Firmato digitalmente da
cesare ferrero
CN = ferrero cesare
O = Ordine Regionale Geologi Liguria
C = IT

COMUNE DI BARDINETO

Provincia di Savona

PARCO EOLICO DA N. 2 AEROGENERATORI PER UN TOTALE DI 9 MW LOCALITA' "I GROPPI" - COMUNE DI BARDINETO (SV)



Committente : TERSIA GREEN POWER

Tersia srl
Società a Responsabilità Limitata
Codice Fiscale e P.IVA 01363860097
tel. 019.810580 - www.tersia.it
email: ***info@tersia.it*** **- pec:** ***tersia@legalmail.it***

Oggetto Elaborato :

INDAGINE GEOLOGICA

Verifiche di Stabilità

Relazione di Calcolo

Tav./Rel. :	BA-GE-RVS01
Rev. :	**00**
Scala :	
Data :	**07/2023**
File :	2023-07-12 - PLANI GEO
Commessa :	00623

Tecnico redattore :

Geol. Cesare Ferrero

Studio di Geologia
Cesare Ferrero
Via P.Paleocapa, 8/3
17100 Savona
Cell 335 760.99.90
ferrero.geologia@gmail.com

REV./AGG.	DESCRIZIONE	DATA	DISEGNATO	CONTROLLATO	AUTORIZZATO
00	EMISSIONE PER CONSEGNA	07/2023	.....	.....	.....

A norma di legge il presente elaborato non potrà essere riprodotto ne' consegnato a terzi ne' utilizzato per scopi diversi da quello di destinazione senza l'autorizzazione scritta dell'autore, che ne detiene la proprietà.

Verifiche di stabilità - 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:

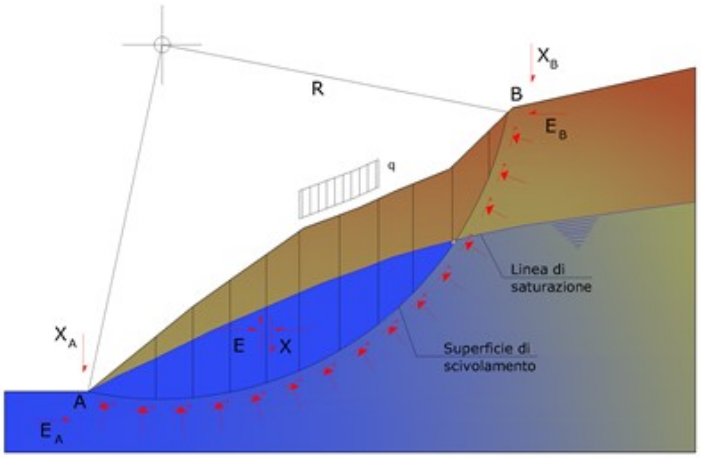
1. Si usano leggi costitutive semplificate: modello rigido perfettamente plastico. Si assume che la resistenza del materiale sia espressa unicamente dai parametri coesione (c) e angolo di resistenza al taglio (φ), costanti per il terreno e caratteristici dello stato plastico; quindi si suppone valido 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.).
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.

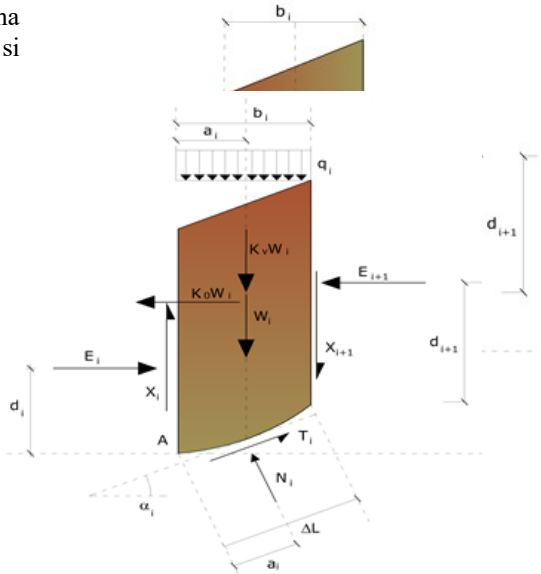
Totale numero di equazioni 4n.
Il problema è staticamente indeterminato ed il grado di indeterminazione è pari a :

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

Il grado di indeterminazione si riduce ulteriormente a (n-2) in 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.

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;
- equazione di equilibrio dei momenti globale.

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

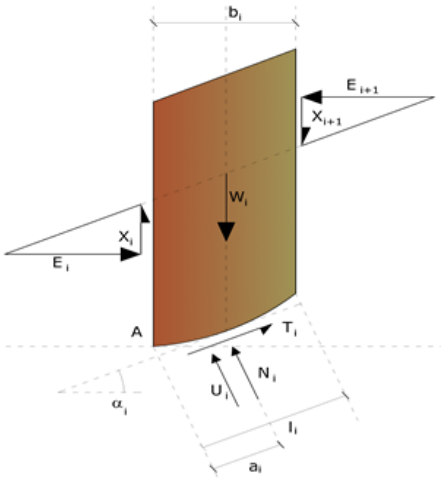
Questa equazione è semplice da risolvere ma si è trovato che fornisce risultati conservativi (fattori di sicurezza bassi) soprattutto per superfici profonde.

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:

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

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

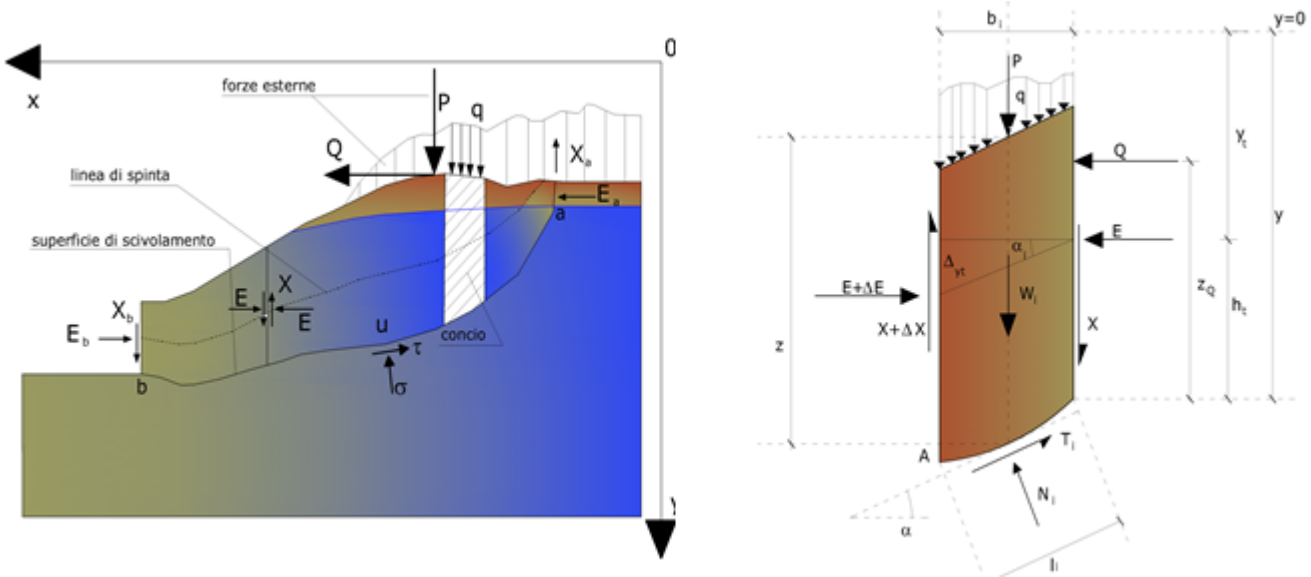


I valori di F e di ΔX per ogni elemento che soddisfano questa equazione danno una soluzione rigorosa al problema. Come prima approssimazione conviene porre ΔX = 0 ed iterare per il calcolo del fattore di sicurezza, tale procedimento è noto come metodo di **Bishop ordinario,** gli errori commessi rispetto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

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

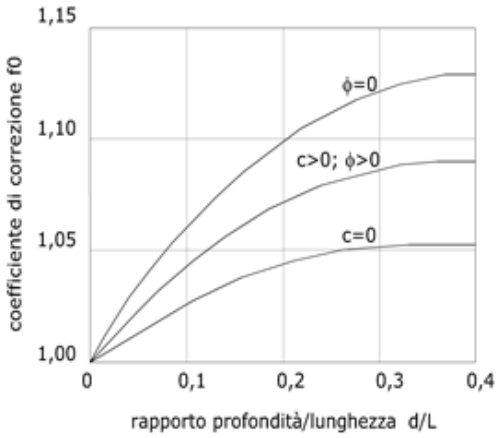


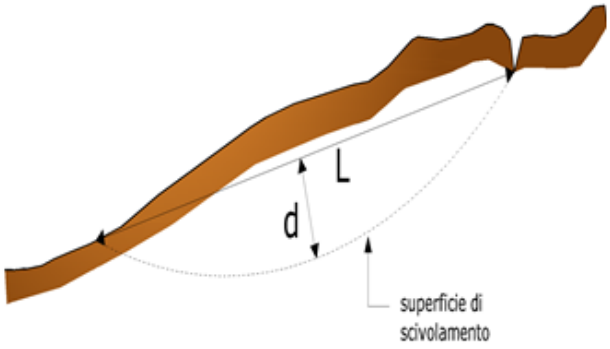
Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Janbu e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

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:

$$F_{corretto} = f_0 \cdot F$$

dove f_0 è riportato in grafici funzione di geometria e parametri geotecnici. Tale correzione è molto attendibile per pendii poco inclinati.



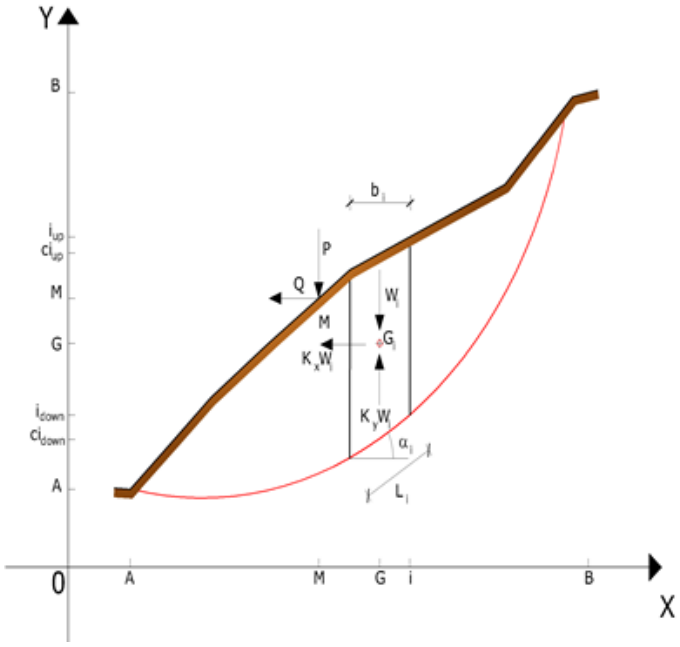


Metodo di Bell (1968)

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;
$\mathbf{c_i}$ = la coesione efficace (o totale) alla base dell'i-esimo concio;
$\boldsymbol{\phi_i}$ = l'angolo di attrito efficace (= 0 con la coesione totale) alla base dell'i-esimo concio;
$\mathbf{L_i}$ = la lunghezza della base dell'i-esimo concio;
$\mathbf{u_{ci}}$ = 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 $\mathbf{x_0}$ ed $\mathbf{x_n}$ sono rispettivamente le ascisse del primo e dell'ultimo punto della superficie di scorrimento, mentre $\mathbf{x_{ci}}$ 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. 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.

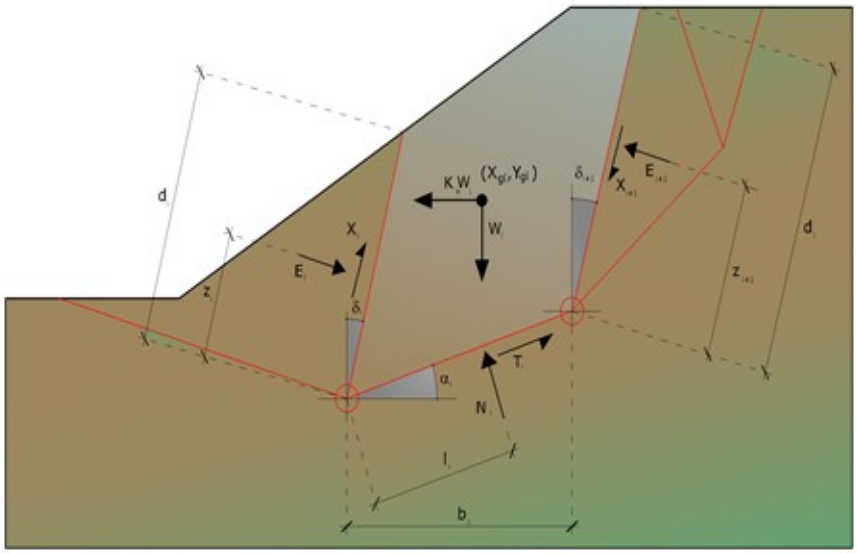
Condizioni di equilibrio alla traslazione orizzontale e verticale:

$$N_i \cos\alpha_i + T_i \sin\alpha_i = W_i - \Delta X_i$$
$$T_i \cos\alpha_i - N_i \sin\alpha_i = KW_i + \Delta E_i$$

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

$$\Sigma\Delta E_i = 0$$
$$\Sigma\Delta X_i = 0$$

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:



Azioni sull' iesimo concio, metodo di Sarma

$$\sum \Delta X_i \cdot tg\left(\psi'_i - \alpha_i\right) + \sum \Delta E_i = \sum \Delta_i - K \cdot \sum W_i$$

$$\sum \Delta X_i \cdot \left[\left(y_{mi} - y_G\right) \cdot tg\left(\psi'_i - \alpha'\right) + \left(x'_i - x_G\right)\right] = \sum W_i \cdot \left(x_{mi} - x_G\right) + \sum \Delta_i \cdot \left(y_{mi} - y_G\right)$$

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=Kc **Accelerazione critica** se F=1
F=Fs **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:

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

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 (1967)

Il metodo è basato sull'assunzione:

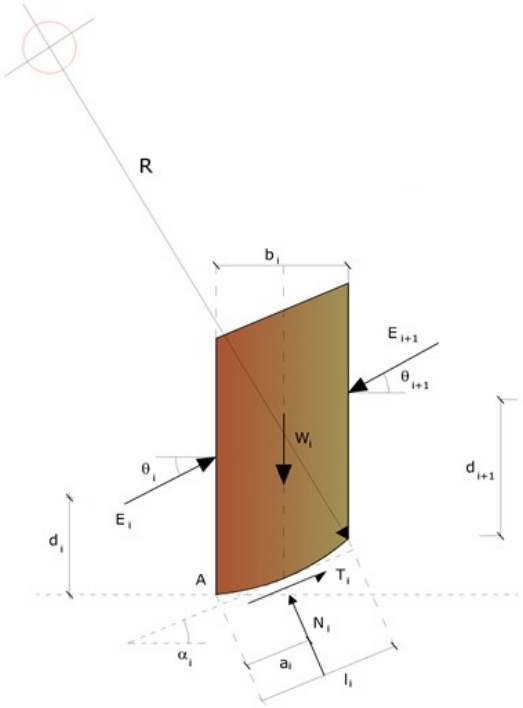
1. le forze d'interfaccia lungo le superfici di divisione dei singoli conci sono orientate parallelamente fra loro ed inclinate rispetto all'orizzontale di un angolo θ;
2. tutti i momenti sono nulli $M_i = 0$ con i=1…..n.

