



COMUNE DI GENOVA

**BRUGG**  
Geobrugg 

Safety is our nature

16 Giugno 2023

Ore 09,00 - 16,00

*Convegno*

Interventi per la riqualificazione  
del territorio collinare genovese



# INDICE

1 INSTABILITA' DI  
VERSANTE

2 SISTEMI PER IL  
CONSOLIDAMENTO

3 SOLUZIONI CON  
RETI AD ALTE  
PERFORMANCE

4 EROSIONE  
FLUVIALE





**1/4**  
**INSTABILITA' DI VERSANTE**



# CAUSE SCATENANTI

Fattori che influenzano le instabilità:

Precipitazioni e aumento della pressione interstiziale

Azione sismica

Cicli di gelo/disgelo

Attività antropica

...



Questi fattori sono difficilmente prevedibili. Spesso sono cause concomitanti. Per la stabilizzazione del pendio è necessario selezionare la giusta soluzione per il consolidamento.

# ESEMPI

Sicilia 2019  
Cedimento della sede stradale





# ESEMPI

Genova 2022  
Frana di crollo in centro abitato



19/06/2023





2/4

# SISTEMI PER IL CONSOLIDAMENTO



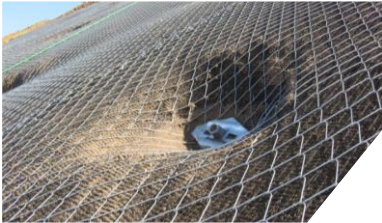
# TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTO

In accordo con la norma **UNI EN 14490:2010**  
Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Chiodature del terreno (soil nailing)

Hard facing



Flexible facing



Soft facing





# FLEXIBLE FACING



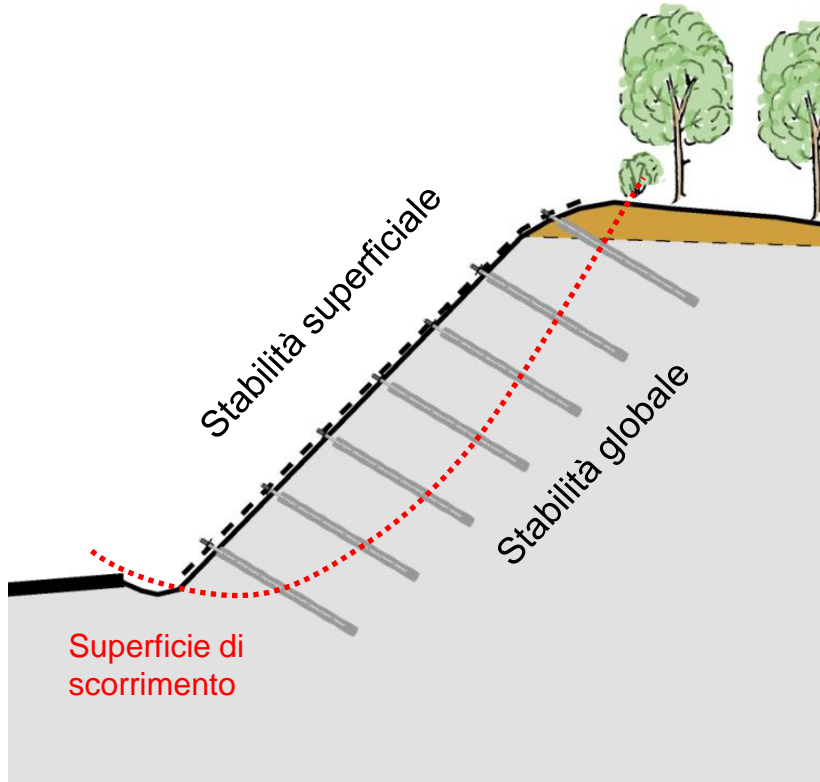
## Aspetti positivi

- Possibilità di rinverdire
- Basso impatto visivo
- Basso impatto ambientale (CO2)
- Installazione veloce e facile
- Resistenza all'azione sismica
- Si applica su qualsiasi tipo di terreno



# SISTEMI PER IL CONSOLIDAMENTO

Schema generale di un sistema di consolidamento con rete e ancoraggi.



- Il sistema ha la funzione di contenere la porzione di suolo instabile.
- La rete evita la perdita di materiale superficiale che si può staccare dal versante.
- L'ancoraggio intercetta le superfici di scivolamento impedendo l'innescio del movimento franoso.



# CONCETTO BASE DEI FLEXIBLE FACING

Pretensionamento dell'ancoraggio sulla rete in acciaio ad alta resistenza.



- Le deformazioni del versante sono minimizzate grazie all'azione contenitiva della rete.
- La reazione efficace della rete SOLO per un comportamento uniforme dato dalla omogeneità dei materiali utilizzati
- Contributo alla stabilità globale del versante.



