
Ascissa centro superficie	497.36 m
Ordinata centro superficie	244.94 m
Raggio superficie	47.75 m

Numero di superfici esaminate....(221)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	464.1	237.1	39.5	2.72
2	465.8	238.4	40.9	2.57
3	467.5	237.1	39.6	2.48
4	469.1	238.4	36.7	2.91
5	470.8	237.1	39.6	2.39
6	472.4	238.4	36.8	2.58
7	474.1	237.1	39.7	2.20
8	475.8	238.4	41.0	2.17
9	477.4	237.1	35.6	2.43
10	479.1	238.4	37.0	2.30
11	480.8	237.1	35.7	2.21
12	482.4	238.4	41.1	2.01
13	484.1	237.1	35.8	2.09
14	485.7	238.4	37.1	2.06
15	487.4	237.1	35.9	2.01
16	489.1	238.4	41.1	1.99
17	490.7	237.1	35.9	2.00
18	492.4	238.4	41.2	1.94
19	494.0	237.1	39.9	1.93

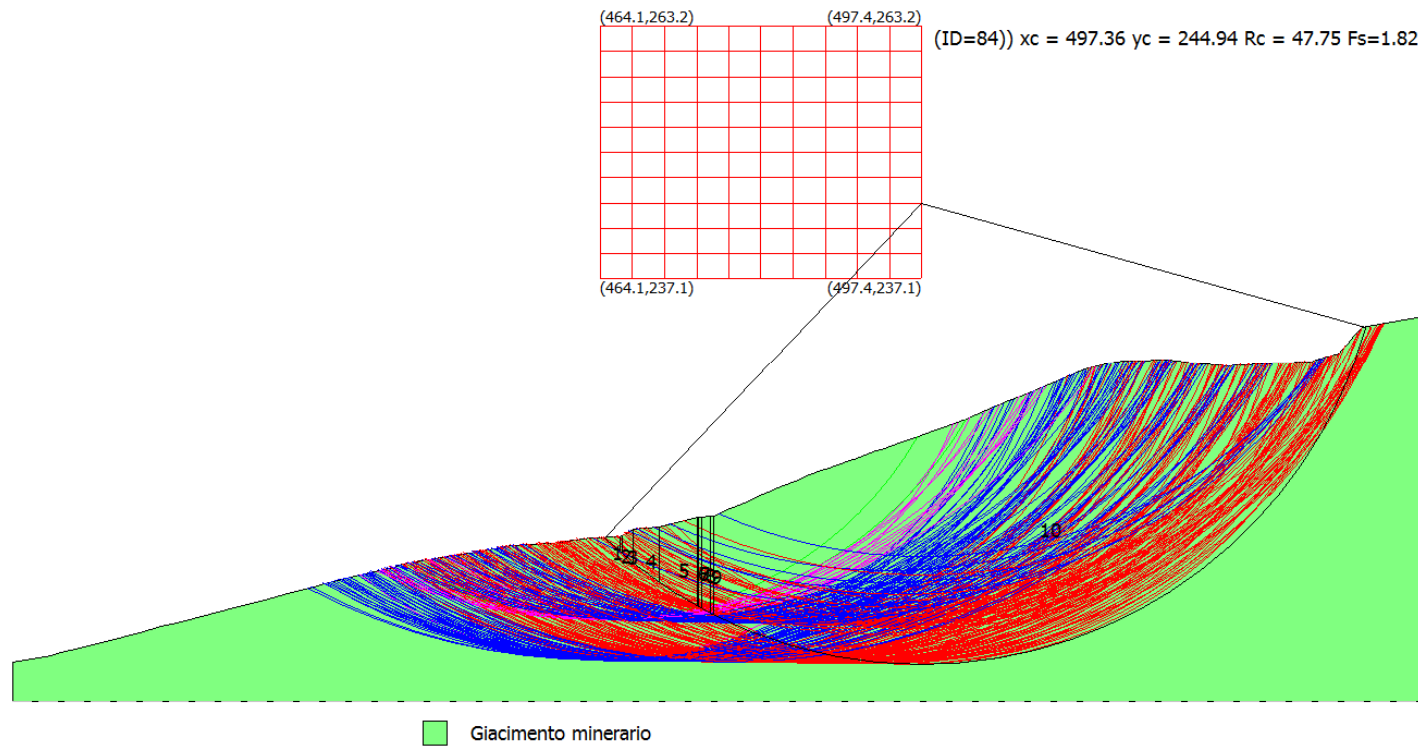
20	495.7	238.4	41.2	1.93
21	497.4	237.1	36.1	1.99
22	464.1	239.7	37.9	3.33
23	465.8	241.0	43.5	2.53
24	467.5	239.7	38.0	3.00
25	469.1	241.0	43.5	2.34
26	470.8	239.7	38.1	2.71
27	472.4	241.0	39.4	2.55
28	474.1	239.7	42.3	2.19
29	475.8	241.0	39.5	2.34
30	477.4	239.7	42.3	2.12
31	479.1	241.0	39.6	2.29
32	480.8	239.7	42.3	2.04
33	482.4	241.0	39.7	2.16
34	484.1	239.7	42.4	2.03
35	485.7	241.0	39.7	2.09
36	487.4	239.7	42.4	2.02
37	489.1	241.0	43.7	2.00
38	490.7	239.7	38.5	2.03
39	492.4	241.0	39.9	2.03
40	494.0	239.7	38.6	2.01
41	495.7	241.0	43.8	1.94
42	497.4	239.7	38.7	2.00
43	464.1	242.3	44.8	2.62
44	465.8	243.6	41.9	3.11
45	467.5	242.3	44.8	2.41
46	469.1	243.6	46.1	2.31
47	470.8	242.3	40.7	2.67
48	472.4	243.6	46.2	2.20
49	474.1	242.3	40.8	2.42
50	475.8	243.6	46.2	2.15
51	477.4	242.3	40.8	2.25
52	479.1	243.6	46.2	2.10
53	480.8	242.3	40.9	2.22
54	482.4	243.6	46.3	2.07
55	484.1	242.3	41.0	2.13
56	485.7	243.6	42.3	2.12
57	487.4	242.3	45.0	2.03
58	489.1	243.6	42.4	2.09
59	490.7	242.3	45.1	1.98
60	492.4	243.6	42.5	2.06
61	494.0	242.3	45.1	1.95
62	495.7	243.6	46.4	1.93
63	497.4	242.3	45.1	1.92
64	464.1	244.9	47.4	2.58
65	465.8	246.2	44.5	2.97
66	467.5	244.9	47.4	2.38
67	469.1	246.2	44.6	2.69
68	470.8	244.9	47.4	2.23
69	472.4	246.2	44.6	2.50
70	474.1	244.9	47.5	2.19
71	475.8	246.2	44.7	2.32
72	477.4	244.9	47.5	2.12