Sostanzialmente il metodo soddisfa tutte le equazioni della statica ed equivale ametodo 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:

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

dove:

$$Q_i = \frac{\frac{c}{F_s}(W\cos\alpha - \gamma_w hl \sec\alpha)\frac{tg\alpha}{F_s} - Wsen\alpha}{\cos(\alpha-\theta)\left[\frac{F_s + tg\varphi tg(\alpha-\theta)}{F_s}\right]}$$



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:

$$\sum (Q_i \cos\theta) = 0$$
$$\sum (Q_i sen\theta) = 0$$

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

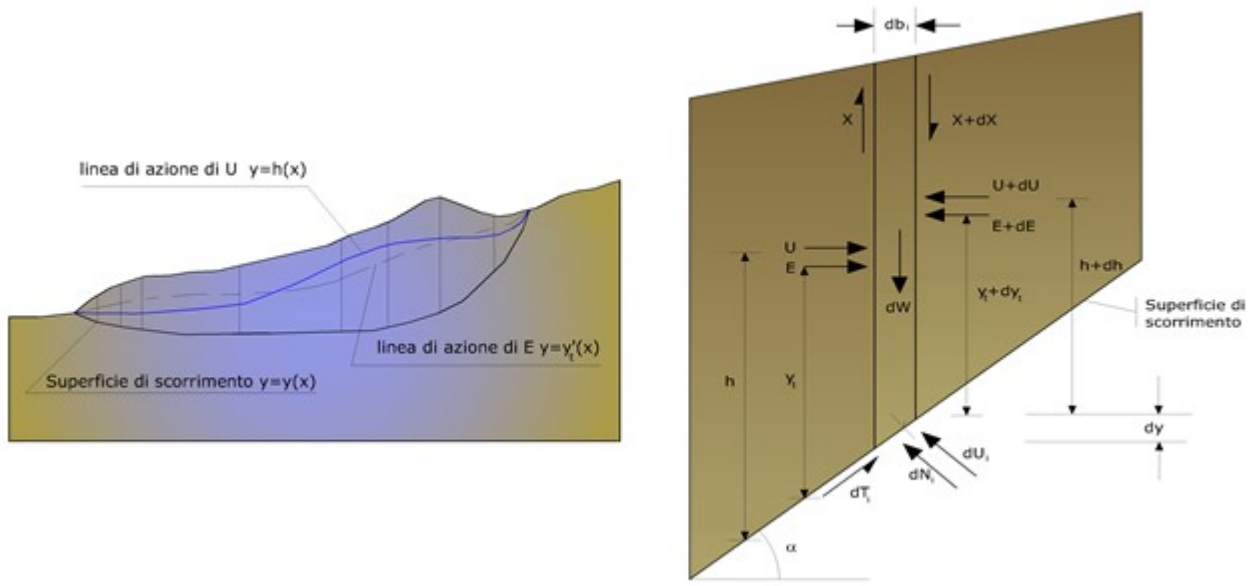
2) $$\sum Q_i = 0$$

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 (1965)
Si stabilisce una relazione tra le componenti delle forze di interfaccia del tipo X = λ 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, sinusoide, semisinusoide, 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**":

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



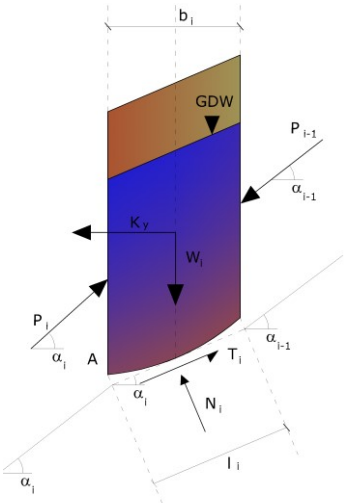
Azioni sul concio i-esimo secondo le ipotesi di Morgenster e Price e rappresentazione d'insieme dell'ammasso

Una seconda equazione, detta "**equazione dei momenti**", viene scritta imponendo la condizione di equilibrio alla rotazione rispetto alla mezzeria della base:

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

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.

Metodo di Zeng e Liang (2002)



Zeng e Liang hanno effettuato una serie di analisi parametriche su un modello bidimensionale sviluppato con codice agli elementi finiti, che riproduce il caso di pali immersi in un terreno in movimento (drilled shafts). Il modello bidimensionale riproduce un striscia di terreno di spessore unitario e ipotizza che il fenomeno avvenga in condizioni di deformazione piana nella direzione parallela all'asse dei pali. Il modello è stato utilizzato per indagare l'influenza sulla formazione dell'effetto arco di alcuni parametri come l'interasse fra i pali, il diametro e la forma dei pali, e le proprietà meccaniche del terreno. Gli autori individuano nel rapporto tra l'interasse e il diametro dei i pali (s/d) il parametro adimensionale determinante per la formazione dell'effetto arco. Il problema risulta essere staticamente indeterminato, con grado di indeterminatezza pari a (8n-4), ma nonostante ciò è possibile ottenere una soluzione riducendo il numero delle incognite e assumendo quindi delle ipotesi semplificative, in modo da rendere determinato il problema.
Le assunzioni che rendono il problema determinato sono:

-Ky sono assunte orizzontali per ridurre il numero totale delle incognite da (n-1) a (7n-3);
-Le forze normali alla base della striscia agiscono nel punto medio, riducendo le incognite da n a (6n-3);
-La posizione delle spinte laterali è ad un terzo dell'altezza media dell'inter-striscia e riduce le incognite da (n-1) a (5n-2);
-Le forze (Pi-1) e Pi si assumono parallele all'inclinazione della base della striscia (αi), riducendo il numero di incognite da (n-1) a (4n-1);
-Si assume un'unica costante di snervamento per tutte le strisce, riducendo le incognite da (n) a (3n-1);

Il numero totale di incognite quindi è ridotto a (3n), da calcolare utilizzando il fattore di trasferimento di carico. Inoltre si deve tener presente che la forza di stabilizzazione trasmessa sul terreno a valle dei pali risulta ridotta di una quantità R, chiamato fattore di riduzione, calcolabile come:

$$R = \frac{1}{s/d} + \left(1 - \frac{1}{s/d}\right) \cdot R_p$$

Il fattore R dipende quindi dal rapporto fra l'interasse presente fra i pali e il diametro dei pali stessi e dal fattore R_p che tiene conto dell'effetto arco.

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:

- $\mathbf{F_H}$ e $\mathbf{F_V}$ rispettivamente la componente orizzontale e verticale della forza d'inerzia applicata al baricentro del concio;
- **W** peso concio;
- $\mathbf{K_x}$ coefficiente sismico orizzontale;
- $\mathbf{K_y}$ 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×n e raggio variabile in un determinato range di valori tale da esaminare superfici cinematicamente ammissibili.

Stabilizzazione di pendii con l'utilizzo di pali

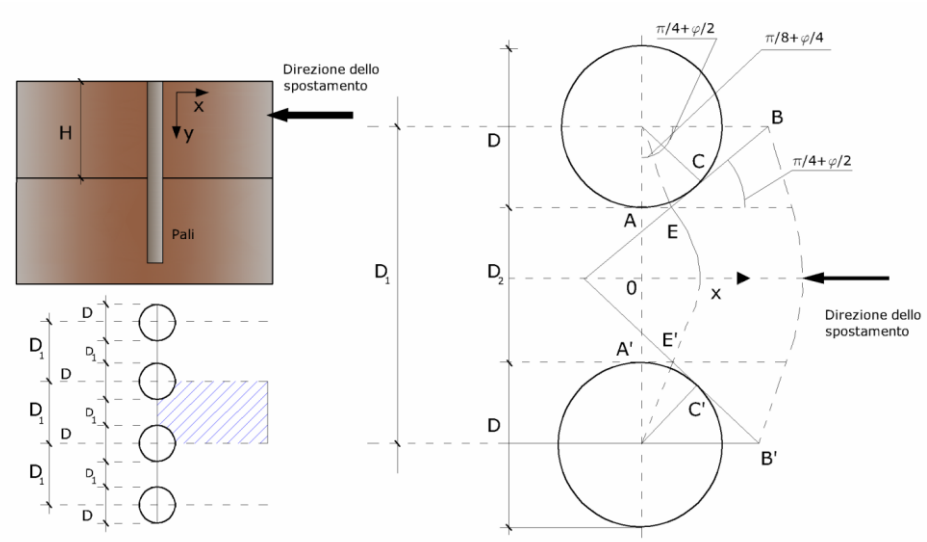
La realizzazione di una cortina di pali, su pendio, serve a fare aumentare la resistenza al taglio su determinate superfici di scorrimento. L'intervento può essere conseguente ad una stabilità già accertata, per la quale si conosce la superficie di scorrimento oppure, agendo preventivamente, viene progettato in relazione alle ipotetiche superfici di rottura che responsabilmente possono essere assunte come quelle più probabili. In ogni caso si opera considerando una massa di terreno in movimento su un ammasso stabile sul quale attestare, per una certa lunghezza, l'allineamento di pali.
Il terreno, nelle due zone, ha una influenza diversa sull'elemento monoassiale (palo): di tipo sollecitativi nella parte superiore (palo passivo – terreno attivo) e di tipo resistivo nella zona sottostante (palo attivo – terreno passivo). Da questa interferenza, fra "sbarramento" e massa in movimento, scaturiscono le azioni stabilizzanti che devono perseguire le seguenti finalità:

1. conferire al pendio un coefficiente di sicurezza maggiore di quello posseduto;
2. essere assorbite dal manufatto garantendone l'integrità (le tensioni interne, derivanti dalle sollecitazioni massime trasmesse sulle varie sezioni del singolo palo, devono risultare inferiori a quelle ammissibili del materiale) e risultare inferiori al carico limite sopportabile dal terreno, calcolato, lateralmente considerando l'interazione (palo–terreno).

Carico limite relativo all'interazione fra i pali ed il terreno laterale

Nei vari tipi di terreno che non hanno un comportamento omogeneo, le deformazioni in corrispondenza della zona di contatto non sono legate fra di loro. Quindi, non potendo associare al materiale un modello di comportamento perfettamente elastico (ipotesi che potrebbe essere assunta per i materiali lapidei poco fratturati), generalmente si procede imponendo che il movimento di massa sia nello stato iniziale e che il terreno in adiacenza ai pali sia nella fase massima consentita di

plasticizzazione, oltre la quale si potrebbe verificare l'effetto indesiderato che il materiale possa defluire, attraverso la cortina di pali, nello spazio intercorrente fra un elemento e l'altro.



Imponendo inoltre che il carico assorbito dal terreno sia uguale a quello associato alla condizione limite ipotizzata e che fra due pali consecutivi, a seguito della spinta attiva, si instauri una sorta di effetto arco, gli autori T. Ito e T. Matsui (1975) hanno ricavato la relazione che permette di determinare il carico limite. A questa si è pervenuto facendo riferimento allo schema statico, disegnato nella figura precedente e alle ipotesi anzidette, che schematicamente si ribadiscono.

- Sotto l'azione della spinte attiva del terreno si formano due superfici di scorrimento localizzate in corrispondenza delle linee AEB ed A'E'B;
- Le direzioni EB ed E'B' formano con l'asse x rispettivamente angoli +(45 + φ/2) e –(45 + φ/2);
- Il volume di terreno, compreso nella zona delimitata dai vertici AEBB'E'A' ha un comportamento plastico, e quindi è consentita l'applicazione del criterio di rottura di Mohr-coulomb;
- La pressione attiva del terreno agisce sul piano A-A';
- I pali sono dotati di elevata rigidezza a flessione e taglio.

Detta espressione, riferita alla generica profondità Z, relativamente ad un spessore di terreno unitario, è la seguente:

$$P(Z) = C \cdot D_1 (D_1/D_2)^{k1} \left[1/\left(N_\varphi \text{tag}\varphi \left(e^{k2} - 2(N_\varphi)^{1/2} \text{tag}\varphi - 1 \right) + K3 \right] - C \left[D_1 \cdot K_3 - D_2/(N_\varphi)^{1/2} \right] + \gamma Z / N_\varphi \left[D_1 (D_1/D_2)^{k1} \cdot e^{k2} - D_2 \right]$$

dove i simboli utilizzati assumono il significato che segue:
C = coesione terreno;
φ = angolo di attrito terreno;
γ = peso specifico terreno;
D_1 = interasse tra i pali;
D_2 = spazio libero fra due pali consecutivi;
N_φ = $\text{tag}^2(\pi/4 + \varphi/2)$

$$K_1 = (N_\varphi)^{1/2} \text{tag}\varphi + N_\varphi - 1$$

$$K_2 = (D_1 - D_2)/D_2 \cdot N_\varphi \text{tag}(\pi/8 + \varphi/4)$$

$$K_3 = \left[2\text{tag}\varphi + 2(N_\varphi)^{1/2} + 1/(N_\varphi)^{1/2} \right] / \left[(N_\varphi)^{1/2} \text{tag}\varphi + N_\varphi - 1 \right]$$

La forza totale, relativamente ad uno strato di terreno in movimento di spessore H, è stata ottenuta integrando l'espressione precedente.

In presenza di terreni granulari (condizione drenata), nei quali si può assumere c = 0, l'espressione diventa:

$$P = 1/2\,\gamma \cdot H^2 \Big/ N_\varphi \left[D_1 (D_1/D_2)^{k1} \cdot e^{k2} - D_2\right]$$

Per terreni coesivi (condizioni non drenate), con φ = 0 e C ≠ 0, si ha:

$$P(z) = C\left[D_1\left(3\ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2)/D_2 \operatorname{tag} \pi/8\right) - 2(D_1 - D_2)\right] + \gamma \cdot Z(D_1 - D_2)$$

$$P = \int_0^H P(Z)dZ$$

$$P = C \cdot H\left[D_1\left(3\ln(D_1/D_2) + (D_1 - D_2)/D_2 \operatorname{tag} \pi/8\right) - 2(D_1 - D_2)\right] + 1/2\,\gamma H^2 (D_1 - D_2)$$

Il dimensionamento della cortina di pali, che come già detto deve conferire al pendio un incremento del coefficiente di sicurezza e garantire l'integrità del meccanismo palo-terreno, è abbastanza problematica. Infatti tenuto conto della complessità dell'espressione del carico P, influenzata da diversi fattori legati sia alle caratteristiche meccaniche del terreno sia alla geometria del manufatto, non è facile con una sola elaborazione pervenire alla soluzione ottimale. Per raggiungere lo scopo è necessario pertanto eseguire diversi tentativi finalizzati:

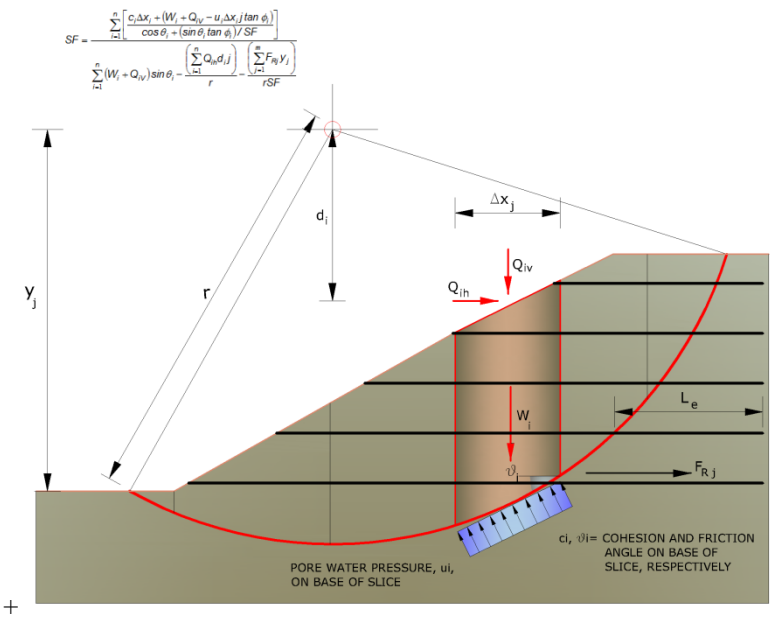
- A trovare, sul profilo topografico del pendio, la posizione che garantisca, a parità di altre condizioni, una distribuzione dei coefficienti di sicurezza più confortante;
- A determinare la disposizione planimetrica dei pali, caratterizzata dal rapporto fra interasse e distanza fra i pali (D2/D1), che consenta di sfruttare al meglio la resistenza del complesso palo-terreno; sperimentalmente è stato riscontrato che, escludendo i casi limiti ($D_2 = 0$ $P \rightarrow \infty$ e $D_2 = D_1$ $P \rightarrow$ valore minimo), i valori più idonei allo scopo sono quelli per i quali tale rapporto risulta compreso fra 0,60 e 0,80;
- A valutare la possibilità di inserire più file di pali ed eventualmente, in caso affermativo, valutare, per le file successive, la posizione che dia più garanzie in termini di sicurezza e di spreco di materiali;
- Ad adottare il tipo di vincolo più idoneo che consente di ottenere una distribuzione più regolare delle sollecitazioni; sperimentalmente è stato constatato che quello che assolve, in maniera più soddisfacente, allo scopo è il vincolo che impedisce le rotazioni alla testa del palo.

