



Mac S-Design

MAKE YOUR SLOPE SAFER

Disponibile su edesign.maccaferri.com

Oratore:

LUCA GOBBIN

Corporate Rockfall Technical Specialist

Agenda del Webinar?



20' *La progettazione di applicazioni di soil nailing con Mac S-Design*

10' *Un progetto reale sviluppato con Mac S-Design*

Live Q&A Session

GUARDA IL VIDEO ANIMATION DI MAC S- DESING SU YOUTUBE

<https://www.youtube.com/watch?v=syYFS6VVF38>



Mac S-Design

MAKE YOUR SLOPE SAFER

Disponibile su edesign.maccaferri.com

SOIL NAILING IN SINTESI

PROGETTARE APPLICAZIONI DI SOIL NAILING

SESSIONE DI Q&A

MACCAFERRI



SOIL NAILING IN SINTESI

MACCAFERRI

Che cos'è?

Soil nailing è una tecnica utilizzata per **stabilizzare pendii con materiali a bassa coesione o a comportamento puramente frizionale**.

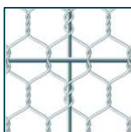
È consigliato per terreni senza presenza di acqua di falda, parzialmente saturi, con matrice granulare varia (da ghiaia sabbiosa a limo argilloso) e con un grado di cementazione medio-basso, o per rocce alterate. (Cola et al., 2011)

Soil Nailing



Chiodi

Aumentano la
stabilità del pendio



Paramento

Contiene i
movimenti del
terreno tra i chiodi

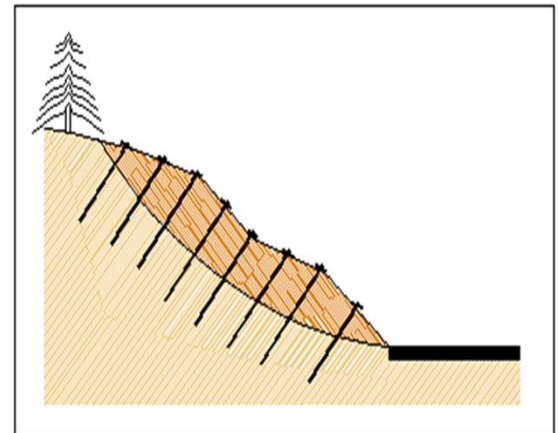
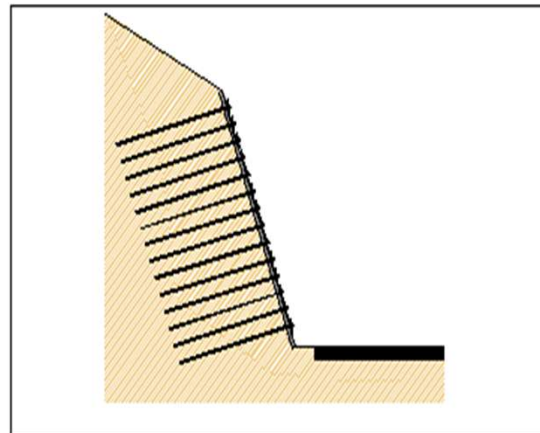
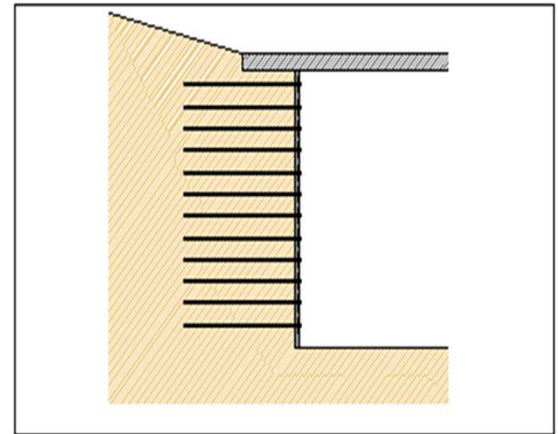
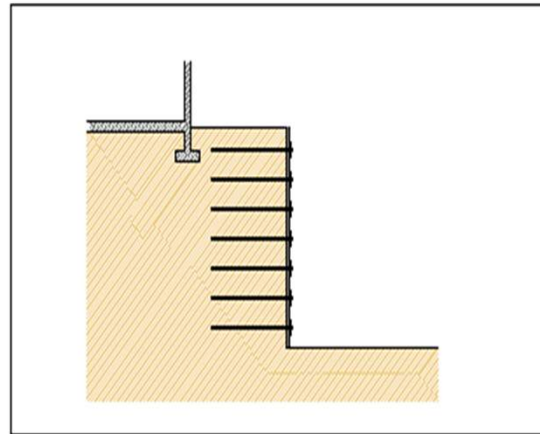
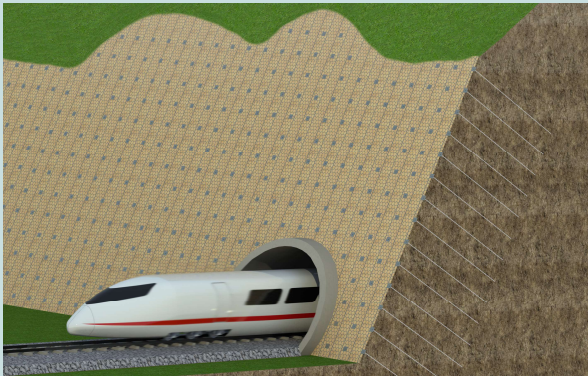


SOIL NAILING IN SINTESI

MACCAFERRI

Dove è utilizzato e perché?

- M** Veloce e facile da installare
- M** Richiede scavi limitati
- M** Rispettoso dell'ambiente
- M** Può essere applicato su nuove scarpate/muri scavati o su scarpate esistenti



SOIL NAILING NEGLI STANDARD INTERNAZIONALI

MACCAFERRI

British Standard vs FHWA



BRITISH STANDARD
8006-2:2011+A1:2017

- Tratta con le applicazioni di **soil nailing** realizzate con **paramenti morbidi, flessibili o rigidi**.



FHWA-NHI-14-007

- Tratta solamente con **Soluzioni di soil nailing con supporto a lungo termine**
- Include anche soluzioni con paramenti di **calcestruzzo proiettato finale o calcestruzzo gettato in opera (CIP)**.

**FOR HARD
FACING ONLY**

SOIL NAILING IN SINTESI

I chiodi nel British Standard

MACCAFERRI



I CHIODI

bsi.