73	479.1	246.2	44.8	2.23
74	480.8	244.9	47.6	2.10
75	482.4	246.2	48.9	2.10
76	484.1	244.9	43.6	2.16
77	485.7	246.2	48.9	2.07
78	487.4	244.9	43.7	2.12
79	489.1	246.2	49.0	2.03
80	490.7	244.9	43.8	2.08
81	492.4	246.2	49.0	1.98
82	494.0	244.9	43.8	2.05
83	495.7	246.2	49.0	1.86
84	497.4	244.9	47.7	1.82
85	464.1	247.6	50.0	2.54
86	465.8	248.9	51.3	2.42
87	467.5	247.6	50.0	2.35
88	469.1	248.9	51.3	2.27
89	470.8	247.6	50.1	2.23
90	472.4	248.9	51.4	2.21
91	474.1	247.6	50.1	2.18
92	475.8	248.9	51.4	2.18
93	477.4	247.6	50.1	2.15
94	479.1	248.9	47.4	2.25
95	480.8	247.6	50.2	2.13
96	482.4	248.9	47.5	2.23
97	484.1	247.6	50.2	2.10
98	485.7	248.9	47.6	2.18
99	487.4	247.6	46.3	2.14
100	489.1	248.9	47.6	2.13
101	490.7	247.6	50.3	2.01
102	492.4	248.9	47.7	2.10
103	494.0	247.6	50.3	1.92
104	495.7	248.9	47.8	2.06
105	497.4	247.6	46.2	2.05
106	464.1	250.2	48.4	3.03
107	465.8	251.5	53.9	2.39
108	467.5	250.2	48.4	2.78
109	469.1	251.5	54.0	2.28
110	470.8	250.2	48.5	2.52
111	472.4	251.5	54.0	2.23
112	474.1	250.2	48.6	2.39
113	475.8	251.5	54.0	2.21
114	477.4	250.2	52.7	2.18
115	479.1	251.5	54.1	2.18
116	480.8	250.2	52.8	2.15
117	482.4	251.5	54.1	2.14
118	484.1	250.2	52.8	2.12
119	485.7	251.5	54.1	2.11
120	487.4	250.2	52.9	2.09
121	489.1	251.5	54.2	2.05
122	490.7	250.2	52.9	2.01
123	492.4	251.5	54.2	1.89
124	494.0	250.2	52.9	1.86
125	495.7	251.5	49.2	2.10