Metodo del carico limite di Broms

Nel caso in cui il palo sia caricato ortogonalmente all'asse, configurazione di carico presente se un palo inibisce il movimento di una massa in frana, la resistenza può essere affidata al suo carico limite orizzontale.
Il problema di calcolo del carico limite orizzontale è stato affrontato da Broms sia per il mezzo puramente coesivo che per il mezzo incoerente, il metodo di calcolo seguito è basato su alcune ipotesi semplificative per quanto attiene alla reazione esercitata dal terreno per unità di lunghezza di palo in condizioni limite e porta in conto anche la resistenza a rottura del palo (*Momento di plasticizzazione*).

Elemento Rinforzo

I Rinforzi sono degli elementi orizzontali, la loro messa in opera conferisce al terreno un incremento della resistenza allo scorrimento .
Se l'elemento di rinforzo interseca la superficie di scorrimento, la forza resistente sviluppata dall'elemento entra nell'equazione di equilibrio del singolo concio, in caso contrario l'elemento di rinforzo non ne influenza la stabilità.



Le verifiche di natura interna hanno lo scopo di valutare il livello di stabilità dell'ammasso rinforzato, quelle calcolate sono la verifica a rottura dell'elemento di rinforzo per trazione e la verifica a sfilamento (*Pullout*). Il parametro che fornisce la resistenza a trazione del rinforzo, T_{Allow}, si calcola dalla resistenza nominale del materiale con cui è realizzato il rinforzo ridotto da opportuni coefficienti che tengono conto dell'aggressività del terreno, danneggiamento per effetto creep e danneggiamento per installazione.
L' altro parametro è la resistenza a sfilamento (*Pullout*) che viene calcolata attraverso la seguente relazione:

$$T_{Pullout} = 2 \cdot Le \cdot \sigma'_v \cdot f_b \cdot \tan(\delta)$$

Per geosintetico a maglie chiuse:

$$f_b = \frac{\tan(\delta)}{\tan(\varphi)}$$

dove:

δ	Rappresenta l'angolo di attrito tra terreno e rinforzo;
$T_{Pullout}$	Resistenza mobilitata da un rinforzo ancorato per una lunghezza L_e all'interno della parte stabile del terreno;
L_e	Lunghezza di ancoraggio del rinforzo all'interno della parte stabile;
f_b	Coefficiente di *Pullout*;
σ'_v	Tensione verticale, calcolata alla profondità media del tratto di rinforzo ancorato al terreno.

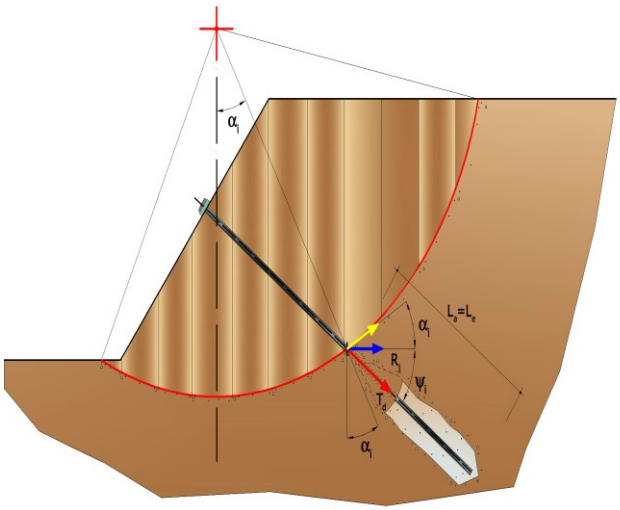
Ai fini della verifica si sceglie il valore minimo tra T_{Allow} e $T_{Pullout}$, la verifica interna verrà soddisfatta se la forza trasmessa dal rinforzo generata a tergo del tratto rinforzato non supera il valore della T'.

Ancoraggi
Gli ancoraggi, tiranti o chiodi, sono degli elementi strutturali in grado di sostenere forze di trazione in virtù di un'adeguata connessione al terreno.
Gli elementi caratterizzanti un tirante sono:

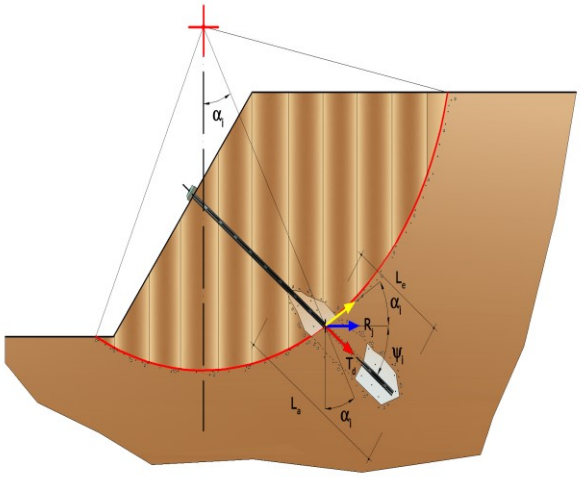
- **testata:** indica l'insieme degli elementi che hanno la funzione di trasmettere alla struttura ancorata la forza di trazione del tirante;
- **fondazione**: indica la parte del tirante che realizza la connessione con il terreno, trasmettendo al terreno stesso la forza di trazione del tirante.

Il tratto compreso tra la testata e la fondazione prende il nome di parte libera, mentre la fondazione (o bulbo) viene realizzata iniettando nel terreno, per un tratto terminale, tramite valvole a perdere, la malta, in genere cementizia. L'anima dell'ancoraggio è costituita da un'armatura, realizzata con barre, fili o trefoli.

Il tirante interviene nella stabilità in misura maggiore o minore efficacia a seconda se sarà totalmente o parzialmente (caso in cui è intercettato dalla superficie di scorrimento) ancorato alla parte stabile del terreno.



Bulbo completamente ancorato



Bulbo parzialmente ancorato

Le relazioni che esprimono la misura di sicurezza lungo una ipotetica superficie di scorrimento si modificheranno in presenza di ancoraggi (tirante attivo, passivo e chiodi) nel modo seguente:

- per i tiranti di *tipo attivo*, la loro resistenza si detrae dalle azioni (denominatore);

$$Fs = \frac{R_d}{E_d - \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos\alpha_i}}$$

- per tiranti di *tipo passivo e per i chiodi*, il loro contributo si somma alle resistenze (numeratore)

$$Fs = \frac{R_d + \sum_{i,j} R_{i,j} \cdot \frac{1}{\cos\alpha_i}}{E_d}$$

Con R_j si indica la resistenza dell'ancoraggio e viene calcolata dalla seguente espressione:

$$R_j = T_d \cdot \cos\Psi_i \cdot \left(\frac{1}{i}\right) \cdot \left(\frac{L_e}{L_a}\right)$$

dove:

T_d	tiro esercizio;
Ψ_i	inclinazione del tirante rispetto all'orizzontale;
i	interasse;
Le	lunghezza efficace;
La	lunghezza d'ancoraggio.

I due indici (i, j) riportati in sommatoria rappresentano rispettivamente l'i-esimo concio e il j-esimo ancoraggio intercettato dalla superficie di scorrimento dell'i-esimo concio.

TORRE T1 – SEZIONE B2 FRONTE DI SCAVO

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Lat./Long.	44.178466/8.097418 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	52.78 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	29.85 m
Ascissa vertice destro superiore xs	60.91 m
Ordinata vertice destro superiore ys	36.27 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:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.245	2.483	0.177
S.L.D.	50.0	0.324	2.526	0.199
S.L.V.	475.0	0.951	2.51	0.295
S.L.C.	975.0	1.275	2.528	0.309

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.294	0.2	0.006	0.003
S.L.D.	0.3888	0.2	0.0079	0.004
S.L.V.	1.1412	0.2	0.0233	0.0116
S.L.C.	1.53	0.27	0.0421	0.0211

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.042
Coefficiente azione sismica verticale 0.021

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2.0	7.2
2	4.4	7.2
3	5.6	7.2
4	5.8	7.8
5	6.2	8.6
6	11.2	10.8
7	15.2	17.4
8	19.6	17.4
9	20.1	18.0
10	27.2	18.0
11	28.8	18.0
12	37.2	18.0
13	56.4	18.0
14	58.8	22.3
15	60.2	24.4
16	60.6	25.2
17	70.0	26.0

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	2.0	7.2
2	4.4	7.2
3	5.6	7.2
4	5.8	7.8
5	6.2	8.6
6	11.2	10.8
7	24.4	16.9
8	27.2	18.0
9	28.8	18.0
10	37.2	18.0
11	56.4	18.0
12	58.8	22.3

13	60.2	24.4
14	60.6	25.2
15	70.0	26.0

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	2.0	6.2
2	4.4	7.2
3	4.4	7.2
4	5.6	7.2
5	5.8	7.8
6	8.2	8.4
7	24.4	15.9
8	28.8	18.0
9	37.2	18.0
10	56.4	18.0
11	58.8	22.3
12	60.2	24.4
13	60.2	24.4
14	70.0	25.2

Vertici strato 3

N	X (m)	y (m)
1	2.0	3.8
2	20.0	11.8
3	29.0	15.0
4	37.2	18.0
5	56.4	18.0
6	58.8	22.3
7	70.0	23.6

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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 (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10		35	21	21		
2	10		28	19	19		
3	120		40	24	24		
4	120		40	27	27		

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (Kg)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	STRIP 15x5	11.25	10.8	3	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
2	STRIP 15x5	12	12	4	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
3	STRIP 15x5	12.7	13.2	5	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
4	STRIP 15x5	13.45	14.4	5	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
5	STRIP 15x5	14.15	15.6	5	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
6	STRIP 15x5	14.85	16.8	5	0.6	1	60	20394	32	1	1-Attivato

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	3.44
Ascissa centro superficie	53.59 m
Ordinata centro superficie	33.06 m
Raggio superficie	14.95 m

==========

Numero di superfici esaminate....(221)

==========

N°	Xo	Yo	Ro	Fs

1	52.8	29.8	10.9	4.96
2	53.2	30.2	14.0	5.03
3	53.6	29.8	13.6	4.87
4	54.0	30.2	11.7	3.93
5	54.4	29.8	11.3	3.95
6	54.8	30.2	11.1	3.81
7	55.2	29.8	10.8	4.14
8	55.6	30.2	12.0	3.63
9	56.0	29.8	11.7	3.63
10	56.4	30.2	11.5	3.94
11	56.8	29.8	11.2	3.95
12	57.2	30.2	12.2	3.77
13	57.7	29.8	10.6	4.36
14	58.1	30.2	10.3	4.82
15	58.5	29.8	11.1	4.30
16	58.9	30.2	9.8	5.51
17	59.3	29.8	10.4	4.94
18	59.7	30.2	10.2	5.53
19	60.1	29.8	9.0	6.67
20	60.5	30.2	9.5	6.61
21	60.9	29.8	8.3	7.68
22	52.8	30.5	14.5	5.18
23	53.2	30.8	12.7	3.51
24	53.6	30.5	12.2	3.52
25	54.0	30.8	12.0	3.76
26	54.4	30.5	11.5	3.78
27	54.8	30.8	11.4	4.08
28	55.2	30.5	12.4	3.60
29	55.6	30.8	12.2	3.88
30	56.0	30.5	11.7	3.95
31	56.4	30.8	13.0	3.95
32	56.8	30.5	11.2	4.30
33	57.2	30.8	12.3	4.00
34	57.7	30.5	11.9	4.08
35	58.1	30.8	11.6	4.48
36	58.5	30.5	10.1	4.89
37	58.9	30.8	11.0	5.12
38	59.3	30.5	10.6	5.31
39	59.7	30.8	9.3	6.65
40	60.1	30.5	9.0	6.84
41	60.5	30.8	9.7	6.58
42	60.9	30.5	9.3	6.99
43	52.8	31.1	16.4	5.11
44	53.2	31.5	13.0	3.73
45	53.6	31.1	12.5	3.74
46	54.0	31.5	12.3	4.02

47	54.4	31.1	11.9	4.05
48	54.8	31.5	13.2	3.73
49	55.2	31.1	12.7	3.79
50	55.6	31.5	12.5	4.10
51	56.0	31.1	13.5	4.07
52	56.4	31.5	13.2	3.80
53	56.8	31.1	12.7	3.90
54	57.2	31.5	12.5	4.23
55	57.7	31.1	10.7	4.82
56	58.1	31.5	10.5	5.48
57	58.5	31.1	10.2	5.53
58	58.9	31.5	11.2	5.54
59	59.3	31.1	10.8	5.74
60	59.7	31.5	9.5	7.75
61	60.1	31.1	9.1	7.95
62	60.5	31.5	9.0	9.75
63	60.9	31.1	8.6	10.13
64	52.8	31.8	13.5	3.72
65	53.2	32.1	13.3	3.98
66	53.6	31.8	12.8	4.00
67	54.0	32.1	12.7	4.31
68	54.4	31.8	13.7	3.68
69	54.8	32.1	13.5	3.96
70	55.2	31.8	13.0	4.02
71	55.6	32.1	12.8	3.95
72	56.0	31.8	12.3	4.04
73	56.4	32.1	13.5	3.99
74	56.8	31.8	13.0	4.10
75	57.2	32.1	11.5	5.05
76	57.7	31.8	11.0	5.23
77	58.1	32.1	12.1	4.66
78	58.5	31.8	11.6	4.86
79	58.9	32.1	10.2	7.27
80	59.3	31.8	11.0	5.71
81	59.7	32.1	10.8	6.57
82	60.1	31.8	10.4	6.89
83	60.5	32.1	10.2	8.16
84	60.9	31.8	9.8	8.72
85	52.8	32.4	13.8	3.95
86	53.2	32.7	13.6	4.25
87	53.6	32.4	13.2	4.28
88	54.0	32.7	14.5	3.48
89	54.4	32.4	14.0	3.89
90	54.8	32.7	13.8	3.81
91	55.2	32.4	13.3	3.87
92	55.6	32.7	14.5	3.80
93	56.0	32.4	14.0	3.89

94	56.4	32.7	13.8	4.20
95	56.8	32.4	13.3	4.32
96	57.2	32.7	13.1	4.31
97	57.7	32.4	11.3	5.70
98	58.1	32.7	11.2	6.49
99	58.5	32.4	12.0	5.18
100	58.9	32.7	11.8	5.83
101	59.3	32.4	10.1	8.58
102	59.7	32.7	11.1	7.11
103	60.1	32.4	10.6	7.66
104	60.5	32.7	8.2	5.68
105	60.9	32.4	7.9	6.22
106	52.8	33.1	14.1	4.23
107	53.2	33.4	14.0	4.55
108	53.6	33.1	15.0	3.44
109	54.0	33.4	14.8	3.69
110	54.4	33.1	14.3	3.74
111	54.8	33.4	14.1	4.03
112	55.2	33.1	15.0	3.72
113	55.6	33.4	14.8	3.99
114	56.0	33.1	14.3	4.09
115	56.4	33.4	12.8	5.08
116	56.8	33.1	13.6	4.18
117	57.2	33.4	13.5	4.59
118	57.7	33.1	13.0	4.76
119	58.1	33.4	11.6	7.09
120	58.5	33.1	11.1	7.54
121	58.9	33.4	12.2	6.27
122	59.3	33.1	10.5	9.54
123	59.7	33.4	11.5	7.71
124	60.1	33.1	9.9	11.79
125	60.5	33.4	9.8	15.44
126	60.9	33.1	10.4	11.03
127	52.8	33.7	14.5	4.52
128	53.2	34.0	15.8	3.59
129	53.6	33.7	15.3	3.64
130	54.0	34.0	15.1	3.90
131	54.4	33.7	14.6	3.96
132	54.8	34.0	15.8	3.82
133	55.2	33.7	15.3	3.90
134	55.6	34.0	15.2	3.84
135	56.0	33.7	14.6	3.94
136	56.4	34.0	14.5	4.28
137	56.8	33.7	14.0	4.42
138	57.2	34.0	12.6	6.43
139	57.7	33.7	12.1	6.74
140	58.1	34.0	13.2	5.64