BS EN 14490:2010

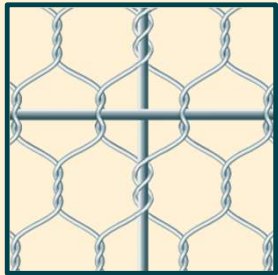
"Chiodo per terreno: elemento di rinforzo installato nel terreno, di solito con un angolo sub-orizzontale, che mobilita la resistenza con il terreno per tutta la sua lunghezza".



SOIL NAILING IN SINTESI

MACCAFERRI

Il paramento nel British Standard



IL PARAMENTO

bsi.
BS EN 14490:2010

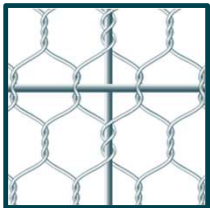
«Paramento: copertura della faccia esposta del terreno rinforzato che può svolgere una funzione stabilizzante per trattenere il terreno tra i chiodi di terra, fornire protezione dall'erosione e avere una funzione estetica».



SOIL NAILING IN SINTESI

MACCAFERRI

Il paramento nel British Standard



bsi.
BS 8006-2:2011

La norma BS 8006-2:2011 individua tre diverse opzioni di paramenti: rigido, flessibile e morbido.

PARAMENTO RIGIDO



PARAMENTO FLESSIBILE



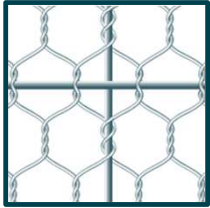
PARAMENTO MORBIDO



SOIL NAILING IN SINTESI

MACCAFERRI

Il paramento nel British Standard



bsi.
BS 8006-2:2011

La norma BS 8006-2:2011 individua tre diverse opzioni di paramenti: rigido, flessibile e morbido.

PARAMENTO RIGIDO

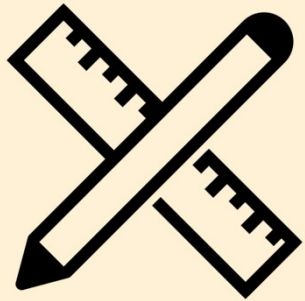


PARAMENTO FLESSIBILE



PARAMENTO MORBIDO





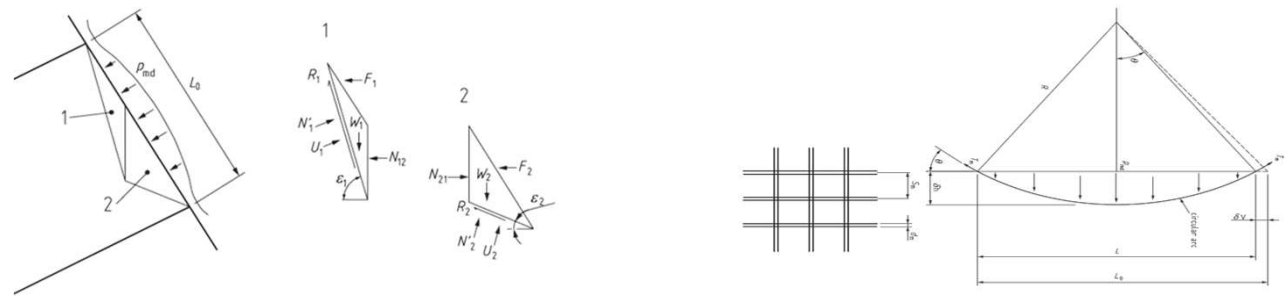
PROGETTAZIONE DI PARAMENTO SEMPLICE E FLESSIBILE

bsi.

**BS 8006-2:2011
+ A1:2017**

"Un semplice paramento flessibile trattiene il terreno superficiale solo tra le posizioni delle piastre di chiodo. [...] Tuttavia, il terreno superficiale tra le piastre di chiodi non è autoportante e il paramento deve essere progettato per trattenerlo. Nella figura in alto è riportato un metodo per calcolare il carico a cui deve resistere il paramento, basato su un meccanismo di rottura a cuneo in due parti che si forma tra due file di chiodi.

Il paramento flessibile può essere progettato per soddisfare questo carico ipotizzando che agisca come una catenaria in tensione, come mostrato nella figura in basso."



LEM SU PENDENZA NON DEFINITA

SOIL NAILING IN SINTESI

PROGETTARE APPLICAZIONI DI SOIL NAILING

SESSIONE DI Q&A

DEFINIZIONE DELLA SOLUZIONE: MAC S-DESIGN

MACCAFERRI

Maccaferri ha un centro di eccellenza interamente dedicato alla **ricerca e allo sviluppo**, che concentra in un unico luogo il capitale di **conoscenze e know-how**: a Bolzano (Italia) il **Maccaferri Innovation Center (M.I.C.)** lavora costantemente per innovare i nostri prodotti e le nostre soluzioni.