126	497.4	250.2	47.2	2.12
127	464.1	252.8	55.2	2.46
128	465.8	254.1	52.3	2.80
129	467.5	252.8	55.2	2.32
130	469.1	254.1	52.4	2.60
131	470.8	252.8	55.3	2.26
132	472.4	254.1	56.6	2.25
133	474.1	252.8	51.2	2.41
134	475.8	254.1	56.6	2.23
135	477.4	252.8	51.3	2.32
136	479.1	254.1	56.7	2.20
137	480.8	252.8	51.4	2.28
138	482.4	254.1	56.7	2.16
139	484.1	252.8	51.4	2.24
140	485.7	254.1	56.8	2.13
141	487.4	252.8	51.5	2.18
142	489.1	254.1	56.8	2.08
143	490.7	252.8	51.6	2.14
144	492.4	254.1	52.8	2.13
145	494.0	252.8	54.8	1.89
146	495.7	254.1	53.9	1.93
147	497.4	252.8	51.9	1.93
148	464.1	255.4	53.6	2.92
149	465.8	256.7	59.1	2.37
150	467.5	255.4	57.9	2.33
151	469.1	256.7	55.0	2.59
152	470.8	255.4	57.9	2.28
153	472.4	256.7	55.1	2.46
154	474.1	255.4	57.9	2.26
155	475.8	256.7	55.2	2.39
156	477.4	255.4	58.0	2.23
157	479.1	256.7	55.2	2.35
158	480.8	255.4	58.0	2.19
159	482.4	256.7	55.3	2.31
160	484.1	255.4	58.0	2.15
161	485.7	256.7	55.4	2.23
162	487.4	255.4	58.1	2.11
163	489.1	256.7	55.5	2.18
164	490.7	255.4	58.1	1.92
165	492.4	256.7	54.1	2.20
166	494.0	255.4	52.3	2.18
167	495.7	256.7	55.1	2.00
168	497.4	255.4	53.0	1.98
169	464.1	258.0	56.2	2.87
170	465.8	259.3	61.7	2.38
171	467.5	258.0	56.3	2.63
172	469.1	259.3	61.8	2.32
173	470.8	258.0	56.3	2.52
174	472.4	259.3	61.8	2.30
175	474.1	258.0	60.5	2.29
176	475.8	259.3	61.9	2.30
177	477.4	258.0	56.5	2.38
178	479.1	259.3	61.9	2.23

179	480.8	258.0	56.6	2.34
180	482.4	259.3	61.9	2.20
181	484.1	258.0	56.7	2.27
182	485.7	259.3	62.0	2.13
183	487.4	258.0	56.7	2.21
184	489.1	259.3	57.8	2.20
185	490.7	258.0	59.8	1.95
186	492.4	259.3	59.0	1.98
187	494.0	258.0	53.6	2.24
188	495.7	259.3	56.3	2.04
189	497.4	258.0	54.2	2.04
190	464.1	260.6	63.0	2.41
191	465.8	261.9	60.1	2.69
192	467.5	260.6	63.1	2.36
193	469.1	261.9	60.2	2.57
194	470.8	260.6	59.0	2.53
195	472.4	261.9	60.3	2.49
196	474.1	260.6	59.0	2.45
197	475.8	261.9	60.4	2.44
198	477.4	260.6	63.2	2.27
199	479.1	261.9	60.5	2.40
200	480.8	260.6	63.2	2.22
201	482.4	261.9	60.5	2.35
202	484.1	260.6	59.3	2.30
203	485.7	261.9	64.6	2.03
204	487.4	260.6	63.3	2.01
205	489.1	261.9	63.0	2.02
206	490.7	260.6	57.3	2.26
207	492.4	261.9	56.9	2.33
208	494.0	260.6	55.0	2.33
209	495.7	261.9	57.6	2.09
210	497.4	260.6	52.3	2.43
211	464.1	263.2	65.6	2.42
212	467.5	263.2	65.7	2.37
213	470.8	263.2	65.7	2.34
214	474.1	263.2	65.8	2.33
215	477.4	263.2	65.8	2.32
216	480.8	263.2	65.8	2.24
217	484.1	263.2	65.9	2.16
218	487.4	263.2	64.9	2.04
219	490.7	263.2	62.3	2.04
220	494.0	263.2	56.4	2.41
221	497.4	263.2	56.9	2.19