141	58.5	33.7	12.7	5.93
142	58.9	34.0	12.6	6.75
143	59.3	33.7	12.0	7.19
144	59.7	34.0	11.9	8.38
145	60.1	33.7	11.4	9.11
146	60.5	34.0	11.3	10.91
147	60.9	33.7	10.8	12.15
148	52.8	34.3	16.3	3.53
149	53.2	34.7	16.1	3.78
150	53.6	34.3	15.6	3.84
151	54.0	34.7	15.5	4.12
152	54.4	34.3	16.3	3.74
153	54.8	34.7	14.8	4.57
154	55.2	34.3	14.3	4.68
155	55.6	34.7	15.5	4.05
156	56.0	34.3	15.0	4.16
157	56.4	34.7	14.9	4.53
158	56.8	34.3	13.1	6.16
159	57.2	34.7	13.0	7.00
160	57.7	34.3	13.7	5.39
161	58.1	34.7	12.4	8.57
162	58.5	34.3	13.1	6.37
163	58.9	34.7	13.0	7.28
164	59.3	34.3	12.4	7.78
165	59.7	34.7	12.4	9.14
166	60.1	34.3	11.8	9.93
167	60.5	34.7	10.7	19.22
168	60.9	34.3	11.3	13.41
169	52.8	35.0	16.6	3.73
170	53.2	35.3	16.5	3.99
171	53.6	35.0	16.0	4.05
172	54.0	35.3	17.2	3.53
173	54.4	35.0	16.7	3.60
174	54.8	35.3	16.5	3.86
175	55.2	35.0	16.0	3.95
176	55.6	35.3	15.9	4.27
177	56.0	35.0	14.1	5.72
178	56.4	35.3	15.2	4.81
179	56.8	35.0	13.5	6.68
180	57.2	35.3	14.6	5.51
181	57.7	35.0	14.1	5.76
182	58.1	35.3	14.0	6.48
183	58.5	35.0	12.3	9.15
184	58.9	35.3	13.4	7.86
185	59.3	35.0	12.9	8.44
186	59.7	35.3	11.7	15.72
187	60.1	35.0	12.3	10.84

188	60.5	35.3	11.2	20.00
189	60.9	35.0	10.7	20.00
190	52.8	35.6	17.0	3.93
191	53.2	36.0	16.9	4.21
192	53.6	35.6	16.4	4.29
193	54.0	36.0	17.5	3.70
194	54.4	35.6	15.7	4.76
195	54.8	36.0	16.9	4.05
196	55.2	35.6	16.4	4.16
197	55.6	36.0	16.3	4.50
198	56.0	35.6	14.5	6.17
199	56.4	36.0	14.4	6.94
200	56.8	35.6	13.9	7.26
201	57.2	36.0	15.0	5.87
202	57.7	35.6	13.3	8.86
203	58.1	36.0	14.4	6.95
204	58.5	35.6	12.8	10.19
205	58.9	36.0	13.8	8.50
206	59.3	35.6	12.2	13.89
207	59.7	36.0	12.2	16.27
208	60.1	35.6	11.7	19.09
209	60.5	36.0	12.7	13.17
210	60.9	35.6	11.1	6.02
211	52.8	36.3	17.4	4.15
212	53.6	36.3	18.1	3.62
213	54.4	36.3	17.4	3.96
214	55.2	36.3	16.8	4.38
215	56.0	36.3	14.9	6.66
216	56.8	36.3	15.5	5.63
217	57.7	36.3	14.9	6.59
218	58.5	36.3	14.3	7.94
219	59.3	36.3	12.7	14.20
220	60.1	36.3	12.1	20.00
221	60.9	36.3	11.6	7.32

==========

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (Kg)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--

9	--
10	--

TORRE T1 – SEZIONE B2 SCARPATA IN RIPORTI

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Lat./Long.	44.178466/8.097418 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-3.42 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	25.26 m
Ascissa vertice destro superiore xs	15.83 m
Ordinata vertice destro superiore ys	35.77 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:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.245	2.483	0.177
S.L.D.	50.0	0.324	2.526	0.199
S.L.V.	475.0	0.951	2.51	0.295
S.L.C.	975.0	1.275	2.528	0.309

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.294	0.2	0.006	0.003
S.L.D.	0.3888	0.2	0.0079	0.004
S.L.V.	1.1412	0.2	0.0233	0.0116
S.L.C.	1.53	0.27	0.0421	0.0211

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0421
Coefficiente azione sismica verticale 0.0211

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	2.0	7.2
2	4.4	7.2
3	5.6	7.2
4	5.8	7.8
5	6.2	8.6
6	11.2	10.8
7	15.2	17.4
8	19.6	17.4
9	20.1	18.0
10	27.2	18.0
11	28.8	18.0
12	37.2	18.0
13	56.4	18.0
14	58.8	22.3
15	60.2	24.4
16	60.6	25.2
17	70.0	26.0

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	2.0	7.2
2	4.4	7.2
3	5.6	7.2
4	5.8	7.8
5	6.2	8.6
6	11.2	10.8
7	24.4	16.9
8	27.2	18.0
9	28.8	18.0
10	37.2	18.0
11	56.4	18.0
12	58.8	22.3

13	60.2	24.4
14	60.6	25.2
15	70.0	26.0

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	2.0	6.2
2	4.4	7.2
3	4.4	7.2
4	5.6	7.2
5	5.8	7.8
6	8.2	8.4
7	24.4	15.9
8	28.8	18.0
9	37.2	18.0
10	56.4	18.0
11	58.8	22.3
12	60.2	24.4
13	60.2	24.4
14	70.0	25.2

Vertici strato 3

N	X (m)	y (m)
1	2.0	3.8
2	20.0	11.8
3	29.0	15.0
4	37.2	18.0
5	56.4	18.0
6	58.8	22.3
7	70.0	23.6

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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 (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10		35	21	21		
2	10		28	19	19		
3	120		40	24	24		
4	120		40	27	27		

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (Kg)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	STRIP 15x5	11.25	10.8	3	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
2	STRIP 15x5	12	12	4	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
3	STRIP 15x5	12.7	13.2	5	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
4	STRIP 15x5	13.45	14.4	5	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
5	STRIP 15x5	14.15	15.6	5	1.2	1	60	20394	32	1	1-Attivato
6	STRIP 15x5	14.85	16.8	5	0.6	1	60	20394	32	1	1-Attivato

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato	1.35
Ascissa centro superficie	8.13 m
Ordinata centro superficie	33.67 m
Raggio superficie	22.93 m

==========

Numero di superfici esaminate....(181)

==========

N°	Xo	Yo	Ro	Fs

==========

1	1.4	25.8	17.3	20.00
2	3.3	25.8	16.0	20.00
3	4.3	25.3	15.5	20.00
4	5.2	25.8	17.5	2.85
5	6.2	25.3	14.4	20.00
6	7.2	25.8	17.8	3.29
7	8.1	25.3	15.9	2.57
8	9.1	25.8	16.4	3.18
9	10.1	25.3	14.3	1.44
10	11.0	25.8	14.7	2.18
11	12.0	25.3	18.6	3.82
12	12.9	25.8	13.4	1.68
13	13.9	25.3	13.2	3.32
14	14.9	25.8	11.3	2.48
15	15.8	25.3	11.6	2.32
16	1.4	26.8	18.3	20.00
17	3.3	26.8	17.0	20.00
18	4.3	26.3	16.6	20.00
19	5.2	26.8	18.5	2.66
20	6.2	26.3	15.3	20.00
21	7.2	26.8	17.2	2.02
22	8.1	26.3	16.8	2.69
23	9.1	26.8	17.3	2.94
24	10.1	26.3	15.1	2.85
25	11.0	26.8	15.4	1.70
26	12.0	26.3	15.1	3.18
27	12.9	26.8	16.0	3.94
28	13.9	26.3	13.9	2.58
29	14.9	26.8	11.9	3.35
30	15.8	26.3	11.9	2.83
31	0.4	27.4	18.9	20.00
32	2.4	27.4	17.6	20.00
33	3.3	27.9	18.1	20.00
34	4.3	27.4	16.3	20.00
35	5.2	27.9	19.5	2.66
36	6.2	27.4	16.2	20.00
37	7.2	27.9	18.1	1.81
38	8.1	27.4	17.7	3.09
39	9.1	27.9	18.1	3.26
40	10.1	27.4	17.8	3.56
41	11.0	27.9	16.2	3.17
42	12.0	27.4	15.8	2.73
43	12.9	27.9	16.5	4.07
44	13.9	27.4	14.7	1.75
45	14.9	27.9	15.0	3.06
46	15.8	27.4	12.2	3.76
47	0.4	28.4	20.0	20.00

48	2.4	28.4	18.6	20.00
49	3.3	28.9	19.1	20.00
50	4.3	28.4	17.3	20.00
51	5.2	28.9	17.6	20.00
52	6.2	28.4	20.1	2.97
53	7.2	28.9	19.0	2.23
54	8.1	28.4	20.3	3.63
55	9.1	28.9	19.0	3.19
56	10.1	28.4	18.7	3.70
57	11.0	28.9	19.2	3.84
58	12.0	28.4	21.2	3.96
59	12.9	28.9	21.9	4.05
60	13.9	28.4	15.1	1.93
61	14.9	28.9	15.7	2.06
62	15.8	28.4	12.7	3.79
63	1.4	30.0	20.2	20.00
64	2.4	29.5	19.7	20.00
65	3.3	30.0	21.5	11.98
66	4.3	29.5	18.2	20.00
67	5.2	30.0	21.5	2.71
68	6.2	29.5	21.0	2.94
69	7.2	30.0	19.8	3.22
70	8.1	29.5	19.4	2.79
71	9.1	30.0	19.9	3.25
72	10.1	29.5	19.5	3.84
73	11.0	30.0	17.8	2.15
74	12.0	29.5	17.4	1.46
75	12.9	30.0	17.8	3.03
76	13.9	29.5	20.4	4.36
77	14.9	30.0	16.3	2.24
78	15.8	29.5	16.0	3.77
79	-0.5	31.0	22.7	20.00
80	0.4	30.5	22.1	20.00
81	1.4	31.0	21.2	20.00
82	2.4	30.5	20.7	20.00
83	3.3	31.0	22.5	4.01
84	4.3	30.5	21.9	2.57
85	5.2	31.0	22.4	3.14
86	6.2	30.5	22.0	3.19
87	7.2	31.0	22.6	3.60
88	8.1	30.5	20.3	3.34
89	9.1	31.0	22.8	4.10
90	10.1	30.5	20.4	3.69
91	11.0	31.0	23.2	4.08
92	12.0	30.5	18.2	1.71
93	12.9	31.0	18.5	1.66
94	13.9	30.5	15.9	2.54

95	14.9	31.0	24.5	4.32
96	15.8	30.5	16.7	2.48
97	-1.5	31.6	23.3	20.00
98	0.4	31.6	21.8	20.00
99	1.4	32.1	22.3	20.00
100	2.4	31.6	21.7	20.00
101	3.3	32.1	20.5	20.00
102	4.3	31.6	19.8	20.00
103	5.2	32.1	23.4	3.08
104	6.2	31.6	23.0	3.07
105	7.2	32.1	21.6	1.67
106	8.1	31.6	23.1	3.60
107	9.1	32.1	21.6	5.35
108	10.1	31.6	21.2	3.77
109	11.0	32.1	21.7	3.86
110	12.0	31.6	18.9	3.28
111	12.9	32.1	19.3	2.77
112	13.9	31.6	24.4	4.31
113	14.9	32.1	17.2	3.02
114	15.8	31.6	17.5	2.68
115	-2.5	33.1	25.0	20.00
116	0.4	32.6	22.9	20.00
117	1.4	33.1	23.2	20.00
118	2.4	32.6	22.6	20.00
119	3.3	33.1	21.3	20.00
120	4.3	32.6	20.7	20.00
121	5.2	33.1	20.9	20.00
122	6.2	32.6	23.9	3.47
123	7.2	33.1	22.5	2.06
124	8.1	32.6	22.0	3.15
125	9.1	33.1	24.7	3.98
126	10.1	32.6	22.1	6.48
127	11.0	33.1	22.6	3.95
128	12.0	32.6	24.8	4.00
129	12.9	33.1	25.5	4.09
130	13.9	32.6	16.9	3.57
131	14.9	33.1	23.3	5.10
132	15.8	32.6	18.0	3.04
133	-2.5	34.2	26.1	20.00
134	-1.5	33.7	25.4	20.00
135	-0.5	34.2	24.5	20.00
136	0.4	33.7	23.9	20.00
137	1.4	34.2	24.1	20.00
138	2.4	33.7	23.5	20.00
139	3.3	34.2	25.4	1.78
140	4.3	33.7	21.5	20.00
141	5.2	34.2	21.7	20.00

142	6.2	33.7	24.9	3.78
143	7.2	34.2	23.4	2.82
144	8.1	33.7	22.9	1.35
145	9.1	34.2	23.4	3.28
146	10.1	33.7	20.6	3.76
147	11.0	34.2	20.9	2.72
148	12.0	33.7	23.1	5.07
149	12.9	34.2	20.9	1.98
150	13.9	33.7	20.5	2.04
151	14.9	34.2	26.9	4.51
152	15.8	33.7	18.5	3.61
153	-2.5	35.2	27.1	20.00
154	-0.5	35.2	25.5	20.00
155	0.4	34.7	24.8	20.00
156	1.4	35.2	25.0	20.00
157	2.4	34.7	24.4	20.00
158	3.3	35.2	26.4	1.62
159	4.3	34.7	22.3	20.00
160	5.2	35.2	22.5	20.00
161	6.2	34.7	25.9	3.84
162	7.2	35.2	24.3	3.59
163	8.1	34.7	23.8	1.65
164	9.1	35.2	24.3	3.10
165	10.1	34.7	23.8	3.84
166	11.0	35.2	24.3	4.41
167	12.0	34.7	21.3	2.26
168	12.9	35.2	21.6	2.15
169	13.9	34.7	21.2	2.13
170	14.9	35.2	21.6	3.89
171	15.8	34.7	18.9	4.32
172	-1.5	35.8	27.5	20.00
173	0.4	35.8	25.7	20.00
174	2.4	35.8	26.9	12.98
175	4.3	35.8	26.8	3.45
176	6.2	35.8	22.8	20.00
177	8.1	35.8	24.7	2.16
178	10.1	35.8	24.7	4.01
179	12.0	35.8	22.1	4.39
180	13.9	35.8	22.0	2.29
181	15.8	35.8	25.5	5.68

==========

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (Kg)
1	--
2	--
3	--

4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	--
10	--

TORRE T1 – SEZIONE B3 FRONTE DI SCAVO

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Lat./Long.	44.178466/8.097418 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	3.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	22.86 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	22.48 m
Ascissa vertice destro superiore xs	44.94 m
Ordinata vertice destro superiore ys	39.92 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:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.245	2.483	0.177
S.L.D.	50.0	0.324	2.526	0.199
S.L.V.	475.0	0.951	2.51	0.295
S.L.C.	975.0	1.275	2.528	0.309

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.294	0.2	0.006	0.003
S.L.D.	0.3888	0.2	0.0079	0.004
S.L.V.	1.1412	0.2	0.0233	0.0116
S.L.C.	1.53	0.27	0.0421	0.0211

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.042
Coefficiente azione sismica verticale 0.021

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	6.0	9.2
2	11.8	11.0
3	15.0	11.0
4	15.0	10.8
5	15.0	8.3
6	15.0	8.0
7	40.0	8.0
8	40.0	11.0
9	42.0	14.6
10	43.4	17.0
11	47.6	17.0
12	48.6	18.9
13	49.2	20.2
14	62.0	22.0

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	6.0	8.2
2	15.0	10.8
3	15.0	8.3
4	15.0	8.0
5	40.0	8.0
6	40.0	11.0
7	42.0	14.6
8	43.4	17.0
9	47.6	17.0
10	48.6	18.9
11	62.0	21.0