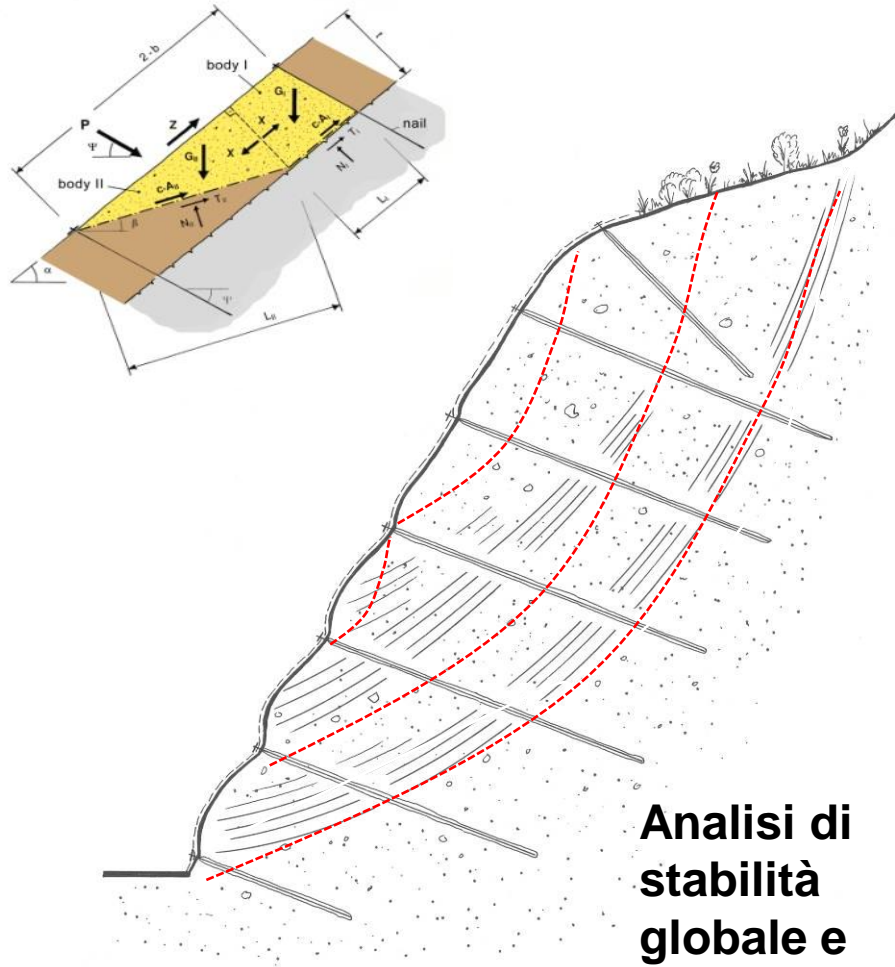


**3/4**

**SOLUZIONI CON RETI  
AD ALTE PERFORMANCES**

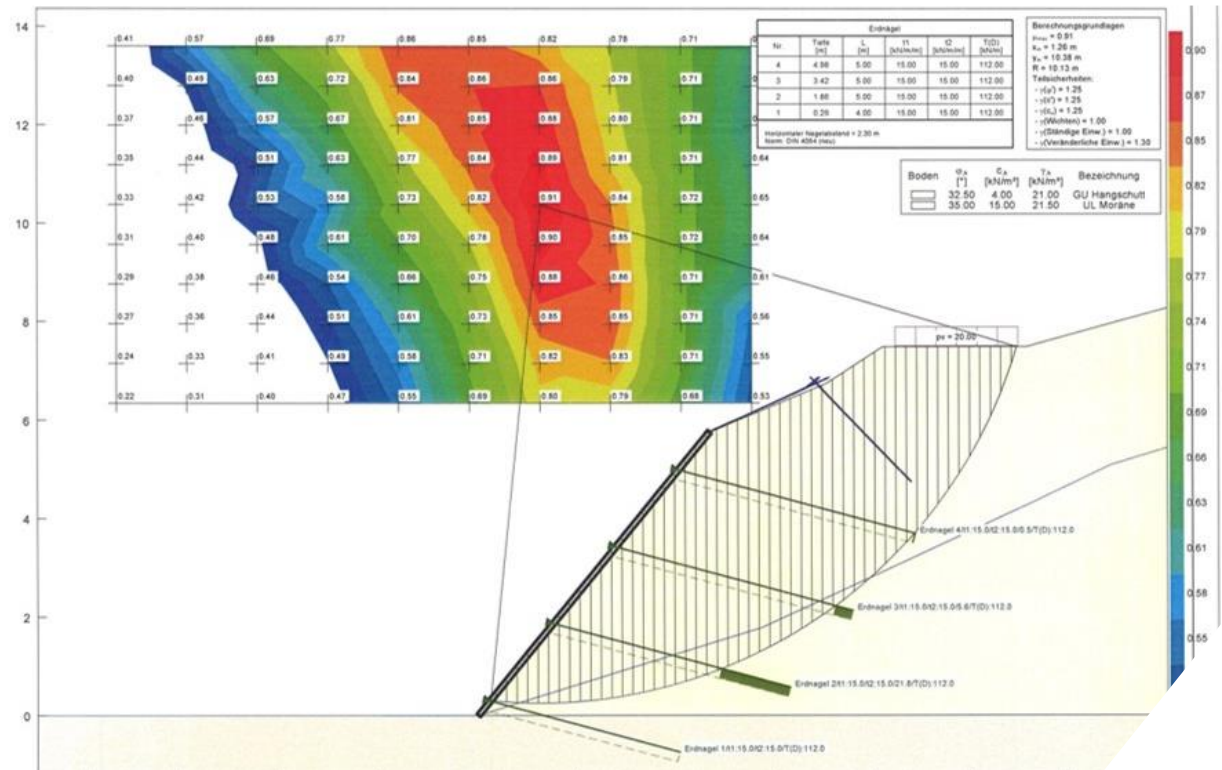


# APPROCCIO DI DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA



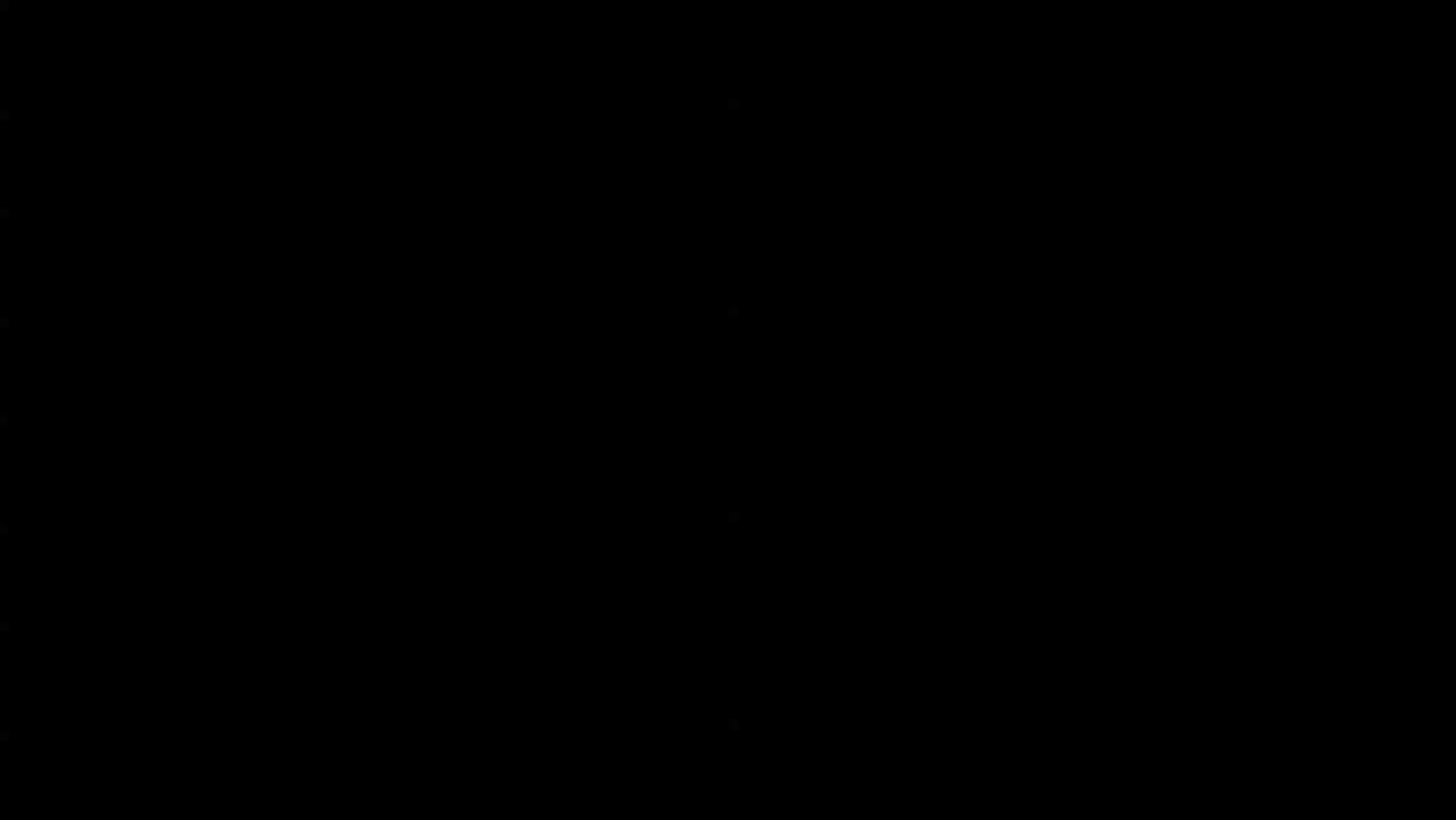
**Analisi di  
stabilità  
globale e  
superficiale**