=====



SEZIONE N. 5 - STATO DI FATTO - FS min (BISHOP) = 1.82

SEZ. 5 - STATO DI PROGETTO**Analisi di stabilità dei pendii con: BISHOP (1955)**

Lat./Long.	40.83660608899/15.3758258422617
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	435.0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	250.0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	470.0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	265.0 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s ²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.59	2.37	0.28
S.L.D.	50.0	0.79	2.32	0.31
S.L.V.	475.0	2.59	2.28	0.38
S.L.C.	975.0	3.54	2.29	0.41

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s ²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.8496	0.2	0.0173	0.0087
S.L.D.	1.1376	0.2	0.0232	0.0116
S.L.V.	3.6025	0.28	0.1029	0.0514
S.L.C.	4.5425	0.28	0.1297	0.0649

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.103
Coefficiente azione sismica verticale	0.05 1

Vertici profilo

N	X m	y m
1	404.64	192.28
2	433.89	192.18
3	434.12	191.82
4	434.58	191.82
5	434.77	191.81
6	435.0	192.17
7	435.09	192.31
8	435.28	192.32
9	435.35	192.32
10	437.05	193.77
11	442.34	198.29
12	448.39	198.29
13	450.0	198.28
14	450.06	198.19
15	450.32	197.78
16	450.43	197.78
17	450.95	197.77
18	451.22	198.19
19	451.27	198.27
20	451.49	198.27
21	451.53	198.27
22	452.61	199.13
23	458.53	204.25
24	459.45	204.21
25	466.02	204.21
26	466.3	203.74
27	466.33	203.71
28	466.91	203.71
29	466.95	203.71
30	467.24	204.18
31	467.26	204.21
32	467.28	204.21
33	467.51	204.21
34	467.91	204.55
35	474.39	210.21
36	479.05	210.2
37	481.65	210.2
38	481.81	210.2
39	482.13	209.71
40	482.14	209.7
41	482.16	209.7
42	482.81	209.7
43	482.83	209.72
44	483.15	210.19
45	483.4	210.19
46	483.42	210.19
47	489.58	215.39
48	490.41	216.18

49	496.78	216.12
50	498.04	216.11
51	498.1	216.06
52	498.37	215.65
53	498.49	215.65
54	499.01	215.65
55	499.26	216.04
56	499.33	216.1
57	499.53	216.1
58	499.59	216.09
59	503.65	221.32
60	504.41	222.15
61	505.18	222.44
62	505.65	222.53
63	506.34	222.95
64	507.58	224.87
65	508.71	225.35
66	509.8	225.8
67	511.08	226.35
68	511.9	226.69
69	513.45	227.35
70	513.61	227.41
71	513.77	227.48
72	514.27	227.62
73	516.92	228.35
74	518.3	228.53
75	519.26	228.55
76	522.92	228.64
77	525.45	228.35
78	526.17	228.26
79	528.24	228.07
80	528.38	228.05
81	534.76	228.35
82	537.2	228.46
83	537.8	228.5
84	538.2	228.63
85	540.59	229.35
86	540.85	229.64
87	541.46	230.35
88	541.74	230.67
89	542.33	231.35
90	542.92	232.02
91	544.77	232.35
92	549.27	233.14

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

Stratigrafia

Strato	Peso unità di volume (Kg/m³)	A	B	T	Resistenza compressione e monoassiale (kg/cm²)	Texture	Descrizione
1	2200	0.198	0.662	-0.0007	500		Giacimento minerario

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1.87
Ascissa centro superficie	470.0 m
Ordinata centro superficie	251.5 m
Raggio superficie	57.58 m

Numero di superfici esaminate....(206)