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	6.0	5.8
2	15.0	8.3

3	15.0	8.0
4	40.0	8.0
5	40.0	11.0
6	42.0	14.6
7	62.0	19.4

Coefficienti parziali azioni

Sfavorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili	1.0	1.0

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 (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10		28	19	19		
2	120		40	24	24		
3	120		40	27	27		

Risultati analisi pendio [A2+M2+R2]

Fs minimo individuato	2.61
Ascissa centro superficie	32.8 m
Ordinata centro superficie	32.07 m
Raggio superficie	23.98 m

Numero di superfici esaminate....(181)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	22.9	22.5	17.2	20.00
2	24.0	23.3	18.0	20.00
3	30.6	23.3	15.3	7.05
4	31.7	22.5	14.3	4.98
5	32.8	23.3	15.2	3.37

6	33.9	22.5	14.2	3.04
7	35.0	23.3	15.0	3.05
8	36.1	22.5	14.1	2.87
9	37.2	23.3	14.5	2.85
10	38.3	22.5	13.5	2.84
11	39.4	23.3	15.6	2.80
12	40.5	22.5	14.8	2.83
13	41.6	23.3	15.8	2.88
14	42.7	22.5	15.1	2.98
15	43.8	23.3	16.6	3.11
16	44.9	22.5	13.9	3.53
17	22.9	24.2	18.9	20.00
18	24.0	25.1	19.8	20.00
19	30.6	25.1	17.0	4.83
20	31.7	24.2	16.1	3.89
21	32.8	25.1	16.9	3.44
22	33.9	24.2	16.0	3.35
23	35.0	25.1	16.3	3.12
24	36.1	24.2	15.4	2.94
25	37.2	25.1	15.7	3.00
26	38.3	24.2	16.6	2.90
27	39.4	25.1	17.0	2.62
28	40.5	24.2	16.2	2.69
29	41.6	25.1	16.8	2.86
30	42.7	24.2	16.0	2.98
31	43.8	25.1	16.9	3.16
32	44.9	24.2	14.2	3.82
33	22.9	26.0	20.5	20.00
34	24.0	26.8	21.4	20.00
35	25.1	26.0	20.7	20.00
36	29.5	26.0	17.9	6.26
37	30.6	26.8	18.7	4.01
38	31.7	26.0	17.8	3.49
39	32.8	26.8	18.2	3.78
40	33.9	26.0	17.3	3.41
41	35.0	26.8	17.6	3.30
42	36.1	26.0	18.4	3.14
43	37.2	26.8	20.9	3.15
44	38.3	26.0	16.0	3.19
45	39.4	26.8	18.4	2.70
46	40.5	26.0	17.5	2.78
47	41.6	26.8	17.0	3.21
48	42.7	26.0	18.0	2.97
49	43.8	26.8	17.3	3.45
50	44.9	26.0	16.1	3.76
51	22.9	27.7	22.1	20.00
52	24.0	28.6	23.0	20.00

53	25.1	27.7	22.3	20.00
54	28.4	28.6	20.6	6.04
55	29.5	27.7	19.7	4.83
56	30.6	28.6	20.1	4.08
57	31.7	27.7	19.2	4.00
58	32.8	28.6	19.5	3.60
59	33.9	27.7	18.5	3.57
60	35.0	28.6	18.8	3.19
61	36.1	27.7	21.8	3.29
62	37.2	28.6	20.3	2.65
63	38.3	27.7	19.4	2.66
64	39.4	28.6	21.3	2.93
65	40.5	27.7	17.8	3.15
66	41.6	28.6	17.4	3.67
67	42.7	27.7	18.3	3.25
68	43.8	28.6	17.7	3.80
69	44.9	27.7	15.1	4.62
70	24.0	30.3	24.5	20.00
71	25.1	29.5	23.9	20.00
72	28.4	30.3	22.0	5.54
73	29.5	29.5	21.1	4.69
74	30.6	30.3	21.4	4.43
75	31.7	29.5	20.4	4.01
76	32.8	30.3	20.7	4.29
77	33.9	29.5	23.6	3.47
78	35.0	30.3	22.1	2.67
79	36.1	29.5	21.2	2.63
80	37.2	30.3	21.6	2.79
81	38.3	29.5	20.3	2.90
82	39.4	30.3	21.8	2.81
83	40.5	29.5	20.5	2.95
84	41.6	30.3	19.9	3.43
85	42.7	29.5	18.8	3.60
86	43.8	30.3	18.3	4.21
87	44.9	29.5	17.2	4.45
88	24.0	32.1	26.1	20.00
89	28.4	32.1	23.3	5.88
90	29.5	31.2	22.3	5.00
91	30.6	32.1	22.6	4.82
92	31.7	31.2	25.3	4.00
93	32.8	32.1	24.0	2.61
94	33.9	31.2	23.1	2.74
95	35.0	32.1	23.5	2.81
96	36.1	31.2	22.6	2.77
97	37.2	32.1	22.0	3.24
98	38.3	31.2	23.1	2.69
99	39.4	32.1	22.4	3.13

100	40.5	31.2	21.0	3.30
101	41.6	32.1	18.4	4.73
102	42.7	31.2	19.5	4.01
103	43.8	32.1	17.3	5.82
104	44.9	31.2	17.9	5.00
105	22.9	32.9	26.8	20.00
106	25.1	32.9	27.0	20.00
107	28.4	33.8	24.5	6.39
108	29.5	32.9	23.5	5.44
109	30.6	33.8	23.8	5.33
110	31.7	32.9	24.9	2.77
111	32.8	33.8	25.4	2.72
112	33.9	32.9	24.5	2.84
113	35.0	33.8	24.7	3.04
114	36.1	32.9	23.4	3.13
115	37.2	33.8	25.0	2.83
116	38.3	32.9	23.7	2.98
117	39.4	33.8	20.6	4.67
118	40.5	32.9	19.3	4.91
119	41.6	33.8	19.1	6.14
120	42.7	32.9	20.2	4.53
121	43.8	33.8	19.8	5.01
122	44.9	32.9	18.7	5.27
123	24.0	35.6	29.2	20.00
124	25.1	34.7	28.6	20.00
125	28.4	35.6	25.7	7.14
126	29.5	34.7	24.8	6.04
127	30.6	35.6	27.2	3.06
128	31.7	34.7	26.3	2.85
129	32.8	35.6	26.8	2.83
130	33.9	34.7	25.9	2.77
131	35.0	35.6	25.3	3.32
132	36.1	34.7	26.4	2.72
133	37.2	35.6	23.3	4.30
134	38.3	34.7	21.9	4.47
135	39.4	35.6	21.3	6.19
136	40.5	34.7	22.5	3.89
137	41.6	35.6	22.1	4.63
138	42.7	34.7	18.9	8.27
139	44.9	34.7	16.2	5.13
140	24.0	37.3	30.8	20.00
141	28.4	37.3	29.1	3.62
142	29.5	36.4	28.1	3.26
143	30.6	37.3	28.6	3.14
144	31.7	36.4	27.7	2.96
145	32.8	37.3	27.9	3.09
146	33.9	36.4	26.6	3.23

147	35.0	37.3	25.9	4.02
148	36.1	36.4	27.1	3.04
149	37.2	37.3	26.5	3.33
150	38.3	36.4	22.6	5.85
151	39.4	37.3	24.7	4.23
152	40.5	36.4	23.3	4.49
153	41.6	37.3	23.0	5.45
154	42.7	36.4	21.9	5.66
155	43.8	37.3	19.7	8.90
156	44.9	36.4	18.8	9.14
157	26.2	39.0	30.2	6.24
158	27.3	38.2	29.7	4.42
159	28.4	39.0	30.5	3.74
160	29.5	38.2	29.5	3.44
161	30.6	39.0	30.0	3.28
162	31.7	38.2	29.1	3.09
163	32.8	39.0	28.6	3.72
164	33.9	38.2	27.3	3.82
165	35.0	39.0	26.6	4.97
166	36.1	38.2	25.3	5.33
167	37.2	39.0	27.4	3.76
168	38.3	38.2	23.4	8.73
169	39.4	39.0	25.6	4.95
170	40.5	38.2	24.2	5.31
171	41.6	39.0	21.5	5.06
172	42.7	38.2	22.9	6.85
173	43.8	39.0	20.6	3.11
174	44.9	38.2	19.7	6.56
175	27.3	39.9	31.1	4.89
176	29.5	39.9	30.9	3.55
177	31.7	39.9	29.9	3.64
178	33.9	39.9	30.7	2.93
179	36.1	39.9	28.8	3.59
180	38.3	39.9	27.0	4.64
181	42.7	39.9	23.9	8.58

TORRE T2 – SEZIONE B12 FRONTE DI SCAVO

Analisi di stabilità dei pendii con : ZENG LIANG (1995)

Lat./Long.	44.178437/8.097526 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	41.14 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	30.11 m
Ascissa vertice destro superiore xs	51.17 m
Ordinata vertice destro superiore ys	38.89 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:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.245	2.483	0.177
S.L.D.	50.0	0.324	2.526	0.199
S.L.V.	475.0	0.951	2.51	0.295
S.L.C.	975.0	1.275	2.528	0.309

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.294	0.2	0.006	0.003
S.L.D.	0.3888	0.2	0.0079	0.004
S.L.V.	1.1412	0.2	0.0233	0.0116
S.L.C.	1.53	0.27	0.0421	0.0211

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0421
Coefficiente azione sismica verticale 0.0211

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	6.6
2	7.6	10.0
3	10.6	10.6
4	12.8	14.0
5	21.7	14.0
6	22.6	14.0
7	26.0	14.0
8	26.0	13.4
9	26.0	11.0
10	51.0	11.0
11	51.0	14.0
12	52.6	16.6
13	53.4	18.2
14	53.6	18.7
15	58.0	17.8
16	64.0	16.2

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	6.6
2	7.6	10.0
3	10.6	10.6
4	11.6	11.0
5	14.6	11.0
6	15.0	11.8
7	16.4	12.0
8	18.0	13.0
9	21.7	14.0
10	22.6	14.0
11	26.0	14.0
12	26.0	13.4

13	26.0	11.0
14	51.0	11.0
15	51.0	14.0
16	52.6	16.6
17	53.4	18.2
18	53.6	18.7
19	58.0	17.8
20	64.0	16.2

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	6.0
2	7.4	9.4
3	12.0	10.6
4	15.2	11.0
5	22.6	14.0
6	26.0	14.0
7	26.0	13.4
8	26.0	11.0
9	51.0	11.0
10	51.0	14.0
11	52.6	16.6
12	53.4	18.2
13	57.4	17.4
14	64.0	15.6

Vertici strato 3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	3.8
2	10.2	7.8
3	16.2	9.6
4	26.0	13.4
5	26.0	11.0
6	51.0	11.0
7	51.0	14.0
8	52.6	16.6
9	57.4	15.8
10	64.0	14.0

Coefficienti parziali azioni

==========

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0

==========

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 (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10		35	21	21		
2	10		28	19	19		
3	120		40	24	24		
4	120		40	27	27		

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (Kg)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	STRIP 15x5	10.65	10.6	3	1.2	1	58	0	32	1	1-Attivato
2	STRIP 15x5	11.4	11.8	4	1.2	1	58	0	32	1	1-Attivato
3	STRIP 15x5	12.2	13	5	1	0.8	58	0	32	1	1-Attivato

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	3.47
Ascissa centro superficie	45.15 m
Ordinata centro superficie	30.99 m
Raggio superficie	19.93 m

Numero di superfici esaminate....(215)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	41.1	30.1	24.5	9.13

2	41.6	30.6	22.2	7.57
3	42.1	30.1	21.6	7.01
4	42.6	30.6	19.3	4.10
5	43.1	30.1	18.7	4.12
6	43.6	30.6	18.6	4.49
7	44.2	30.1	18.0	4.56
8	44.7	30.6	18.0	5.04
9	45.2	30.1	17.3	5.15
10	45.7	30.6	19.3	3.56
11	46.2	30.1	18.6	3.65
12	46.7	30.6	18.6	4.02
13	47.2	30.1	17.9	4.14
14	47.7	30.6	17.9	4.59
15	48.2	30.1	17.2	4.81
16	48.7	30.6	17.2	5.43
17	49.2	30.1	18.4	4.54
18	49.7	30.6	16.5	6.64
19	50.2	30.1	17.8	5.40
20	50.7	30.6	17.7	5.74
21	51.2	30.1	17.0	6.15
22	41.6	31.4	22.8	7.35
23	42.1	31.0	20.0	4.06
24	42.6	31.4	19.9	4.39
25	43.1	31.0	19.3	4.44
26	43.6	31.4	19.2	4.86
27	44.2	31.0	18.6	4.96
28	44.7	31.4	22.6	5.67
29	45.2	31.0	19.9	3.47
30	45.7	31.4	19.9	3.79
31	46.2	31.0	19.2	3.88
32	46.7	31.4	19.2	4.26
33	47.2	31.0	18.5	4.44
34	47.7	31.4	20.4	3.98
35	48.2	31.0	19.8	4.15
36	48.7	31.4	19.7	4.59
37	49.2	31.0	17.2	6.26
38	49.7	31.4	19.0	5.06
39	50.2	31.0	18.3	5.35
40	50.7	31.4	18.3	6.23
41	51.2	31.0	17.6	6.69
42	41.6	32.3	21.2	4.30
43	42.1	31.9	20.6	4.35
44	42.6	32.3	20.5	4.72
45	43.1	31.9	19.9	4.79
46	43.6	32.3	19.9	5.28
47	44.2	31.9	19.2	5.38
48	44.7	32.3	21.2	3.61

49	45.2	31.9	20.5	3.68
50	45.7	32.3	20.5	4.00
51	46.2	31.9	19.8	4.15
52	46.7	32.3	19.8	4.55
53	47.2	31.9	19.2	4.75
54	47.7	32.3	19.1	5.37
55	48.2	31.9	18.5	5.63
56	48.7	32.3	20.3	4.58
57	49.2	31.9	19.6	4.78
58	49.7	32.3	19.6	5.45
59	50.2	31.9	17.0	8.94
60	50.7	32.3	16.9	10.97
61	51.2	31.9	16.2	12.16
62	41.1	32.7	24.0	8.03
63	41.6	33.2	21.8	4.61
64	42.1	32.7	21.2	4.66
65	42.6	33.2	21.2	5.09
66	43.1	32.7	20.5	5.17
67	43.6	33.2	20.5	5.69
68	44.2	32.7	19.8	5.79
69	44.7	33.2	21.8	3.80
70	45.2	32.7	21.1	3.91
71	45.7	33.2	21.1	4.26
72	46.2	32.7	20.5	4.42
73	46.7	33.2	20.4	4.97
74	47.2	32.7	19.7	5.18
75	47.7	33.2	19.6	6.03
76	48.2	32.7	20.9	4.67
77	48.7	33.2	20.9	4.90
78	49.2	32.7	20.2	5.12
79	49.7	33.2	20.2	5.80
80	50.2	32.7	19.5	6.24
81	50.7	33.2	19.5	7.17
82	51.2	32.7	18.9	7.81
83	41.1	33.6	22.5	4.57
84	41.6	34.1	22.5	4.95
85	42.1	33.6	21.8	5.01
86	42.6	34.1	21.8	5.50
87	43.1	33.6	21.1	5.60
88	43.6	34.1	21.1	6.07
89	44.2	33.6	22.5	3.72
90	44.7	34.1	22.4	4.04
91	45.2	33.6	21.8	4.16
92	45.7	34.1	21.6	4.67
93	46.2	33.6	21.0	4.83
94	46.7	34.1	20.9	5.53
95	47.2	33.6	22.2	4.32