## VERIFICA DELLA STABILITA' GLOBALE





# TEST IN VERA GRANDEZZA





# LO SVILUPPO DEL SISTEMA



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences

Come è stato sviluppato?



Test del Sistema

→ Elementi ottimizzati

→ 1:1 test in vera grandezza

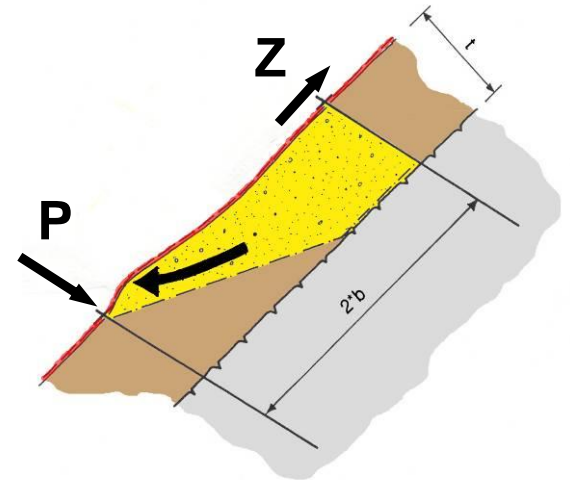


## Verifica di instabilità locali tra gli ancoraggi:

- Verifica della rete al punzonamento da parte della piastra (P)
- Verifica della rete alla trasmissione della forza (Z)

## Valori di resistenza che devono essere noti

- $P_R$  = resistenza della rete a punzonamento da parte della piastra (margine superiore)
- $Z_R$  = resistenza della rete alla trazione parallelamente al versante (condizioni attrittive)





# VARIABILI DI UN SISTEMA

Tre componenti principali con classe di resistenza dell'acciaio di 1770 N/mm<sup>2</sup>