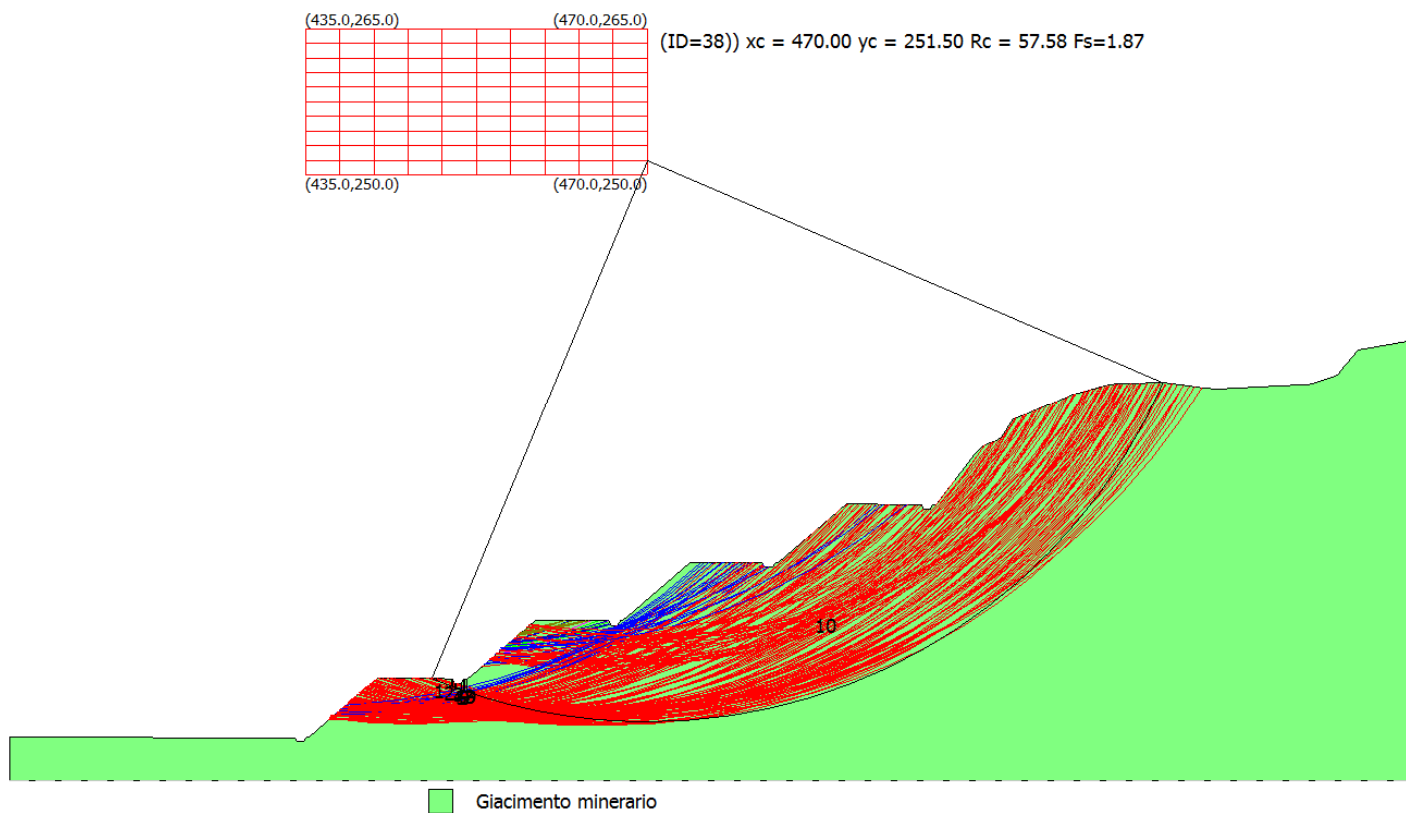
N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	436.8	250.8	56.7	4.50
2	440.3	250.8	56.7	4.12
3	442.0	250.0	49.9	13.89
4	443.8	250.8	50.9	10.09
5	445.5	250.0	56.3	3.41
6	447.3	250.8	51.3	5.31
7	449.0	250.0	50.6	4.42
8	450.8	250.8	56.9	2.42
9	452.5	250.0	50.2	5.08
10	454.3	250.8	56.7	2.40
11	456.0	250.0	49.8	4.75
12	457.8	250.8	56.8	2.11
13	459.5	250.0	56.2	2.07
14	461.3	250.8	57.0	2.09
15	463.0	250.0	56.4	2.03
16	464.8	250.8	51.6	2.32
17	466.5	250.0	56.4	1.91
18	468.3	250.8	51.1	2.10
19	470.0	250.0	50.1	2.09
20	435.0	251.5	57.5	4.21
21	438.5	251.5	57.4	4.31
22	442.0	251.5	51.3	14.16
23	443.8	252.3	58.4	3.47
24	445.5	251.5	57.8	3.41
25	447.3	252.3	58.4	2.63
26	449.0	251.5	51.6	4.85
27	450.8	252.3	58.1	2.44
28	452.5	251.5	51.1	5.48
29	454.3	252.3	58.0	2.33
30	456.0	251.5	57.4	2.20
31	457.8	252.3	58.3	2.13