96	47.7	34.1	22.2	4.47
97	48.2	33.6	19.5	6.79
98	48.7	34.1	19.4	8.21
99	49.2	33.6	18.7	8.71
100	49.7	34.1	18.7	10.94
101	50.2	33.6	20.1	6.68
102	50.7	34.1	20.1	7.79
103	51.2	33.6	19.5	8.54
104	41.1	34.5	23.1	4.88
105	41.6	34.9	23.1	5.32
106	42.1	34.5	22.4	5.40
107	42.6	34.9	22.4	5.86
108	43.1	34.5	21.8	5.96
109	43.6	34.9	23.7	3.87
110	44.2	34.5	23.0	3.96
111	44.7	34.9	22.9	4.41
112	45.2	34.5	22.3	4.53
113	45.7	34.9	22.1	5.15
114	46.2	34.5	21.5	5.33
115	46.7	34.9	23.5	4.13
116	47.2	34.5	20.7	6.26
117	47.7	34.9	20.6	7.41
118	48.2	34.5	22.1	4.95
119	48.7	34.9	22.1	5.54
120	49.2	34.5	21.4	5.88
121	49.7	34.9	19.2	12.85
122	50.2	34.5	20.8	7.19
123	50.7	34.9	18.5	17.96
124	51.2	34.5	20.1	9.20
125	41.1	35.4	23.7	5.23
126	41.6	35.8	23.7	5.70
127	42.1	35.4	23.1	5.78
128	42.6	35.8	22.9	6.59
129	43.1	35.4	24.3	3.81
130	43.6	35.8	24.2	4.22
131	44.2	35.4	23.5	4.31
132	44.7	35.8	23.4	5.28
133	45.2	35.4	22.8	5.42
134	45.7	35.8	24.7	3.86
135	46.2	35.4	22.0	5.83
136	46.7	35.8	21.9	6.84
137	47.2	35.4	23.4	4.53
138	47.7	35.8	23.4	5.03
139	48.2	35.4	20.5	8.92
140	48.7	35.8	22.7	5.95
141	49.2	35.4	22.0	6.30
142	49.7	35.8	22.0	7.29

143	50.2	35.4	19.2	15.79
144	50.7	35.8	19.1	19.99
145	51.2	35.4	20.8	9.95
146	41.1	36.3	24.4	5.62
147	41.6	36.7	24.2	6.50
148	42.1	36.3	23.5	6.53
149	42.6	36.7	25.4	4.06
150	43.1	36.3	24.8	4.12
151	43.6	36.7	24.7	5.02
152	44.2	36.3	24.0	5.14
153	44.7	36.7	23.9	5.31
154	45.2	36.3	23.3	5.45
155	45.7	36.7	25.3	4.06
156	46.2	36.3	24.7	4.22
157	46.7	36.7	22.4	7.69
158	47.2	36.3	21.8	8.04
159	47.7	36.7	21.7	9.64
160	48.2	36.3	23.3	5.62
161	48.7	36.7	23.3	6.40
162	49.2	36.3	20.4	14.10
163	49.7	36.7	22.7	7.84
164	50.2	36.3	22.1	8.46
165	50.7	36.7	22.1	9.85
166	51.2	36.3	21.5	10.78
167	41.1	37.1	24.8	6.47
168	41.6	37.6	24.6	7.67
169	42.1	37.1	26.1	3.98
170	42.6	37.6	25.9	4.81
171	43.1	37.1	25.3	4.91
172	43.6	37.6	25.2	5.05
173	44.2	37.1	24.5	5.16
174	45.2	37.1	26.0	3.96
175	45.7	37.6	23.7	7.12
176	46.2	37.1	25.3	4.48
177	46.7	37.6	25.2	4.94
178	47.2	37.1	24.6	5.12
179	47.7	37.6	24.6	5.75
180	48.2	37.1	21.7	11.96
181	48.7	37.6	24.0	6.87
182	49.2	37.1	23.3	7.32
183	49.7	37.6	23.3	8.47
184	50.2	37.1	20.3	19.99
185	50.7	37.6	22.7	10.66
186	41.1	38.0	25.2	7.64
187	41.6	38.5	27.2	4.19
188	42.1	38.0	26.6	4.24
189	42.6	38.5	26.4	4.85

190	43.1	38.0	25.8	4.93
191	43.6	38.5	25.7	5.68
192	44.2	38.0	25.1	5.85
193	44.7	38.5	24.9	6.68
194	45.2	38.0	26.6	4.19
195	45.7	38.5	26.5	4.58
196	46.2	38.0	25.9	4.73
197	46.7	38.5	25.9	5.27
198	47.2	38.0	25.2	5.49
199	47.7	38.5	25.2	6.15
200	48.2	38.0	24.6	6.51
201	48.7	38.5	24.6	7.42
202	49.2	38.0	24.0	7.89
203	49.7	38.5	24.0	9.10
204	50.7	38.5	23.4	11.58
205	41.1	38.9	27.8	4.14
206	42.1	38.9	27.1	4.75
207	43.1	38.9	26.3	5.54
208	44.2	38.9	27.9	3.96
209	45.2	38.9	27.2	4.43
210	46.2	38.9	26.5	5.04
211	47.2	38.9	23.5	12.34
212	48.2	38.9	22.8	15.92
213	49.2	38.9	24.6	8.50
214	50.2	38.9	24.0	10.59
215	51.2	38.9	23.5	13.92

Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (Kg)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--
8	--
9	--
10	--

TORRE T2 – SEZIONE B12 SCARPATA IN RIPORTI

Analisi di stabilità dei pendii con : BISHOP (1955)

Lat./Long.	44.178437/8.097526 °
Calcolo eseguito secondo	NTC 2018
Numero di strati	4.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.0
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0.83 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	18.94 m
Ascissa vertice destro superiore xs	9.2 m
Ordinata vertice destro superiore ys	27.72 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:	A
Categoria topografica:	T3

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.245	2.483	0.177
S.L.D.	50.0	0.324	2.526	0.199
S.L.V.	475.0	0.951	2.51	0.295
S.L.C.	975.0	1.275	2.528	0.309

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.294	0.2	0.006	0.003
S.L.D.	0.3888	0.2	0.0079	0.004
S.L.V.	1.1412	0.2	0.0233	0.0116
S.L.C.	1.53	0.27	0.0421	0.0211

Coefficiente azione sismica orizzontale 0.0421
Coefficiente azione sismica verticale 0.0211

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0.0	6.6
2	7.6	10.0
3	10.6	10.6
4	12.8	14.0
5	21.7	14.0
6	22.6	14.0
7	26.0	14.0
8	26.0	13.4
9	26.0	11.0
10	51.0	11.0
11	51.0	14.0
12	52.6	16.6
13	53.4	18.2
14	53.6	18.7
15	58.0	17.8
16	64.0	16.2

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0.0	6.6
2	7.6	10.0
3	10.6	10.6
4	11.6	11.0
5	14.6	11.0
6	15.0	11.8
7	16.4	12.0
8	18.0	13.0
9	21.7	14.0
10	22.6	14.0
11	26.0	14.0
12	26.0	13.4
13	26.0	11.0

14	51.0	11.0
15	51.0	14.0
16	52.6	16.6
17	53.4	18.2
18	53.6	18.7
19	58.0	17.8
20	64.0	16.2

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	0.0	6.0
2	7.4	9.4
3	12.0	10.6
4	15.2	11.0
5	22.6	14.0
6	26.0	14.0
7	26.0	13.4
8	26.0	11.0
9	51.0	11.0
10	51.0	14.0
11	52.6	16.6
12	53.4	18.2
13	57.4	17.4
14	64.0	15.6

Vertici strato 3

N	X (m)	y (m)
1	0.0	3.8
2	10.2	7.8
3	16.2	9.6
4	26.0	13.4
5	26.0	11.0
6	51.0	11.0
7	51.0	14.0
8	52.6	16.6
9	57.4	15.8
10	64.0	14.0

Coefficienti parziali azioni

==========

Sfavorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0
Favorevoli: Permanenti, variabili 1.0 1.0

==========

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 (kN/m²)	Coesione non drenata (kN/m²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (kN/m³)	Peso unità di volume saturo (kN/m³)	Litologia	
1	10		35	21	21		
2	10		28	19	19		
3	120		40	24	24		
4	120		40	27	27		

Elemento Rinforzo

Nr.	Descrizione	X (m)	Y (m)	Lunghezza (m)	Lunghezza facciata (Lf) (m)	Lunghezza ripiegatura (Lrip) (m)	Inclinazione (°)	Tallow (Kg)	Angolo attrito terreno rinforzo (°)	Coefficiente di Pullout	Attivato
1	STRIP 15x5	10.65	10.6	3	1.2	1	58	0	32	1	1-Attivato
2	STRIP 15x5	11.4	11.8	4	1.2	1	58	0	32	1	1-Attivato
3	STRIP 15x5	12.2	13	5	1	0.8	58	0	32	1	1-Attivato

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato	1.41
Ascissa centro superficie	7.7 m
Ordinata centro superficie	20.26 m
Raggio superficie	10.02 m

Numero di superfici esaminate....(178)

N°	Xo	Yo	Ro	Fs
1	0.7	19.4	12.1	16.29
2	1.7	19.4	11.4	4.35

3	2.2	18.9	11.8	11.78
4	2.7	19.4	11.5	15.65
5	3.2	18.9	10.4	4.68
6	3.7	19.4	11.7	7.64
7	4.2	18.9	12.2	5.11
8	4.7	19.4	12.8	5.21
9	5.2	18.9	11.7	4.91
10	5.7	19.4	13.1	5.20
11	6.2	18.9	11.1	5.22
12	6.7	19.4	9.9	4.21
13	7.2	18.9	9.6	5.20
14	7.7	19.4	10.1	4.85
15	8.2	18.9	8.9	1.58
16	8.7	19.4	8.4	1.58
17	9.2	18.9	8.1	1.55
18	0.2	19.8	12.5	3.72
19	1.2	19.8	12.5	14.26
20	1.7	20.3	12.3	7.45
21	2.2	19.8	11.9	15.18
22	2.7	20.3	13.2	6.87
23	3.2	19.8	12.0	8.64
24	3.7	20.3	13.4	5.37
25	4.2	19.8	13.1	5.53
26	4.7	20.3	13.6	5.19
27	5.2	19.8	10.8	5.27
28	5.7	20.3	13.1	4.77
29	6.2	19.8	13.7	5.04
30	6.7	20.3	10.7	3.84
31	7.2	19.8	10.4	4.91
32	7.7	20.3	10.0	1.41
33	8.2	19.8	9.7	1.58
34	8.7	20.3	9.2	1.66
35	9.2	19.8	8.9	1.64
36	0.7	21.1	13.8	16.27
37	1.2	20.7	12.7	5.96
38	1.7	21.1	13.9	8.75
39	2.2	20.7	13.5	7.47
40	2.7	21.1	14.0	6.37
41	3.2	20.7	12.9	7.24
42	3.7	21.1	13.4	5.78
43	4.2	20.7	13.1	5.87
44	4.7	21.1	13.6	5.34
45	5.2	20.7	13.4	5.03
46	5.7	21.1	13.9	4.78
47	6.2	20.7	11.0	1.82
48	6.7	21.1	11.5	1.63
49	7.2	20.7	10.3	1.47

50	7.7	21.1	10.7	1.51
51	8.2	20.7	10.5	1.59
52	8.7	21.1	10.7	1.60
53	9.2	20.7	9.7	1.73
54	-0.3	22.0	14.6	4.08
55	0.2	21.6	14.2	16.07
56	0.7	22.0	14.6	16.48
57	1.2	21.6	13.5	5.07
58	1.7	22.0	13.8	4.47
59	2.2	21.6	13.6	16.63
60	2.7	22.0	13.9	7.54
61	3.2	21.6	13.7	6.56
62	3.7	22.0	13.1	5.49
63	4.2	21.6	13.9	5.71
64	4.7	22.0	14.2	5.67
65	5.2	21.6	12.3	1.90
66	5.7	22.0	14.4	5.02
67	6.2	21.6	14.3	5.32
68	6.7	22.0	12.5	4.50
69	7.2	21.6	11.5	1.69
70	7.7	22.0	11.6	1.55
71	8.2	21.6	10.6	1.71
72	8.7	22.0	11.7	1.65
73	9.2	21.6	10.7	1.78
74	0.7	22.9	15.3	14.50
75	2.2	22.5	15.1	6.42
76	2.7	22.9	14.4	14.38
77	3.2	22.5	14.2	7.40
78	3.7	22.9	14.5	6.03
79	4.2	22.5	14.4	5.68
80	4.7	22.9	15.8	4.83
81	5.2	22.5	15.6	5.13
82	5.7	22.9	14.9	5.33
83	6.2	22.5	14.8	5.02
84	6.7	22.9	12.7	1.52
85	7.2	22.5	12.7	2.16
86	7.7	22.9	12.8	1.67
87	8.2	22.5	11.6	1.71
88	8.7	22.9	11.7	1.92
89	9.2	22.5	11.8	1.77
90	-0.3	23.8	16.0	6.64
91	0.2	23.3	15.7	3.98
92	0.7	23.8	16.0	14.52
93	1.7	23.8	16.1	8.30
94	2.2	23.3	15.8	6.40
95	2.7	23.8	16.2	5.86
96	3.2	23.3	14.7	6.01

97	3.7	23.8	15.1	4.99
98	4.2	23.3	16.1	5.11
99	4.7	23.8	16.5	4.95
100	5.2	23.3	15.0	5.04
101	5.7	23.8	15.4	5.10
102	6.2	23.3	14.0	4.40
103	6.7	23.8	14.2	3.93
104	7.2	23.3	12.8	1.63
105	7.7	23.8	13.0	1.76
106	8.2	23.3	13.0	1.71
107	8.7	23.8	13.2	1.77
108	9.2	23.3	11.7	2.19
109	0.2	24.2	16.4	4.80
110	0.7	24.6	16.7	10.86
111	1.7	24.6	16.8	7.68
112	2.7	24.6	16.9	6.05
113	3.7	24.6	15.6	6.78
114	4.2	24.2	15.4	5.58
115	4.7	24.6	17.2	5.10
116	5.2	24.2	17.0	5.45
117	5.7	24.6	14.4	1.64
118	6.2	24.2	15.8	5.07
119	6.7	24.6	16.1	5.69
120	7.2	24.2	14.5	3.98
121	7.7	24.6	14.7	4.16
122	8.2	24.2	13.1	1.92
123	8.7	24.6	13.3	2.12
124	9.2	24.2	13.3	1.98
125	0.2	25.1	17.1	6.23
126	0.7	25.5	17.4	4.87
127	1.2	25.1	17.1	17.67
128	1.7	25.5	17.5	5.58
129	3.2	25.1	17.3	5.84
130	3.7	25.5	17.7	5.18
131	4.2	25.1	15.9	1.86
132	4.7	25.5	16.2	1.76
133	5.2	25.1	17.6	5.04
134	5.7	25.5	16.4	5.44
135	6.2	25.1	14.6	1.70
136	6.7	25.5	14.9	1.79
137	7.2	25.1	14.8	1.64
138	7.7	25.5	15.1	1.77
139	8.2	25.1	15.0	2.97
140	8.7	25.5	15.3	1.77
141	9.2	25.1	13.4	2.36
142	0.7	26.4	18.1	6.30
143	1.7	26.4	18.2	5.83

144	2.2	26.0	17.9	6.46
145	2.7	26.4	18.2	5.41
146	4.7	26.4	18.5	5.48
147	5.2	26.0	16.6	1.70
148	5.7	26.4	16.9	2.39
149	6.2	26.0	16.7	4.71
150	6.7	26.4	17.1	5.07
151	7.2	26.0	15.1	1.89
152	7.7	26.4	15.4	2.01
153	8.2	26.0	15.3	1.90
154	8.7	26.4	15.6	2.04
155	9.2	26.0	15.5	1.82
156	1.2	26.8	18.5	5.15
157	1.7	27.3	18.9	15.89
158	2.2	26.8	18.6	5.52
159	2.7	27.3	18.9	5.92
160	3.2	26.8	18.7	6.05
161	4.2	26.8	16.9	1.68
162	4.7	27.3	17.2	1.68
163	5.2	26.8	19.0	5.40
164	5.7	27.3	17.4	1.85
165	6.2	26.8	17.2	4.17
166	6.7	27.3	17.6	4.29
167	7.2	26.8	15.4	2.25
168	7.7	27.3	15.7	2.41
169	8.2	26.8	15.6	2.16
170	8.7	27.3	15.9	2.33
171	9.2	26.8	15.8	2.20
172	1.2	27.7	19.2	6.76
173	3.2	27.7	19.3	6.18
174	5.2	27.7	17.6	1.70
175	6.2	27.7	17.7	1.88
176	7.2	27.7	17.9	4.04
177	8.2	27.7	15.9	2.59
178	9.2	27.7	16.1	2.54