## 1 Tre modelli di rete

- TECCO® G45/2
- TECCO® G65/3
- TECCO® G65/4



## 2 Piastre di ripartizione

- P25/34
- P33/50 o P33/50
- P66/50



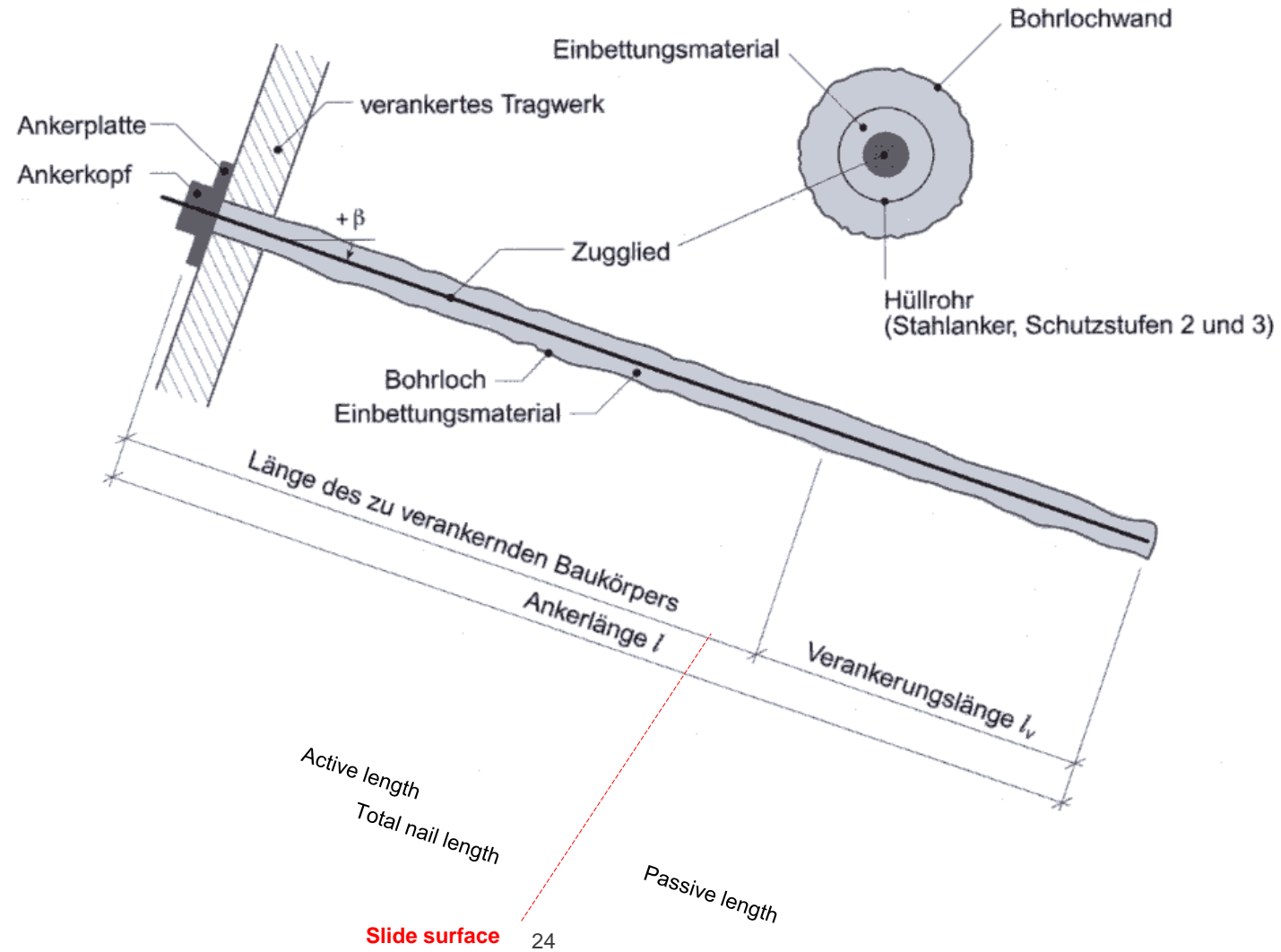
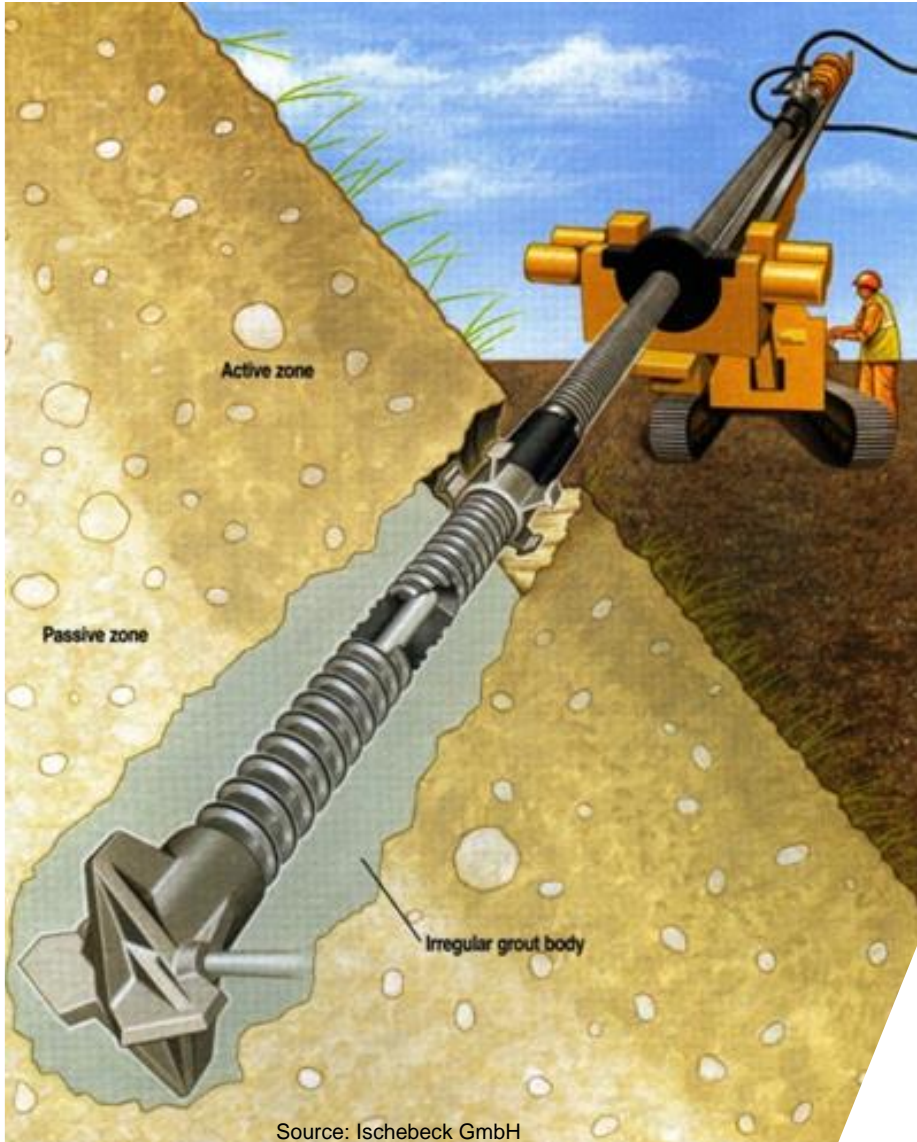
## 3 Ancoraggi commerciali





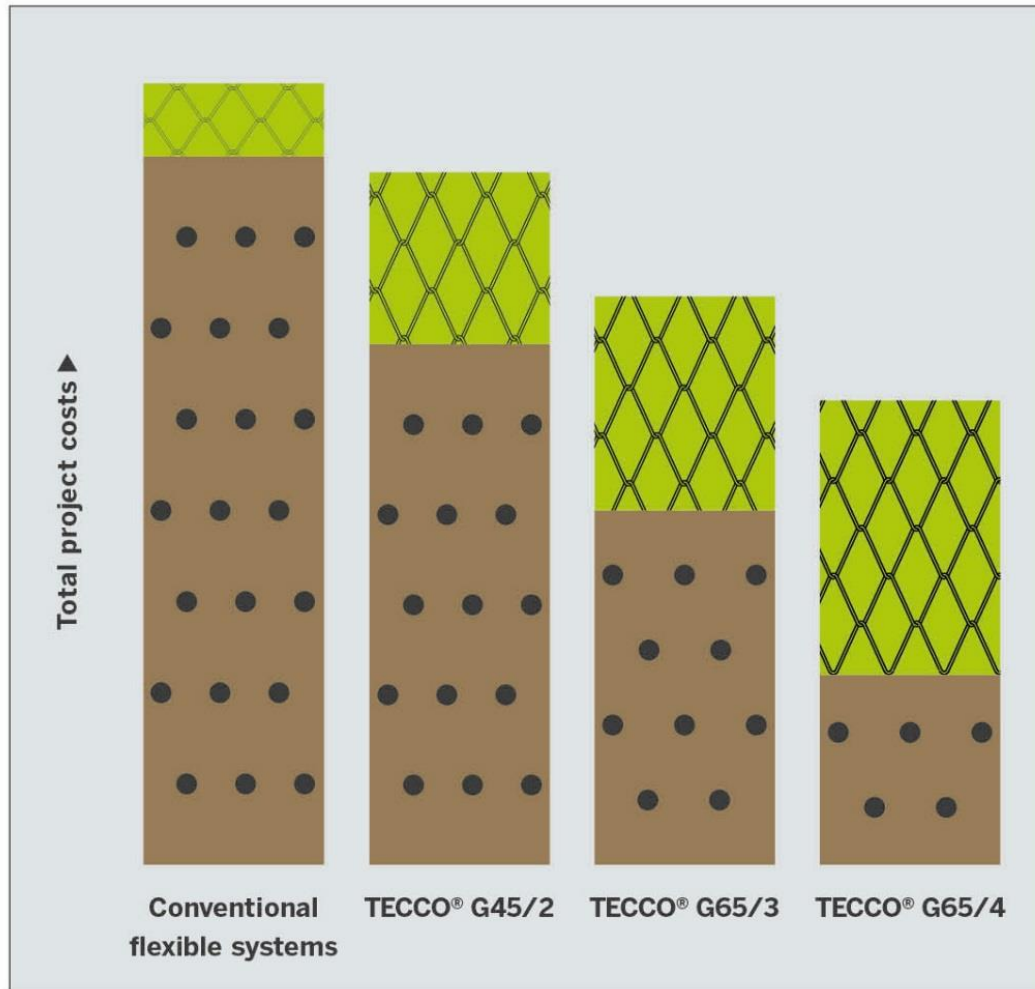
# ANCORAGGI

Barre d'acciaio filettate (piene o cave) in fori per il rinforzo di terreni e rocce.