*Sviluppato in collaborazione con il **Politecnico di Milano***



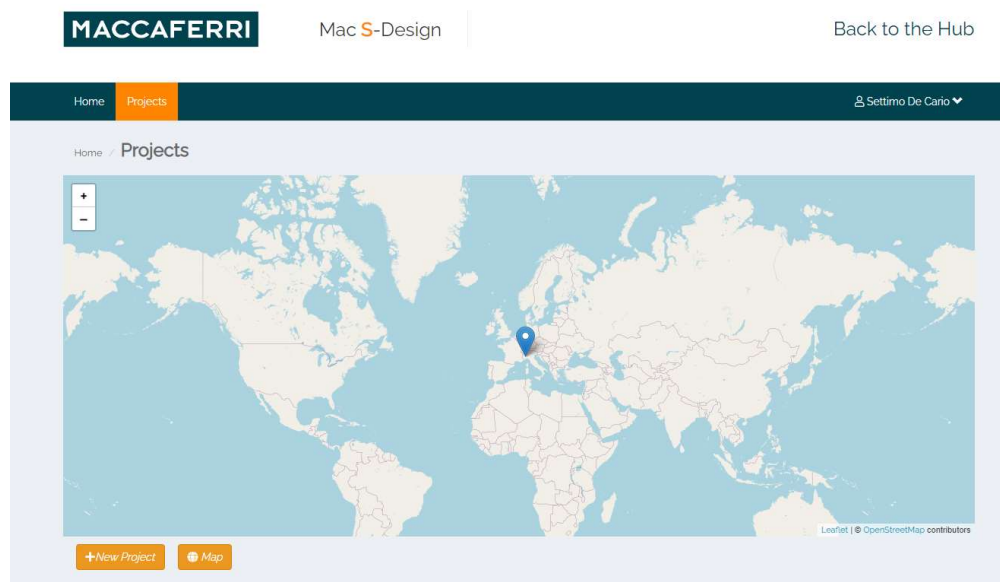
DEFINIZIONE DELLA SOLUZIONE: MAC S-DESIGN

MACCAFERRI

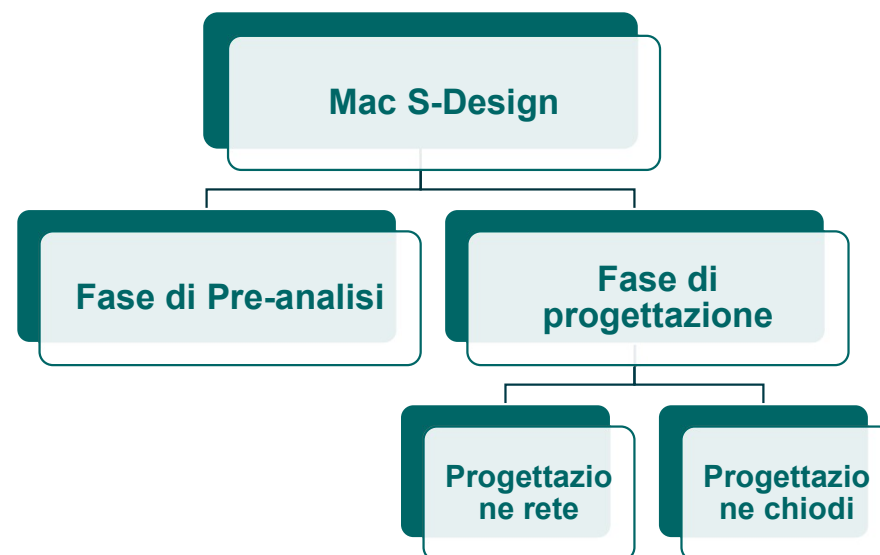
Mac S-Design

è uno strumento basato sul web accessibile tramite

edesign.maccaferri.com



Mac S-Design è stato sviluppato con un approccio modulare:





Mac **S**-Design si basa su un **approccio ibrido**:

- ▣ **l'azione stabilizzante** fornita dall'intervento strutturale passivo è espressa **in funzione dello spostamento relativo suolo-struttura**;
- ▣ **L'equilibrio** della **massa del suolo** viene ancora analizzato con il solito **LEM**.

Quali sono le caratteristiche principali dell' "APPROCCIO IBRIDO"?

- M** Si basa su un **approccio LEM (Metodo dell'equilibrio limite)**.
- M** Può essere assunto come una **combinazione di ULS e SLS**:
 - i. ULS esprime i parametri di resistenza del terreno (come descritto ad esempio negli Eurocodici), mentre
 - ii. SLS esprime la condizione di spostamento;
- M** È coerente con il concetto di **"Mitigazione e prevenzione delle strutture"**.
- M** La progettazione della rete e degli ancoraggi si basa sul sistema di **interazione terreno-maglia** attraverso l'uso di una **curva caratteristica**.
- M** Le ipotesi di cui sopra possono essere riassunte nella seguente equazione generale:

$$E_k^F = \frac{R_k^F}{F_S} + A_k^F(U) *$$

* Dove il termine E rappresenta le forze motrici (ad esempio il peso W), R è la resistenza del terreno e A è l'azione stabilizzante risultante fornita dalla maglia in funzione dell'interazione suolo-maglia.

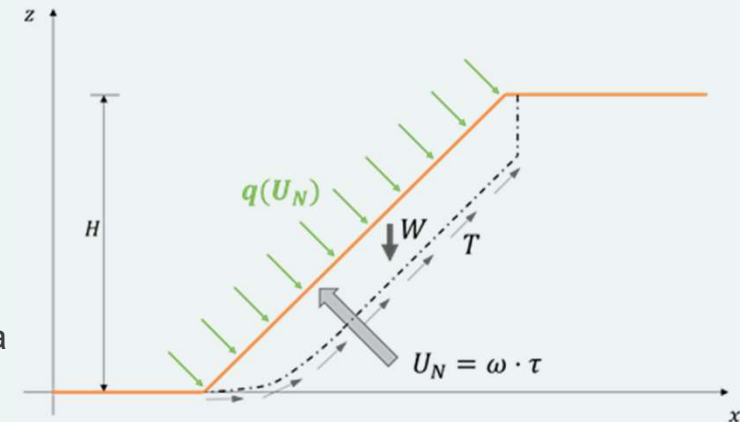
VOLETE SAPERNE DI PIÙ SUL NOSTRO SOFTWARE SOIL NAILINGDESIGN? SCRIVI "**FORMAZIONE**" NELLA CASELLA DI CHAT



Il problema della stabilità dello strato superficiale di un pendio può essere affrontato attraverso 3 fasi successive di analisi:

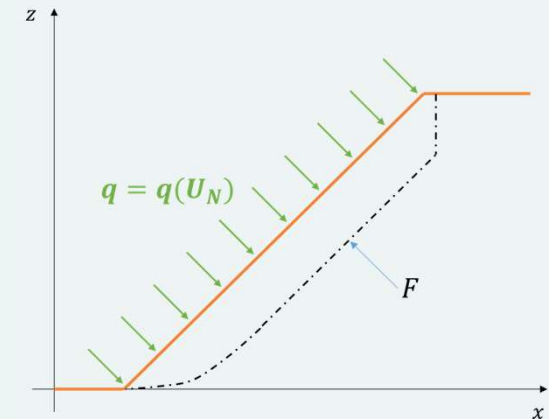
Fase 1: Identificazione del potenziale meccanismo di rottura

- Individuazione della "superficie di rottura" e del relativo campo di spostamenti $U(x,z)$ del terreno
- Analisi nell'ambito delle forze motrici e delle forze resistenti
- Instabilità dovuta a: angolo di pendenza, strato di terreno instabile e parametri di resistenza del terreno, fessura di tensione, profondità della falda freatica, ecc.



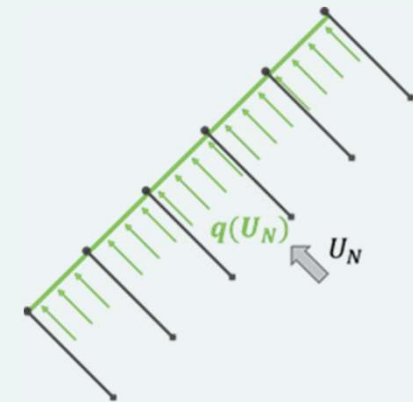
Fase 2: Analisi di stabilità

- Definizione della pressione di stabilizzazione "q" necessaria
- La rete deve essere in grado di sopportare la pressione "q" necessaria, in caso di movimenti del terreno.