==========

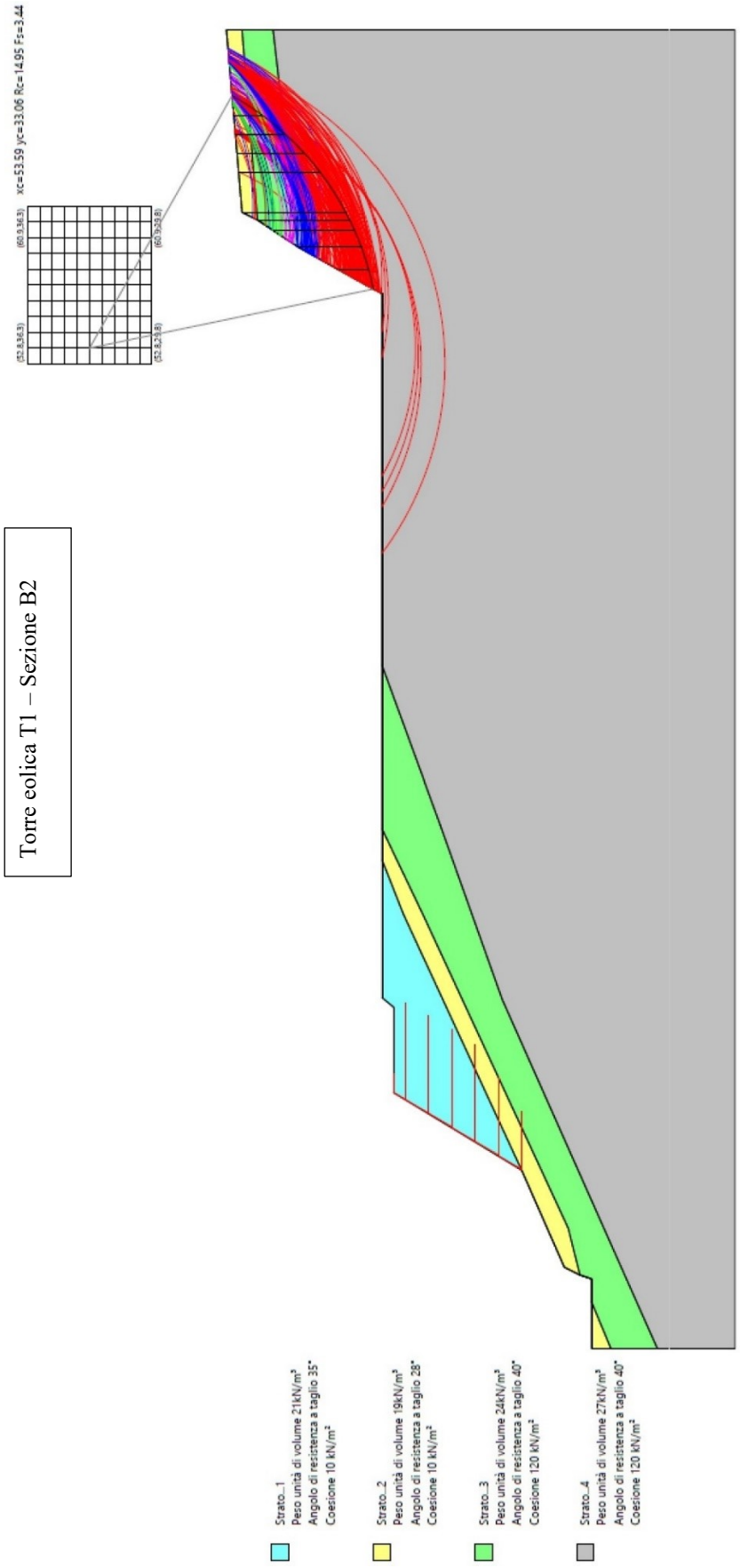
Tiro geogriglie

Nr. conci	Tiro (Kg)
1	--
2	--
3	--
4	--
5	--
6	--
7	--

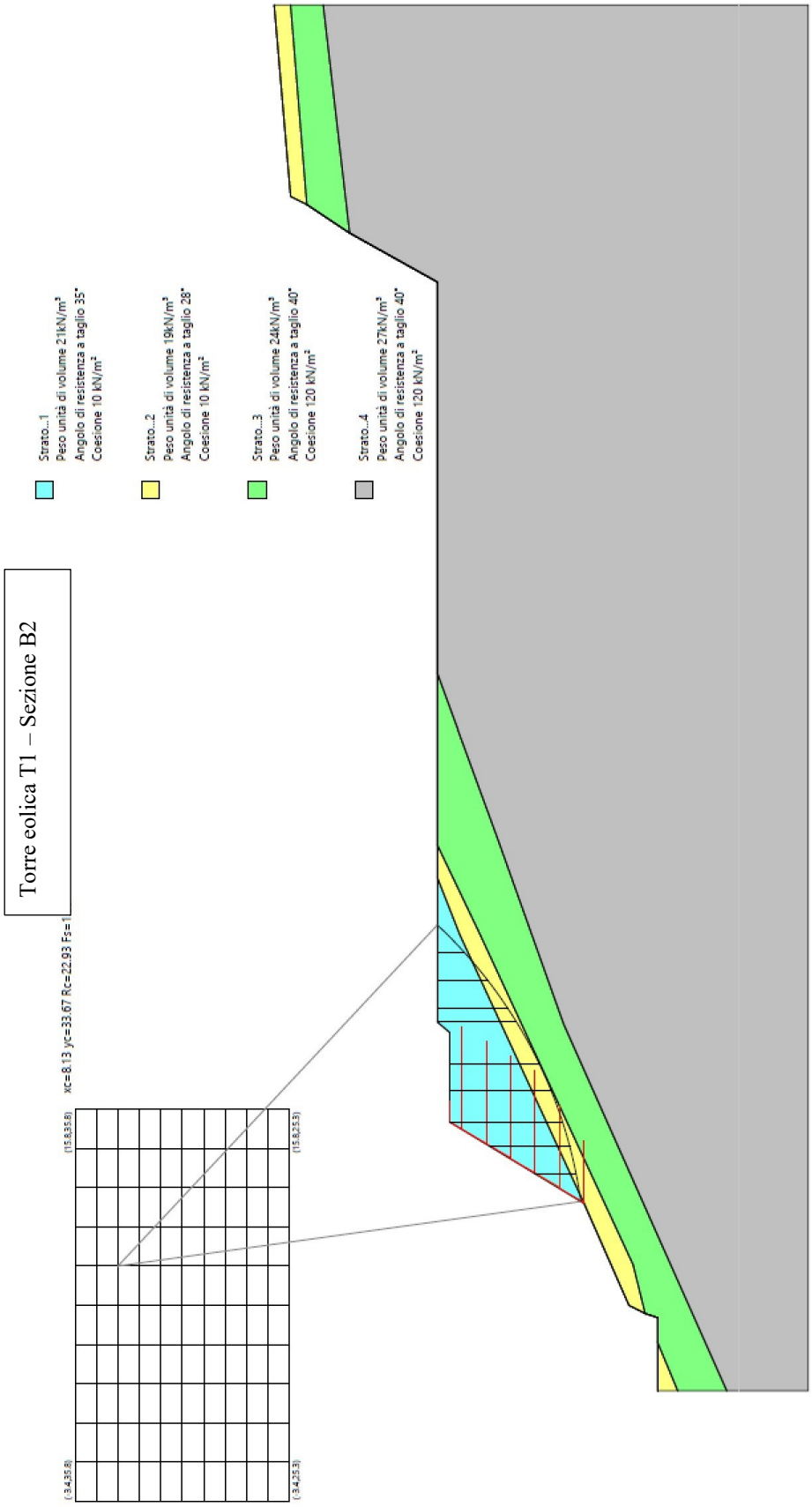
8	--
9	--
10	--

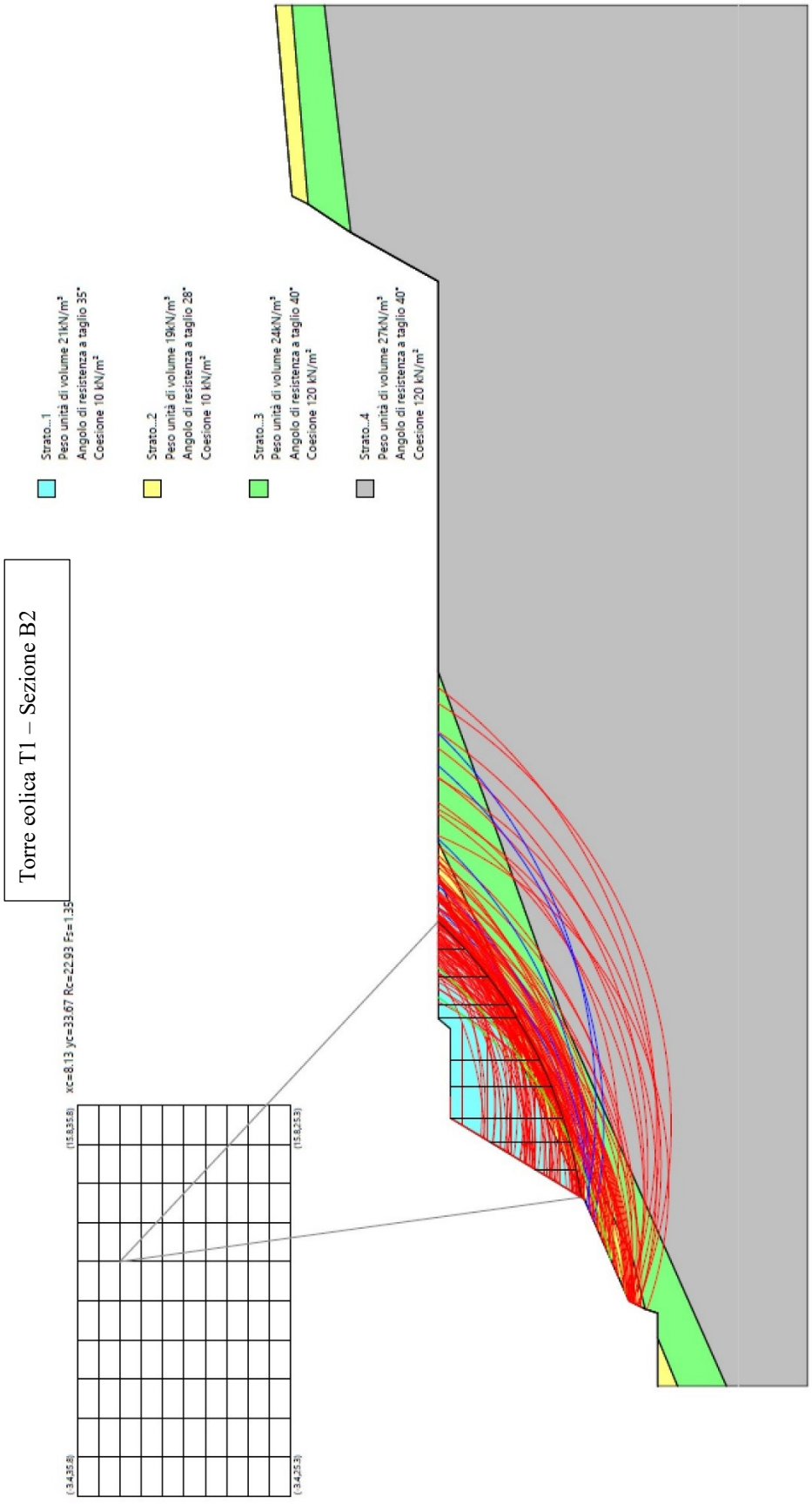
Torre eolica T1 – Sezione B2

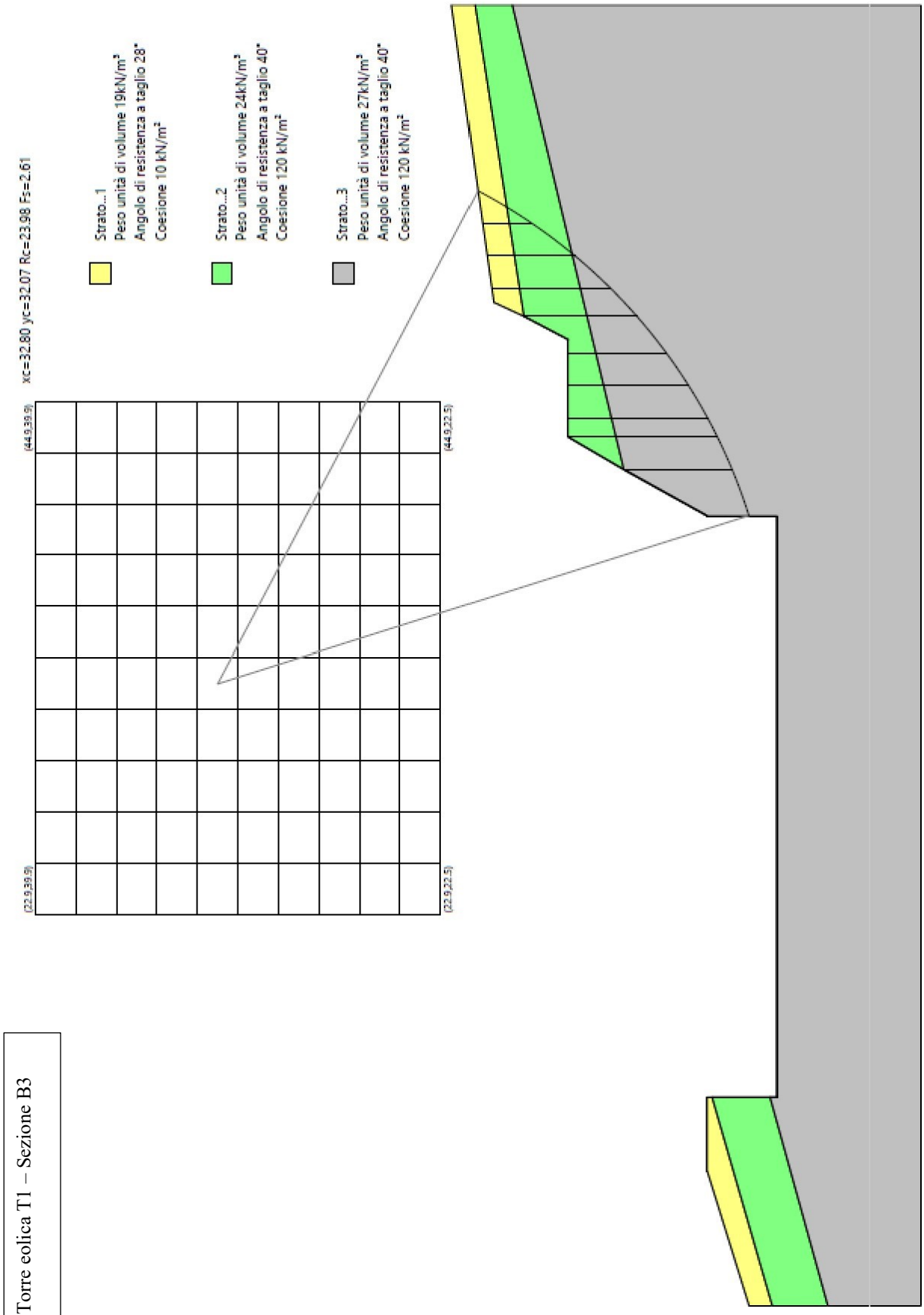




Torre eolica T1 – Sezione B2


Strato...1
Peso unità di volume 21kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 35°
Coesione 10 kN/m²
Strato...2
Peso unità di volume 19kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 28°
Coesione 10 kN/m²
Strato...3
Peso unità di volume 24kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 40°
Coesione 120 kN/m²
Strato...4
Peso unità di volume 27kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 40°
Coesione 120 kN/m²
Torre eolica T1 – Sezione B2
xc=8.13 yc=33.67 Rc=22.93 Fs=1