# OTTIMIZZAZIONE DELL'INTERVENTO RETE vs ANCORAGGI



Maggiore è la resistenza della rete, minore è il numero di perforazioni



riduzione dei costi complessivi dell'intervento (specie per ancoraggi profondi)





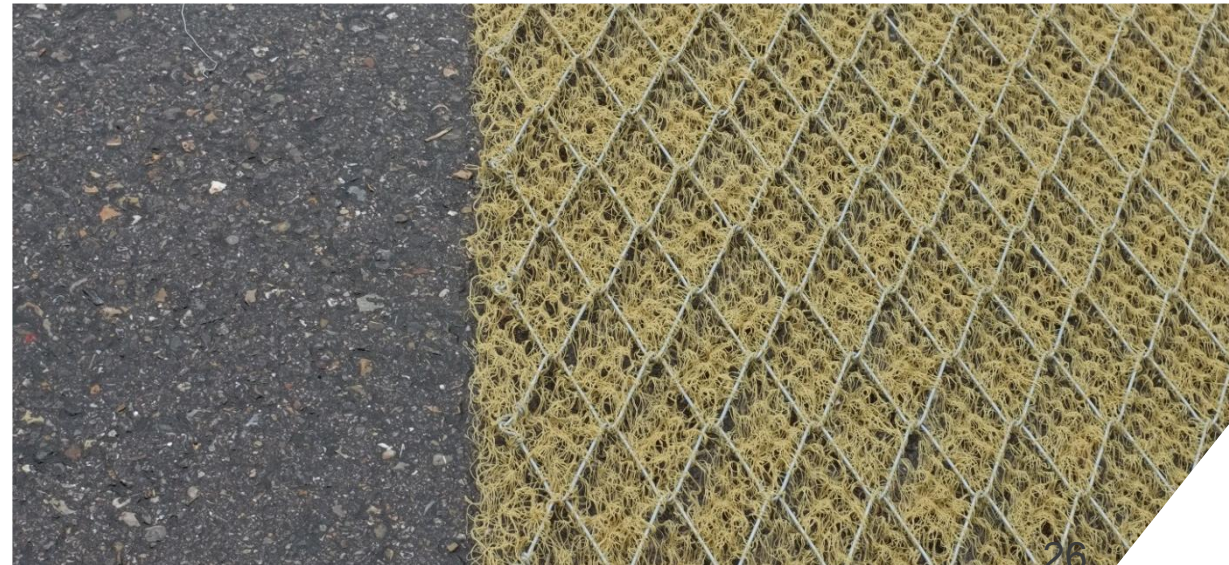
# ALTRE TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTO



Rete con abbinata una geostuoia in polipropilene estrusa in fase di produzione

La geostuoia previene l'erosione per dilavamento dalle piogge (effetto splash) e l'asportazione di materiale fine al di sotto della rete (micro-corrivazione)

19/06/2023





# ALTRE TIPOLOGIE DI RIVESTIMENTO

... favorendo lo sviluppo vegetazionale (Località Santa Vittoria (FM))



19/06/2023

27



# Il più esteso intervento di consolidamento in aree di pregio

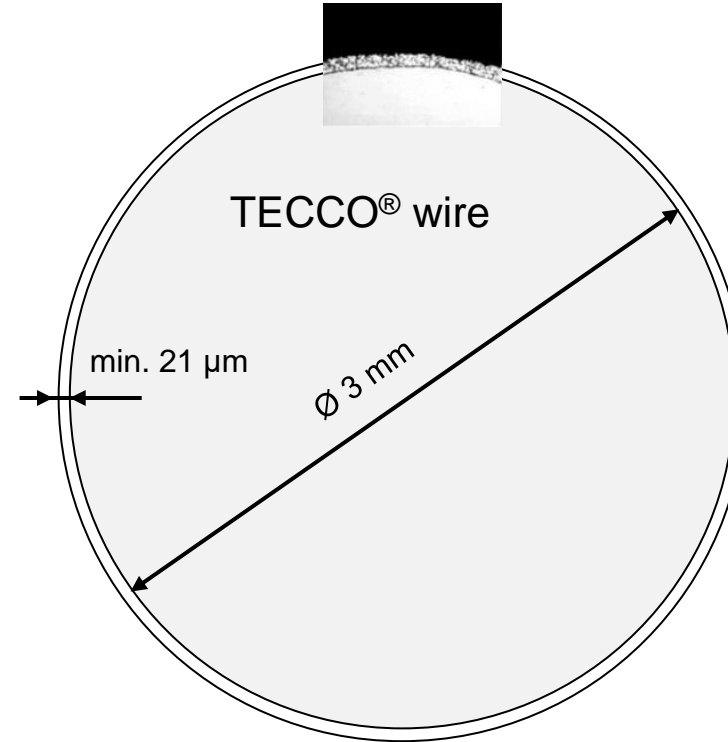
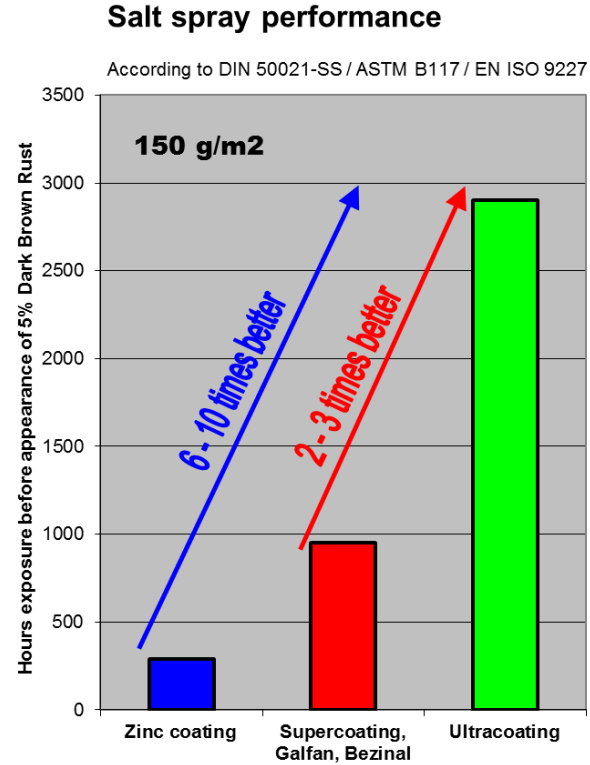
Riomaggiore – Sentiero Via dell'Amore