Fase 3: Definizione della curva caratteristica

- La curva caratteristica può essere definita
- La pressione "q" che deve essere sopportata dalla maglia è legata agli spostamenti del suolo $U(x,z)$ e dipende anche dal prodotto applicato.
- La forza che agisce sull'ancoraggio può essere calcolata per garantire l'equilibrio del sistema

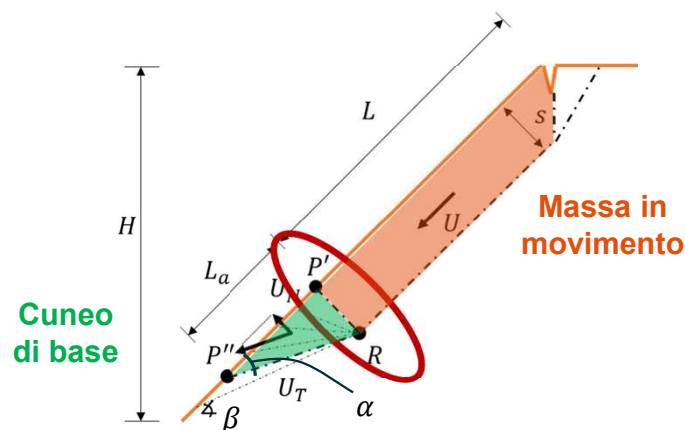


PRESUPPOSTI DEL METODO DI BASE E APPROCCIO SCHEMATICO

MACCAFERRI

Sono previsti due approcci che si differenziano per la geometria dei blocchi considerati

Metodo 1

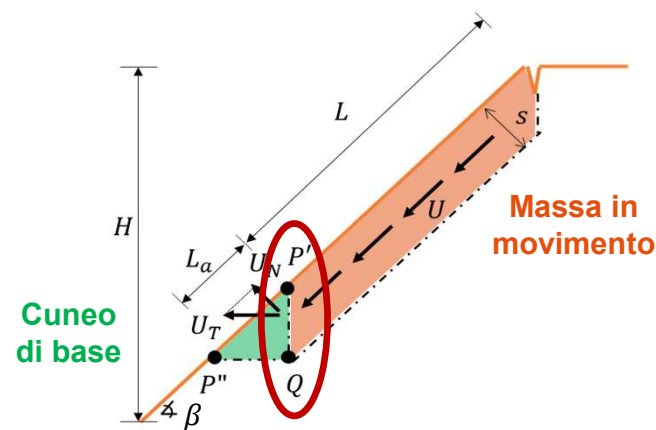


Questo metodo considera un "cuneo di terreno" stabilizzante in cui:

- le forze indotte sono trasferite attraverso un'interfaccia P'R ortogonale alla superficie del pendio,
- Per ogni punto P' possono essere definiti diversi elementi del cuneo, ognuno dei quali è definito da un diverso valore dell'angolo α .

Questo metodo è principalmente compatibile con i pendii ripidi

Metodo 2



Questo metodo considera un "cuneo di terreno" stabilizzante in cui:

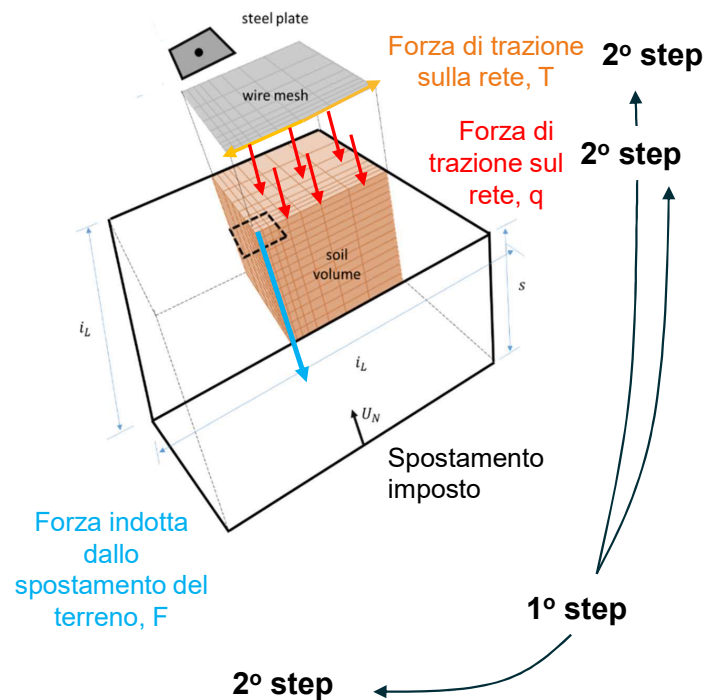
- le forze indotte sono trasferite attraverso un'interfaccia verticale P'Q,
- Per ogni punto P' esiste un singolo elemento del cuneo.

Questo metodo è principalmente compatibile con i pendii dolci

LA DEFINIZIONE DELLA CURVA CARATTERISTICA

MACCAFERRI

La curva caratteristica descrive il comportamento **dell'interazione tra rete e terreno** attraverso un'equazione. Questa equazione è calibrata su analisi FEM e prove di laboratorio.