Torre eolica T1 – Sezione B2
Strato...1
Peso unità di volume 21kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 35°
Coesione 10 kN/m²
Strato...2
Peso unità di volume 19kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 28°
Coesione 10 kN/m²
Strato...3
Peso unità di volume 24kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 40°
Coesione 120 kN/m²
Strato...4
Peso unità di volume 27kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 40°
Coesione 120 kN/m²
xc=8.13 yc=33.67 Rc=22.93 Fs=1.35

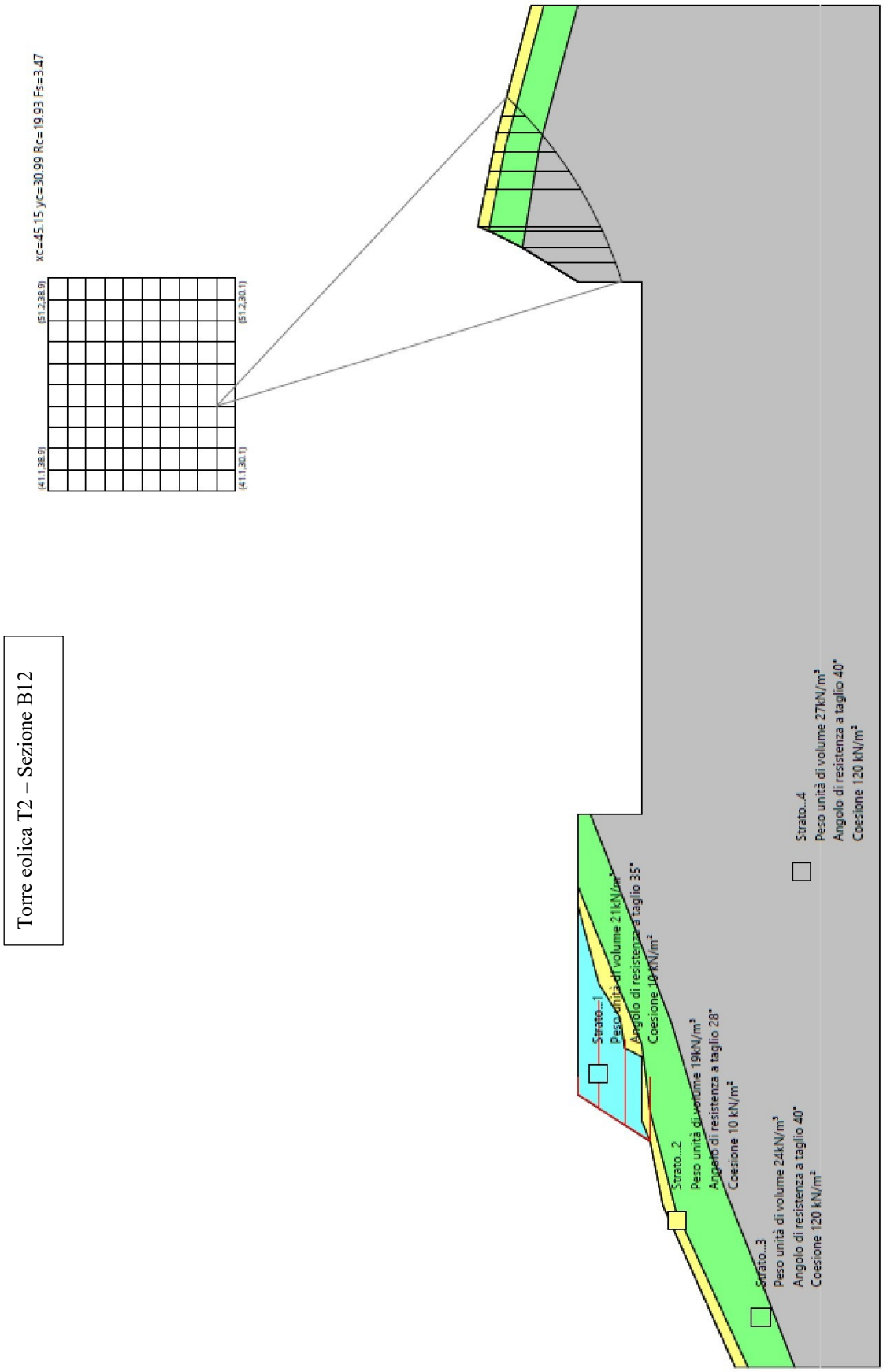


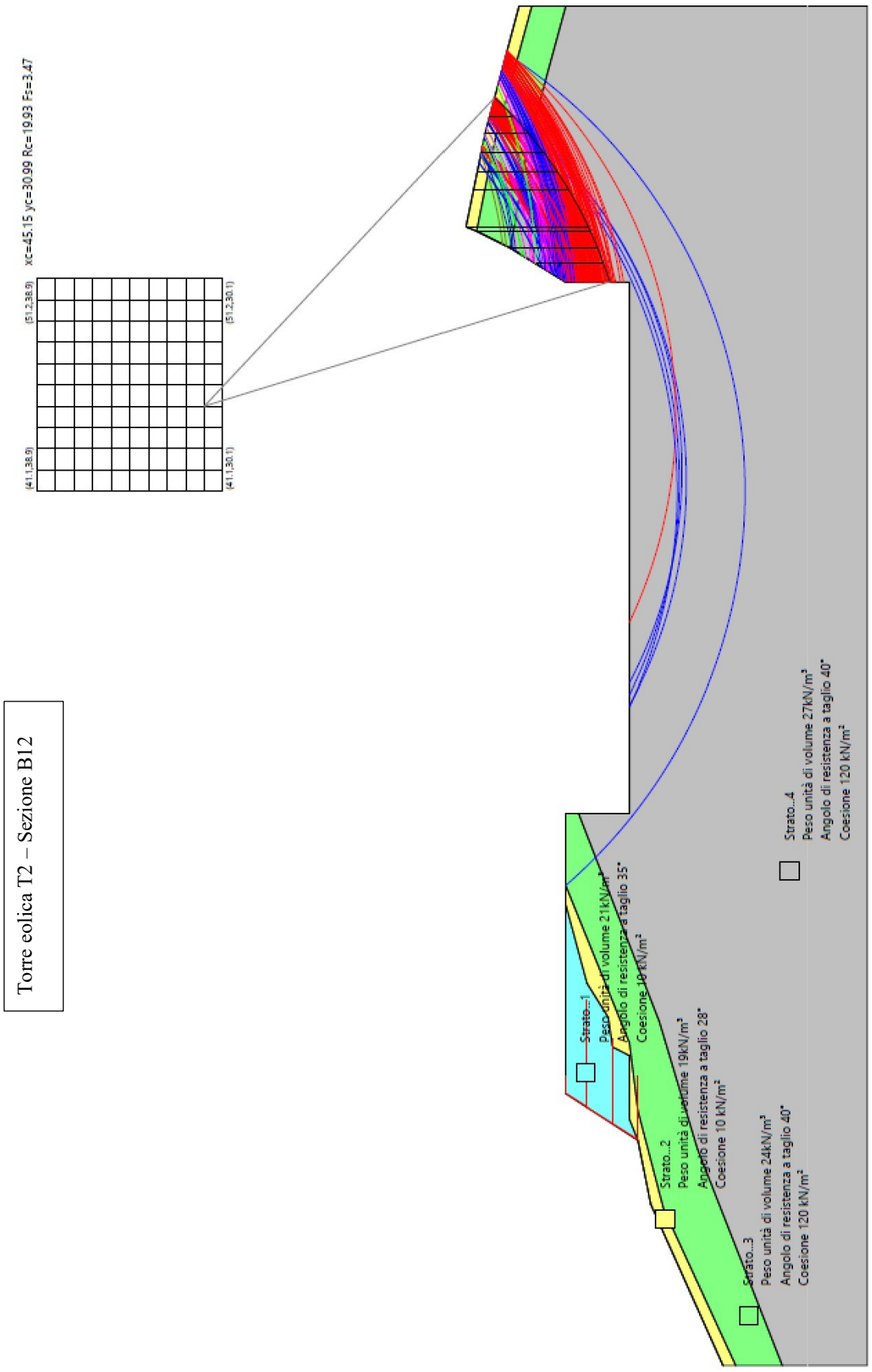
Torre eolica T1 – Sezione B3



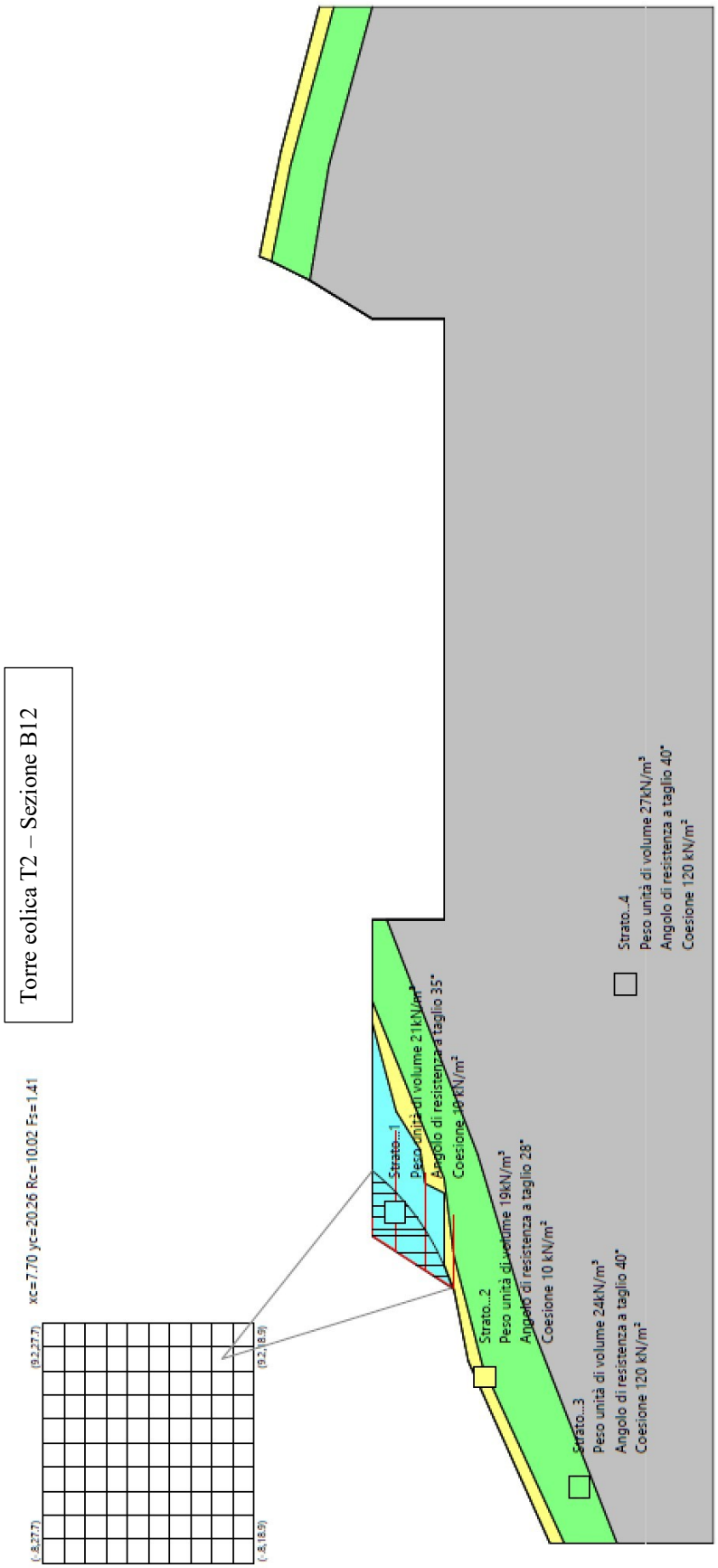
Torre eolica T1 – Sezione B3

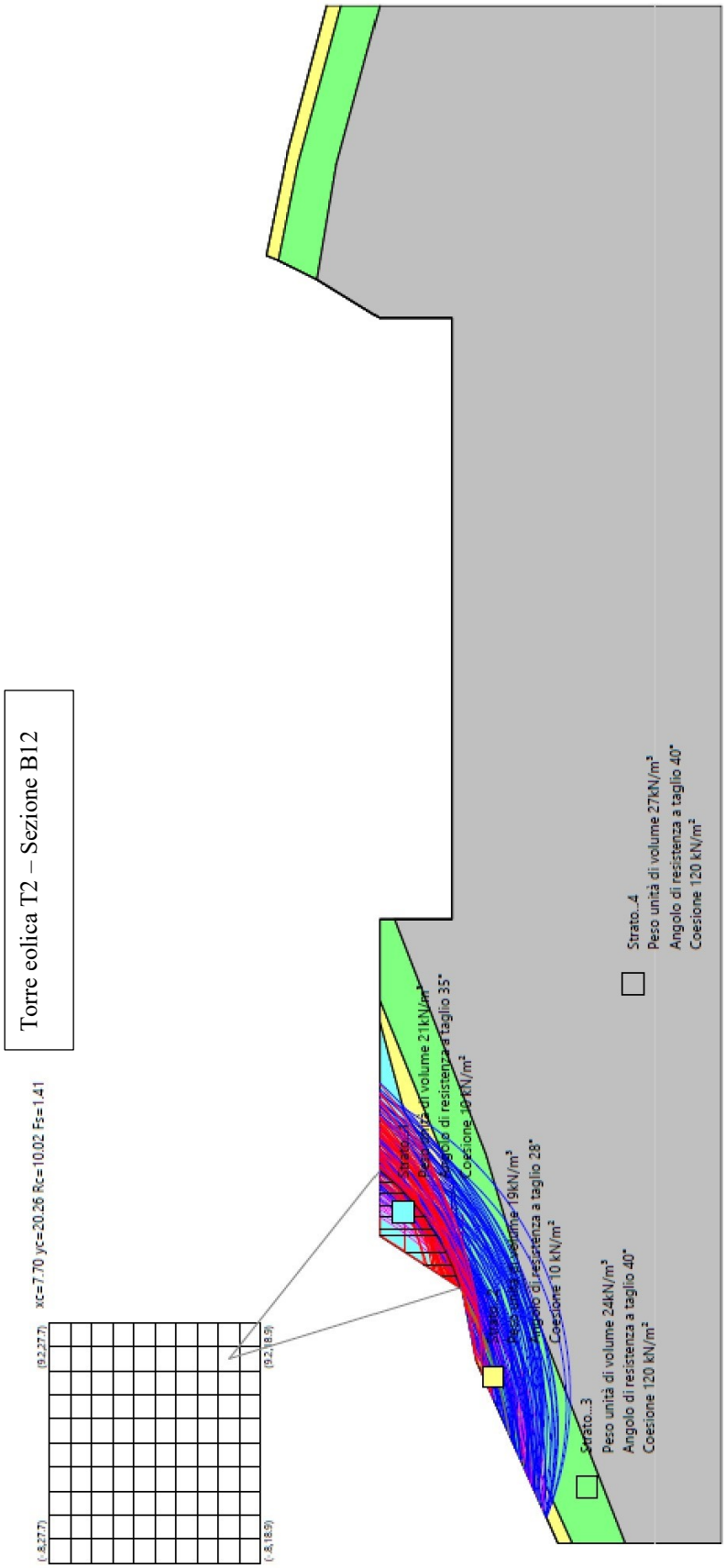
Torre eolica T2 – Sezione B12





Torre eolica T2 – Sezione B12


Torre eolica T2 – Sezione B12
xc=7.70 yc=20.26 Rc=10.02 Fs=1.41
Strato...1
Peso unità di volume 21kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 35°
Coesione 30 kN/m²
Strato...2
Peso unità di volume 19kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 28°
Coesione 10 kN/m²
Strato...3
Peso unità di volume 24kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 40°
Coesione 120 kN/m²
Strato...4
Peso unità di volume 27kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 40°
Coesione 120 kN/m²


Torre eolica T2 – Sezione B12
xc=7.70 yc=20.26 Rc=10.02 Fs=1.41
Strato...4
Peso unità di volume 27kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 40°
Coesione 120 kN/m²
Strato...3
Peso unità di volume 24kN/m³
Angolo di resistenza a taglio 40°
Coesione 120 kN/m²
Coesione 10 kN/m²