32	459.5	251.5	57.7	2.09
33	461.3	252.3	52.6	3.67
34	463.0	251.5	52.1	2.53
35	464.8	252.3	58.7	1.96
36	466.5	251.5	57.9	1.91
37	468.3	252.3	58.4	1.89
38	470.0	251.5	57.6	1.87
39	435.0	253.0	58.7	4.31
40	436.8	253.8	59.3	4.71
41	442.0	253.0	52.8	14.47
42	443.8	253.8	59.8	4.07
43	445.5	253.0	53.0	9.52
44	447.3	253.8	59.6	2.65
45	449.0	253.0	52.5	5.46
46	450.8	253.8	52.8	6.84
47	452.5	253.0	58.7	2.42
48	454.3	253.8	59.5	2.25
49	456.0	253.0	58.9	2.17
50	457.8	253.8	53.6	3.99
51	459.5	253.0	53.1	4.04
52	461.3	253.8	60.0	2.09
53	463.0	253.0	59.3	2.01
54	464.8	253.8	54.3	2.26
55	466.5	253.0	59.3	1.92
56	468.3	253.8	53.7	2.16
57	470.0	253.0	52.8	2.14
58	435.0	254.5	60.0	5.11
59	436.8	255.3	60.8	4.75
60	440.3	255.3	61.0	3.72
61	442.0	254.5	60.4	3.48
62	443.8	255.3	61.0	2.98
63	445.5	254.5	53.9	11.51
64	447.3	255.3	60.8	2.67
65	449.0	254.5	53.5	11.15
66	450.8	255.3	54.1	7.12
67	452.5	254.5	53.4	6.24
68	454.3	255.3	60.9	2.27
69	456.0	254.5	60.3	2.18
70	457.8	255.3	55.0	4.05
71	459.5	254.5	60.6	2.16
72	461.3	255.3	61.4	2.07
73	463.0	254.5	60.8	2.01
74	464.8	255.3	61.4	1.97
75	466.5	254.5	54.5	2.18
76	468.3	255.3	61.1	1.91
77	470.0	254.5	53.9	2.18
78	435.0	256.0	61.4	5.22
79	442.0	256.0	55.4	18.18
80	443.8	256.8	62.3	3.01
81	445.5	256.0	61.6	2.82
82	447.3	256.8	62.1	2.69
83	449.0	256.0	54.6	13.41
84	450.8	256.8	55.2	13.39

85	452.5	256.0	54.8	6.34
86	454.3	256.8	62.3	2.25
87	456.0	256.0	61.8	2.20
88	457.8	256.8	56.3	4.31
89	459.5	256.0	55.9	4.13
90	461.3	256.8	56.9	2.62
91	463.0	256.0	56.1	2.43
92	464.8	256.8	56.4	2.31
93	466.5	256.0	61.9	1.94
94	468.3	256.8	62.4	1.92
95	470.0	256.0	61.6	1.91
96	435.0	257.5	62.9	5.24
97	436.8	258.3	63.7	4.81
98	438.5	257.5	63.1	4.04
99	440.3	258.3	63.7	3.72
100	445.5	257.5	55.9	18.18
101	447.3	258.3	63.5	2.68
102	449.0	257.5	55.9	14.79
103	450.8	258.3	56.5	14.29
104	452.5	257.5	62.9	2.33
105	454.3	258.3	63.8	2.26
106	456.0	257.5	56.7	4.45
107	457.8	258.3	64.1	2.24
108	459.5	257.5	63.5	2.15
109	461.3	258.3	64.2	2.06
110	463.0	257.5	63.4	2.02
111	464.8	258.3	63.9	1.99
112	466.5	257.5	63.1	1.95
113	468.3	258.3	56.8	2.30
114	470.0	257.5	56.0	2.28
115	435.0	259.0	64.3	5.27
116	436.8	259.8	65.2	4.84
117	438.5	259.0	64.5	4.03
118	440.3	259.8	65.0	3.77
119	442.0	259.0	64.2	3.75
120	443.8	259.8	64.7	3.07
121	445.5	259.0	57.0	18.18
122	447.3	259.8	57.8	18.18
123	449.0	259.0	64.1	2.58
124	450.8	259.8	57.9	15.37
125	452.5	259.0	64.3	2.35
126	454.3	259.8	65.2	2.28
127	456.0	259.0	64.6	2.23
128	457.8	259.8	59.1	4.61
129	459.5	259.0	64.9	2.13
130	461.3	259.8	65.5	2.07
131	463.0	259.0	64.7	2.03
132	464.8	259.8	65.2	2.00
133	466.5	259.0	64.4	1.96
134	468.3	259.8	64.9	1.95
135	470.0	259.0	57.0	2.34
136	436.8	261.3	66.4	4.58
137	440.3	261.3	66.2	3.83