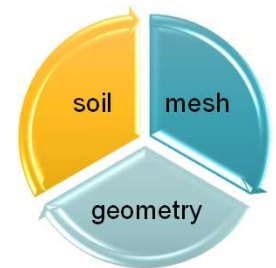


HP

INPUT

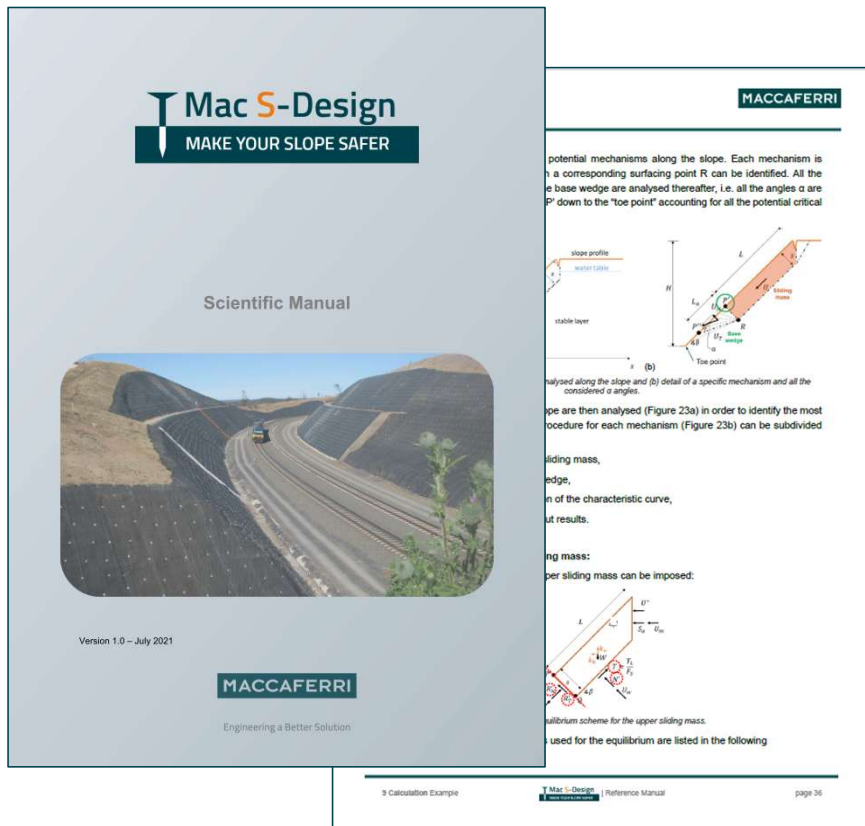
OUTPUT

- Rete metallica isotropica / quasi isotropica
- Proprietà meccaniche del terreno
(e. g. coesione, modulo di Young, rapporto di Poisson, etc.)
- Caratteristiche meccaniche della maglia
(e. g. resistenza alla trazione, rigidità alla trazione)
- Distanza tra gli ancoraggi



I risultati del processo di calcolo sono espressi in termini di:

- **Curva carico-spostamento « $F-U_N$ »**
Forza di trazione " F " sul chiodo vs " U_N " spostamento del terreno
- **Curva caratteristica: Curva carico-spostamento « $T-U_N$ »**
Forza di trazione " T " sulla rete vs " U_N " spostamento del terreno
- **Pressione " q "** fornito dalla rete contro il terreno per raggiungere l'equilibrio del sistema.



PER UNA SPIEGAZIONE
DETTAGLIATA
DELL'APPROCCIO AL
SOFTWARE,
SCARICARE IL
MANUALE
SCIENTIFICO E LA
GUIDA UTENTE

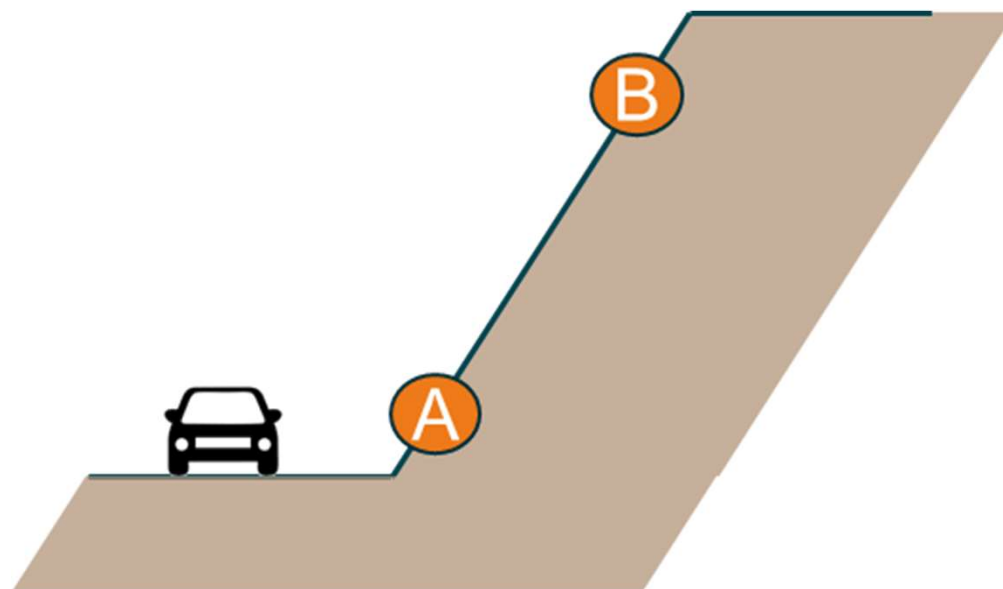
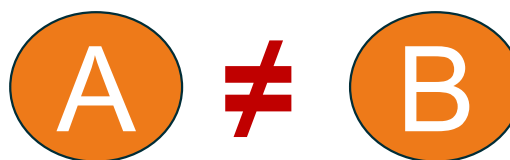


ALTEZZA REALE DEL PENDIO

MACCAFERRI



ALTEZZA
DEL
PENDIO

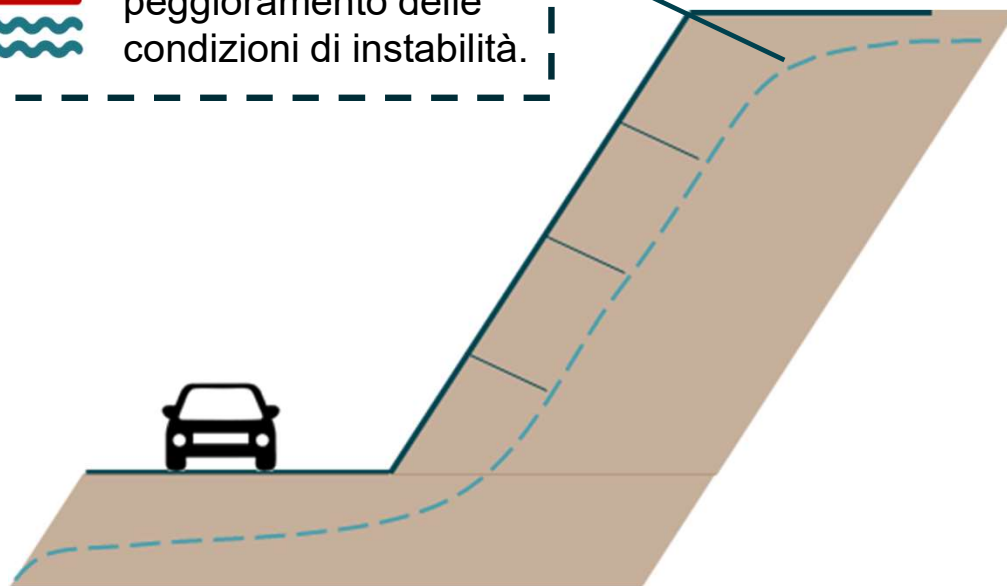
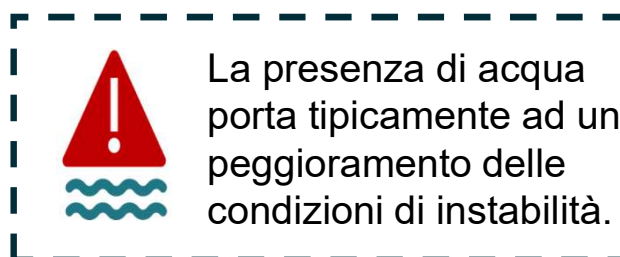


Mac S-Design considera l'altezza reale del pendio (approccio definito del pendio). Il carico applicato alla rete varia lungo il pendio.