# PROTEZIONE CONTRO LA CORROSIONE

## SUPERCOATING® E ULTRACOATING®



SUPERCOATING®

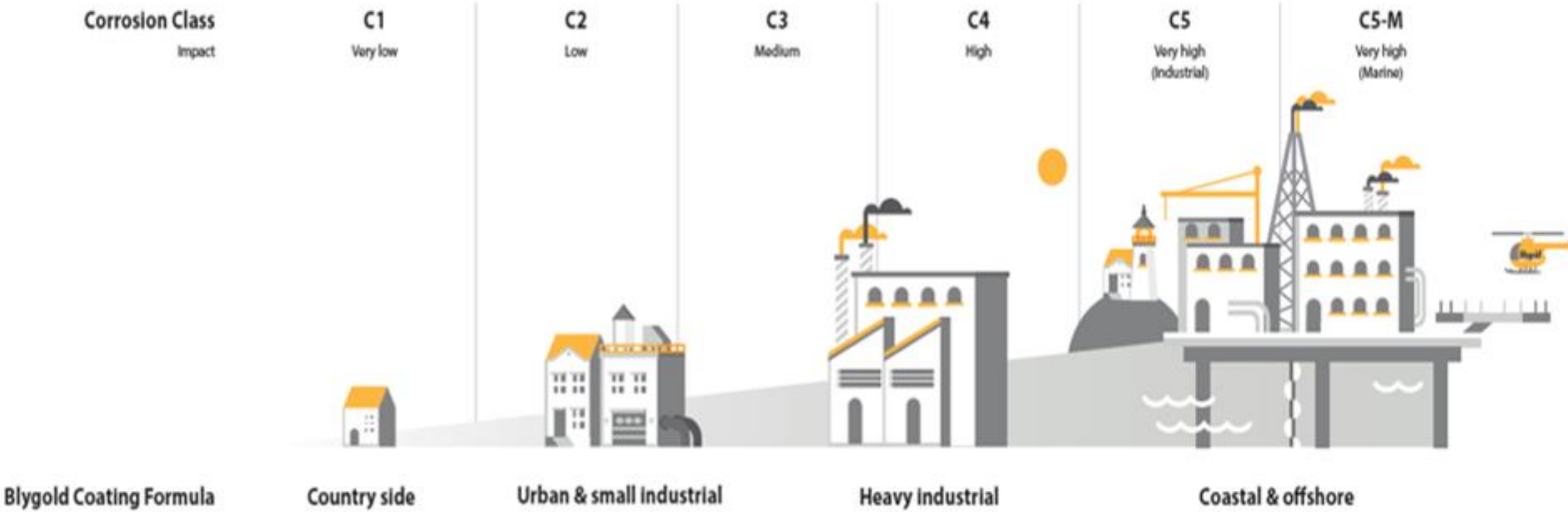
= 95% Zn + 5% Al

ULTRACOATING®

= 94.5 % Zn + 5% Al + 0.5% additivo speciale



# AZIONE CORROSIVA DELLA SALSEDINE





# AZIONE CORROSIVA DELLA SALSEDINE



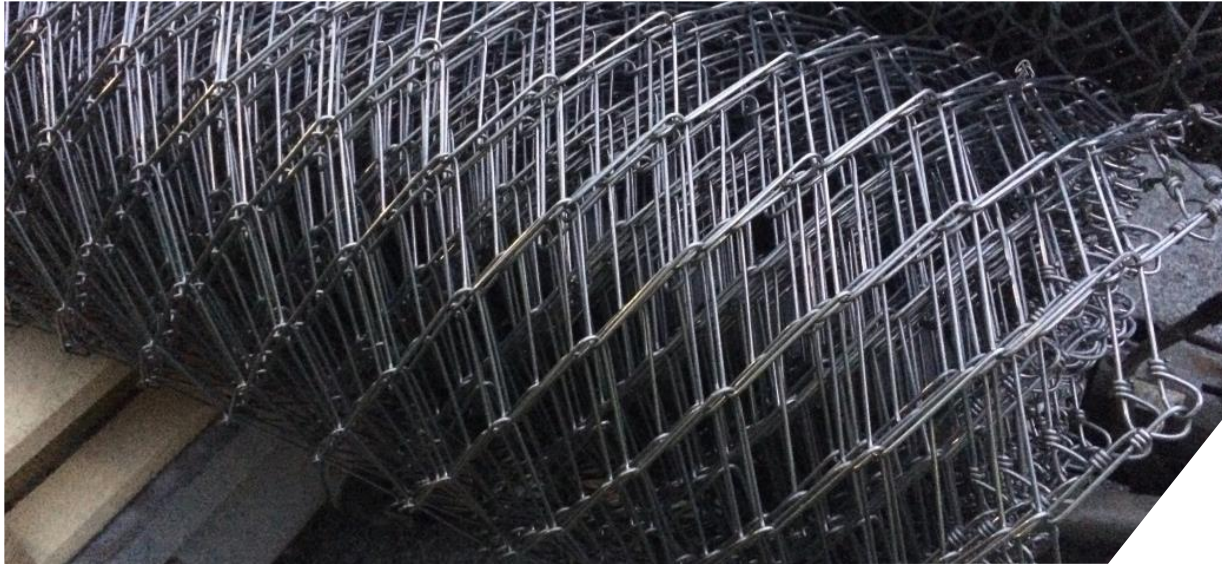
Nelle zone costiere la protezione offerta dal rivestimento polimerico non sono efficaci a causa della loro durata estremamente limitata:

- Acciaio e PVC: si dilatano e si contraggono a velocità diverse al variare della temperatura
- Funi d'acciaio: un diametro minore del filo significa una protezione anticorrosiva

19/06/2023  
minore



# RETE IN ACCIAIO INOX



Classe di resistenza all'acqua di mare 1.4462 (AISI 318)