138	442.0	260.5	65.5	3.53
139	443.8	261.3	66.2	3.03
140	445.5	260.5	65.6	2.82
141	447.3	261.3	58.8	18.18
142	449.0	260.5	58.3	18.18
143	450.8	261.3	66.3	2.58
144	452.5	260.5	65.8	2.33
145	454.3	261.3	59.8	5.18
146	456.0	260.5	66.1	2.31
147	457.8	261.3	60.4	4.71
148	459.5	260.5	66.3	2.13
149	461.3	261.3	66.7	2.08
150	463.0	260.5	66.0	2.04
151	464.8	261.3	66.5	2.00
152	466.5	260.5	58.7	2.39
153	468.3	261.3	66.2	1.97
154	470.0	260.5	58.2	2.39
155	435.0	262.0	67.1	5.42
156	436.8	262.8	67.6	4.68
157	438.5	262.0	66.9	4.16
158	440.3	262.8	67.5	3.88
159	442.0	262.0	66.8	3.32
160	443.8	262.8	67.7	2.99
161	445.5	262.0	66.9	2.82
162	447.3	262.8	67.5	2.70
163	449.0	262.0	59.7	18.18
164	450.8	262.8	67.8	2.44
165	452.5	262.0	67.2	2.35
166	454.3	262.8	68.1	2.32
167	456.0	262.0	60.8	4.73
168	457.8	262.8	68.3	2.21
169	459.5	262.0	67.5	2.14
170	461.3	262.8	61.1	2.82
171	463.0	262.0	67.2	2.05
172	464.8	262.8	67.7	2.02
173	466.5	262.0	66.9	1.99
174	468.3	262.8	67.5	1.98
175	470.0	262.0	59.6	2.42
176	435.0	263.5	68.4	5.49
177	436.8	264.3	68.9	4.78
178	438.5	263.5	68.2	4.23
179	440.3	264.3	68.9	3.84
180	443.8	264.3	69.0	3.01
181	445.5	263.5	68.2	2.85
182	447.3	264.3	68.9	2.69
183	449.0	263.5	61.0	18.18
184	450.8	264.3	69.2	2.46
185	452.5	263.5	61.6	5.14
186	454.3	264.3	62.6	5.43
187	456.0	263.5	68.9	2.30
188	457.8	264.3	69.6	2.21
189	459.5	263.5	68.8	2.15
190	461.3	264.3	69.3	2.11

191	463.0	263.5	61.3	2.65
192	464.8	264.3	69.0	2.03
193	466.5	263.5	68.2	2.00
194	468.3	264.3	68.9	1.99
195	470.0	263.5	61.0	2.46
196	435.0	265.0	69.6	5.68
197	438.5	265.0	69.5	4.20
198	442.0	265.0	69.7	3.22
199	445.5	265.0	69.5	2.86
200	449.0	265.0	69.8	2.65
201	452.5	265.0	70.1	2.39
202	456.0	265.0	63.5	5.13
203	459.5	265.0	70.1	2.16
204	463.0	265.0	69.8	2.07
205	466.5	265.0	61.8	2.59
206	470.0	265.0	62.3	2.50



SEZIONE N. 5 - STATO DI PROGETTO - FS min (BISHOP) = 1.87