IL LIVELLO DELLA FALDA FREATICA
PUÒ ESSERE PRESO IN
CONSIDERAZIONE

Mac S-Design consentono ai progettisti
di considerare il livello della falda freatica
nel calcolo del soil nailing.

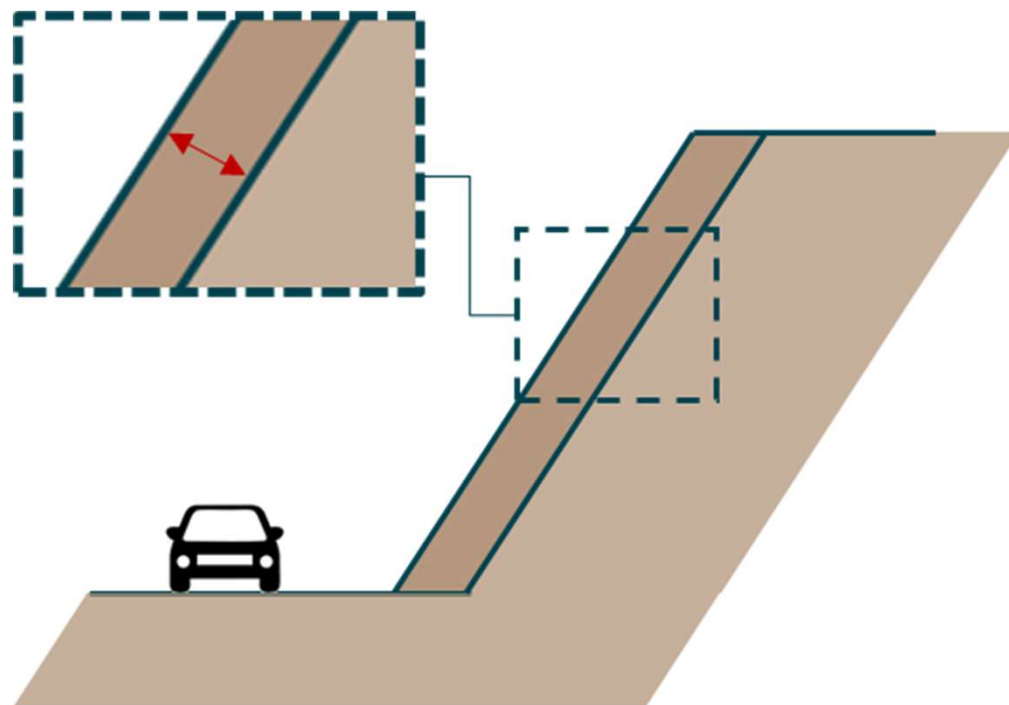


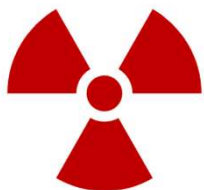
20% DELL'ALTEZZA
DEL PENDIO



SPESSORE DELLO
STRATO INSTABILI

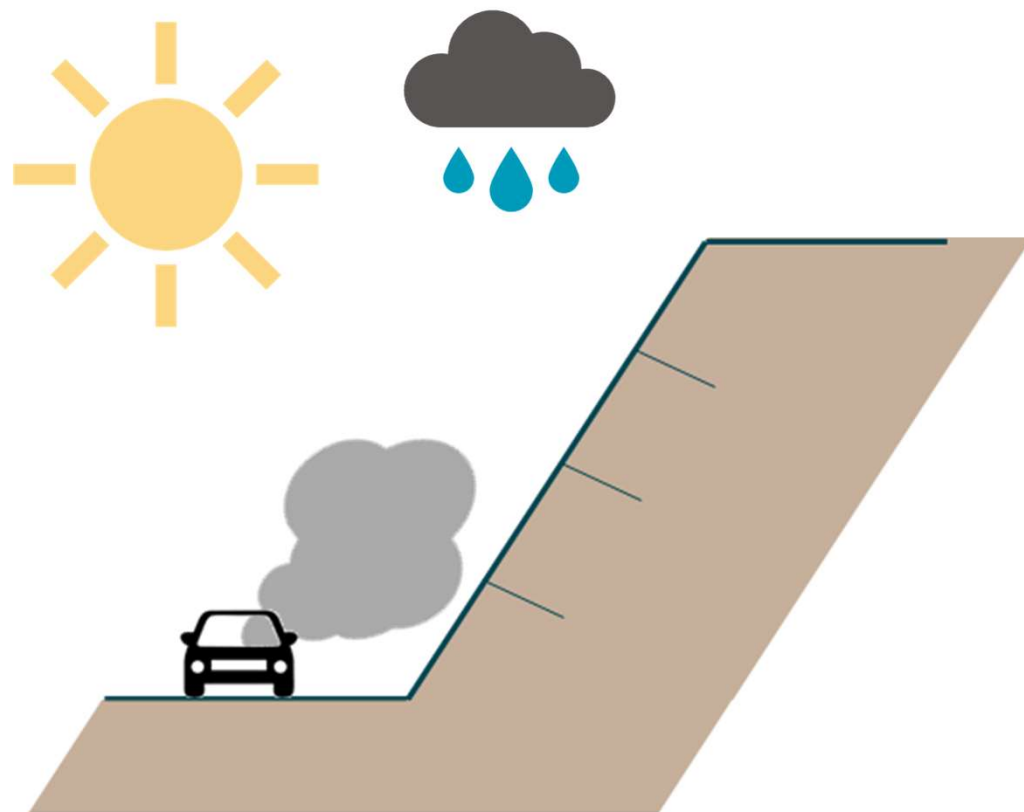
Mac S-Design permette di considerare uno strato di terreno instabile fino a uno spessore pari al 20% dell'altezza del pendio. Ciò consente di analizzare un'ampia gamma di casi.





ESPOSIZIONE ALL'AMBIENTE
SECONDO LE NORME
EN10223-3 E EN10244-2.