4/4

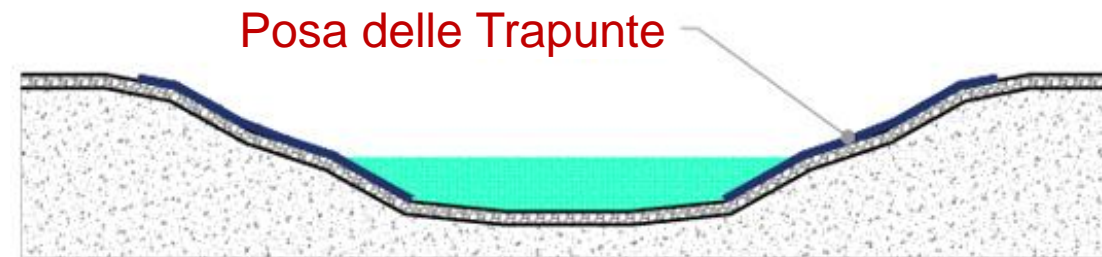
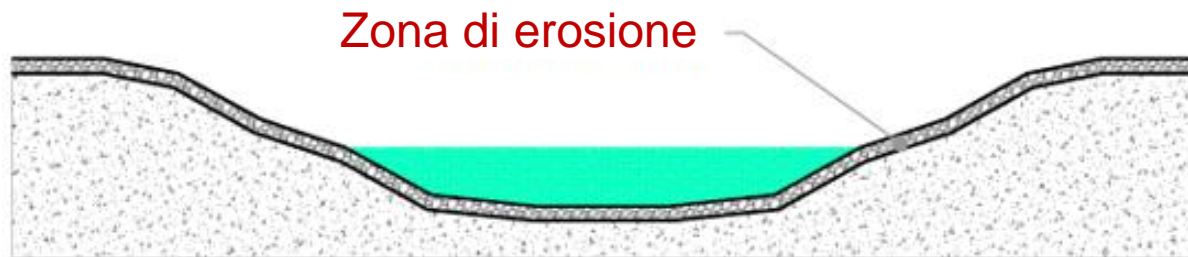
# EROSIONE FLUVIALE



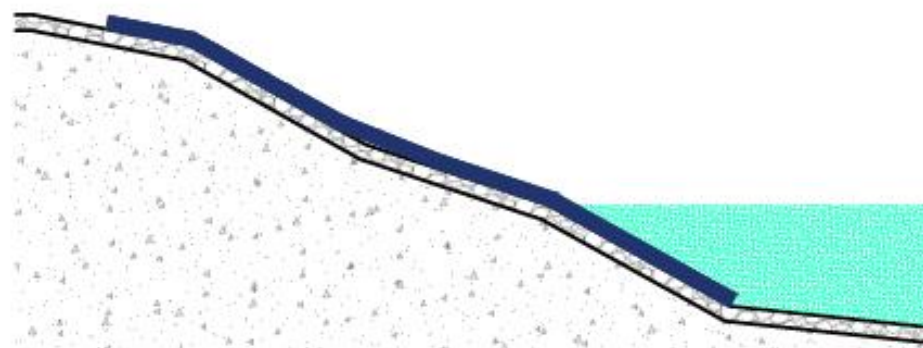
# Trapunta

Sistema di protezione contro  
l'erosione spondale nei corsi  
d'acqua





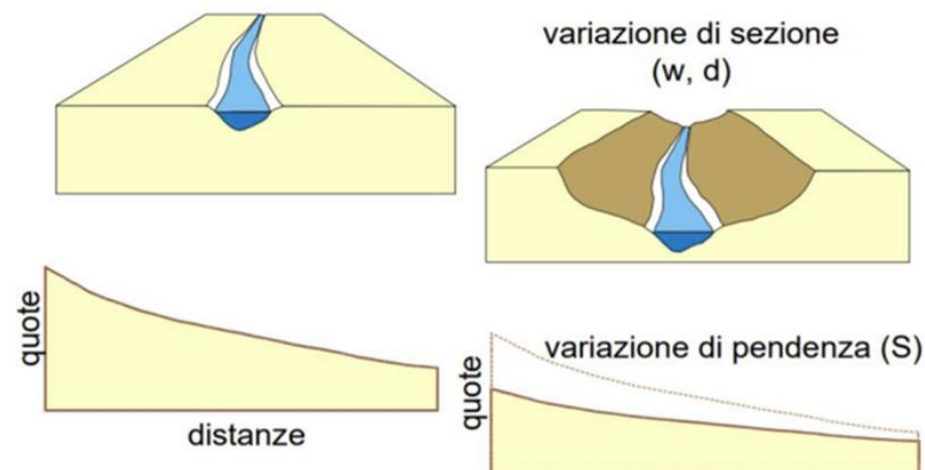
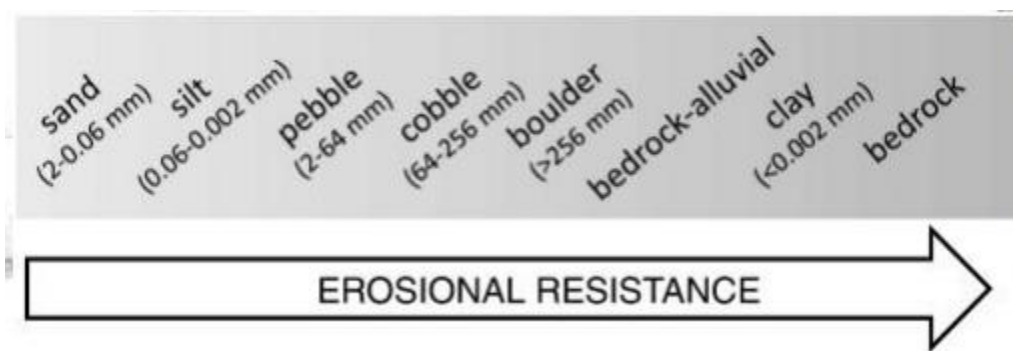
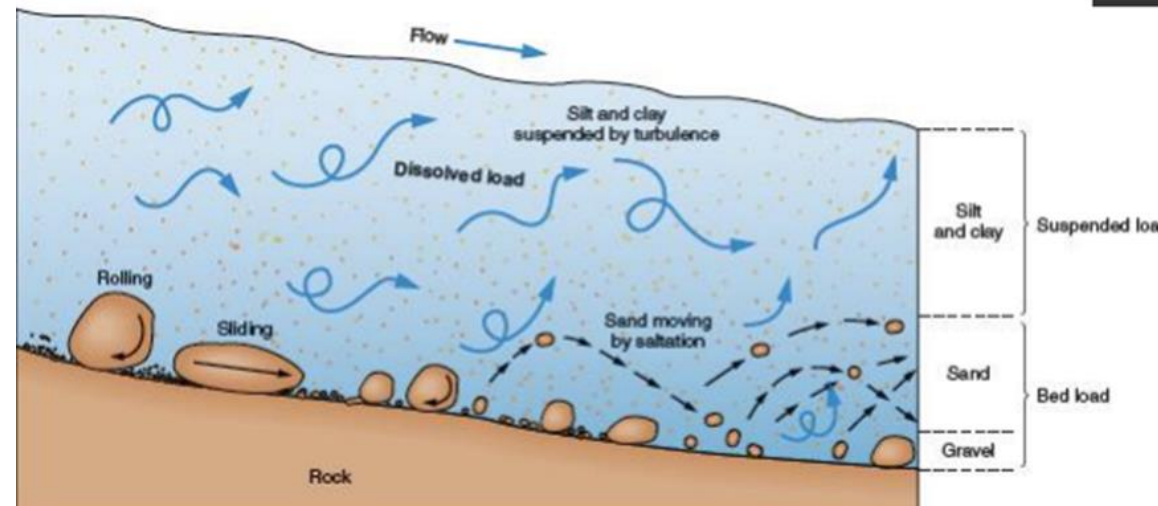
## Particolare posa





# Cause dell'erosione

- Eventi di forte intensità come le alluvioni.
- Perdita dell'apporto dei sedimenti (siccità).
- Azione , casse di laminazione, briglie ecc.