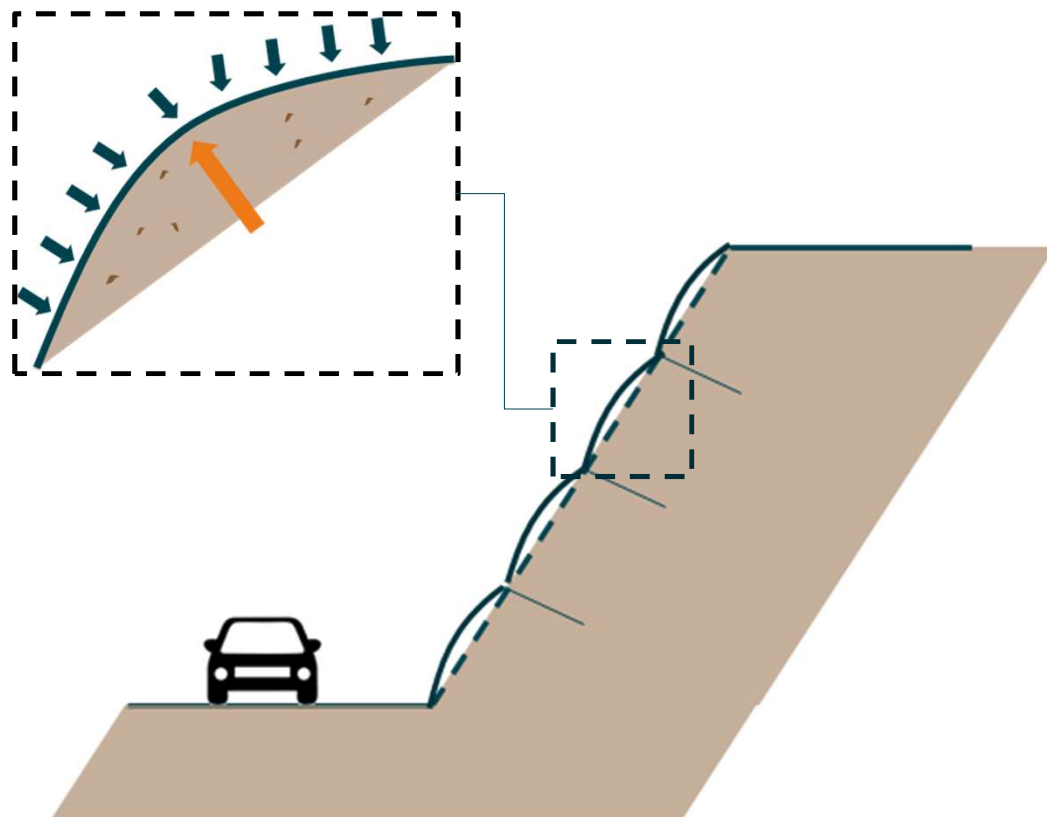
Mac S-Design consente ai progettisti di considerare l'esposizione ambientale nel calcolo della chiodatura del terreno sia per la rete che per i chiodi (corona di corrosione).





LA MAGLIA NON ESERCITA
ALCUNA PRESSIONE SUL
TERRENO SE NON È
DEFORMATA

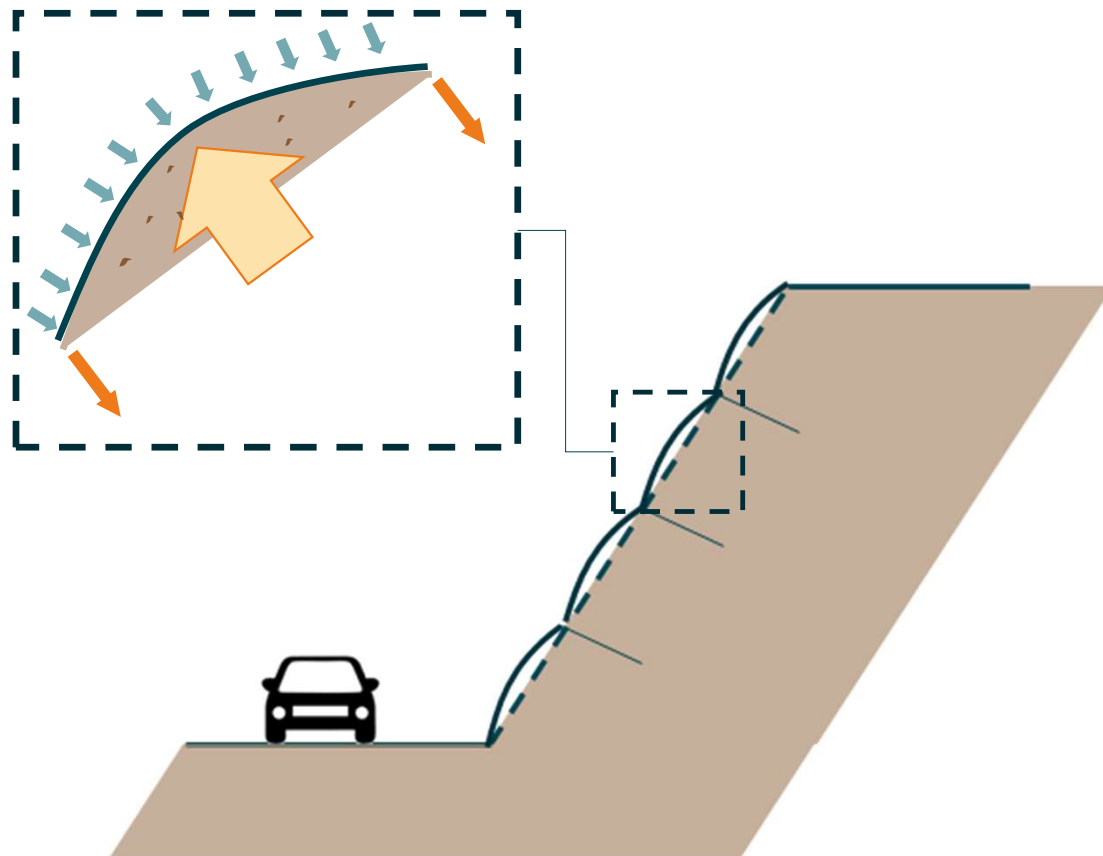
Mac S-Design si basa sulle curve
sforzo-spostamento. Non è necessario
inserire forze arbitrarie che potrebbero
compromettere l'affidabilità del risultato.

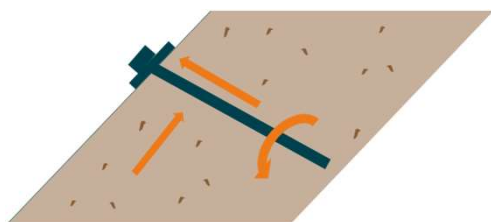




WORKING RATIO DELLA RETE

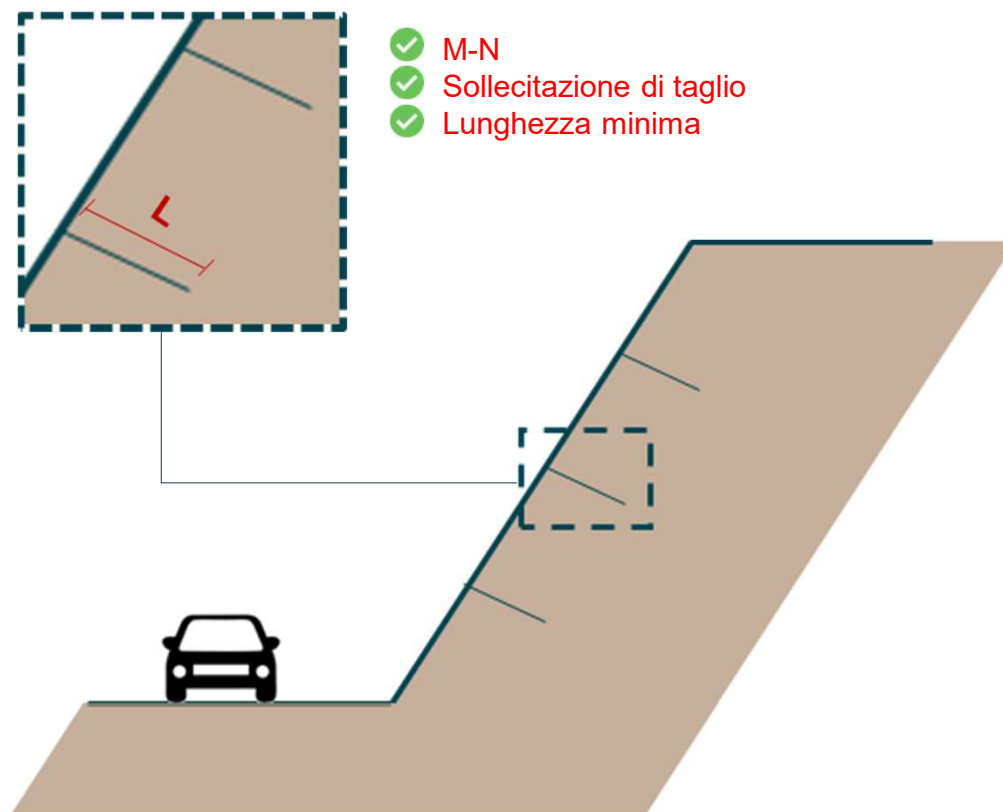
Mac S-Design ottimizza la progettazione della rete restituendo la sua working ratio.





CONTROLLO DELLA STABILITÀ DEI CHIODI

Mac S-Design verifica i chiodi per le sollecitazioni di taglio, il momento flettente e le forze assiali e ne calcola la lunghezza.



PRESUPPOSTI DEL METODO DI BASE E APPROCCIO SCHEMATICO

MACCAFERRI

Il framework concettuale del Mac S-Design può essere riassunto come segue:

INPUT

- Geometria
(altezza e angolo del pendio, spessore dello strato instabile, ecc.)
- Parametri geotecnici
(angolo di attrito, coesione, peso specifico, ecc.)
- Falda acquifera, Coef. parziale, Coef. sismico, Fat. di sicurezza

PRE-ANALISI

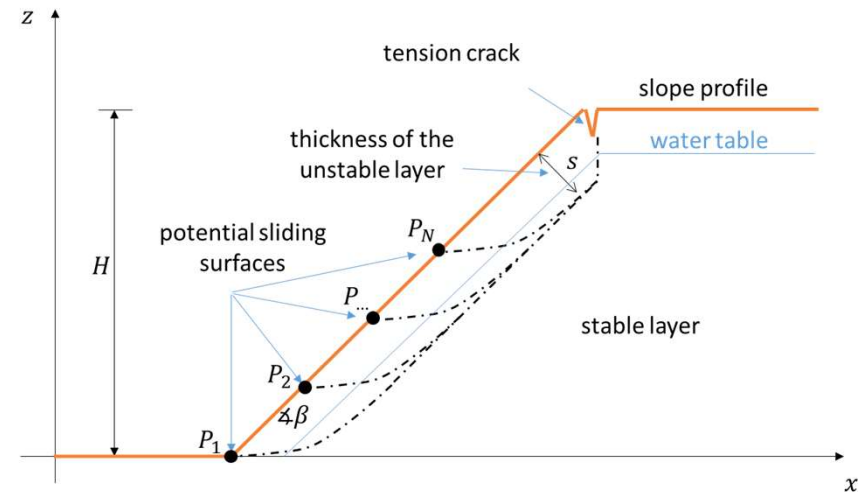
- Analisi di tutte le potenziali superfici di scorrimento
- Analisi di stabilità attraverso il "**Metodo 1**" e il "**Metodo 2**".
- Identificazione del meccanismo più instabile (cioè il FS più basso)

PROGETTAZIONE

- Quando $FS < FS_{\text{progetto}}$:
- Selezione della rete appropriata per fornire la pressione stabilizzante "q" necessaria
 - Definizione delle caratteristiche degli ancoraggi

ANALISI

- Calcolo della **curva caratteristica** della rete selezionata
- Analisi di stabilità attraverso il "**Metodo 1**" e il "**Metodo 2**".



OUTPUT

- Verifica del progetto FS
- Verifica della maglia e del rapporto di lavoro

HAI BISOGNO DI UN'ASSISTENZA DEDICATA PER IL TUO PROGETTO DI SOILNAILING? SCRIVETE "PROGETTO" NELLA CASELLA DI CHAT

MAKE YOUR SLOPE SAFER

UN ESEMPIO DI CASO REALE CON MAC S-DESIGN

MACCAFERRI



UN ESEMPIO DI CASO REALE

Input Dati Principali

GEOMETRIA:

Altezza del pendio: 25 m
Angolo di inclinazione del pendio: 45°
Spessore del terreno instabile: 2.0 m

PARAMETRI GEOTECNICI:

Angolo di attrito del suolo: 40°
Coesione: 10 kPa
Peso unitario: 21 kN/m³
Peso unitario saturo: 22 kN/m³

LIVELLO DELLA FALDA :

Profondità della falda acquifera: 1.5 m

COEFFICIENTI SISMICI:

Coefficiente sismico orizzontale: 0.0
Coefficiente sismico verticale: 0.0

MACCAFERRI

Home

Contact Us

Login/Registration

Mac S-Design



REQUALIFE



Disponibile su edesign.maccaferri.com