# Le soluzioni in uso non sempre sono soddisfacenti





# Le soluzioni in gabbioni o calcestruzzo

- Spesso falliscono portando detriti a mare che causano inquinamento e pericolo.
- I gabbioni dopo pochi anni a volte presentano danni o cedimenti per via della bassa resistenza meccanica della rete.
- I gabbioni non sempre sono in grado di resistere agli eventi eccezionali tipici degli ultimi anni.
- Se protetti contro la corrosione con plastica, i gabbioni rilasciano materiale inquinante che entra nella catena alimentare.
- I costi di manutenzione sono ripetitivi, a volte annuali.
- Le soluzioni in calcestruzzo per la loro rigidità sono sempre meno ben viste dalle Pubbliche Amministrazioni.
- Peggiorano la qualità dell'acqua che arriva a mare generando problemi alle foci.
- Non essendo permeabili non favoriscono il passaggio naturale dell'acqua.



# LA NOSTRA PROPOSTA





# Il caso della sponda del torrente Aventino a Palena (I)



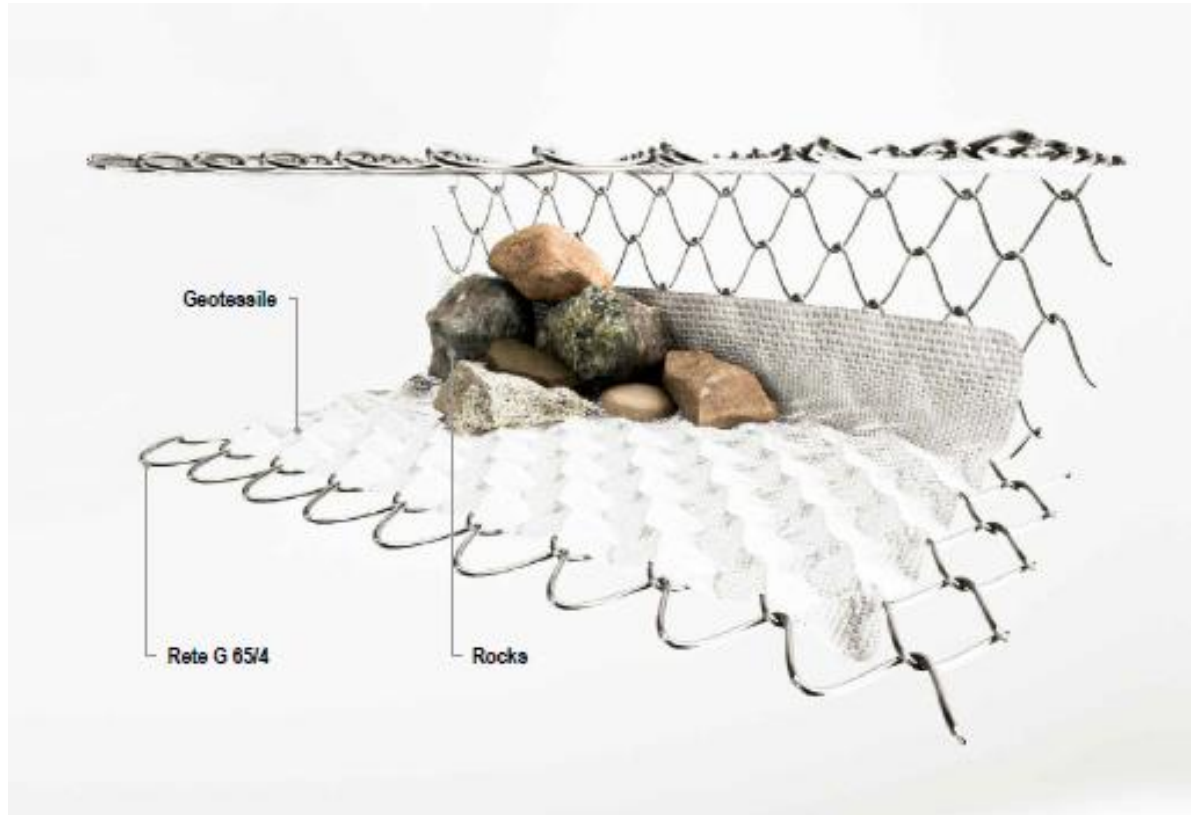
L'argine in erosione prima dell'intervento, con conseguente rischio per le infrastrutture sportive retrostanti.



L'argine realizzato con la soluzione Trapunta dopo un'alluvione ha risposto in maniera ottimale e tutt'oggi ad oltre 20 anni dall'intervento, risulta sempre funzionale e non ha richiesto ancora alcuna manutenzione.



# Il prospetto e la funzionalità del sistema Trapunta



- La rete utilizzata è in acciaio inossidabile (o Supercoating) ad alta resistenza.
- E' facilmente movimentabile anche dopo l'installazione.
- Il sistema lavora in maniera totale perché le diverse Trapunte sono connesse tra loro.
- Resiste agli impatti di materiali provenienti da monte e del movimento interno degli inerti.
- Ha la capacità di resistere alle portate di piena con determinati tempi di ritorno.







## DATI TECNICI

### **Rete in filo d'acciaio ad alta resistenza ROMBO® G65/4 INOSSIDABILE**

#### Rete in filo d'acciaio ad alte prestazioni TECCO®

Forma della maglia:	romboidale
Diagonale:	$x \cdot y = 83 \cdot 138 \text{ mm (+/- 3\%)}$
Apertura maglia:	$D_1 = 63 \text{ mm (+/- 3\%)}$
Angolatura della maglia:	$\varepsilon = 49^\circ$
Spessore totale della rete:	$h_{\text{tot}} = 15.0 \text{ mm (+/- 1 mm)}$
Luce nello spessore della rete:	$h_1 = 7.0 \text{ mm (+/- 1 mm)}$
Numero di maglie longitudinale:	$n_l = 7.2 \text{ pcs/m}$
Numero di maglie trasversale:	$n_q = 12 \text{ pcs/m}$

#### Filo d'acciaio TECCO®

Diametro del filo:	$d = 4.0 \text{ mm}$
Classe de resistenza:	$f_t \geq 1'650 \text{ N/mm}^2$
Materiale:	filo d'acciaio inox ad alta resistenza
Resist. alla trazione di un filo:	$Z_w = 19.7 \text{ kN}$

#### Sistema di prevenzione corrosione

Stainless steel (INOX):	1.4462 (AISI 318)
-------------------------	-------------------



## SCHEDA TECNICA

Rev. 10, Data 18.05.2010

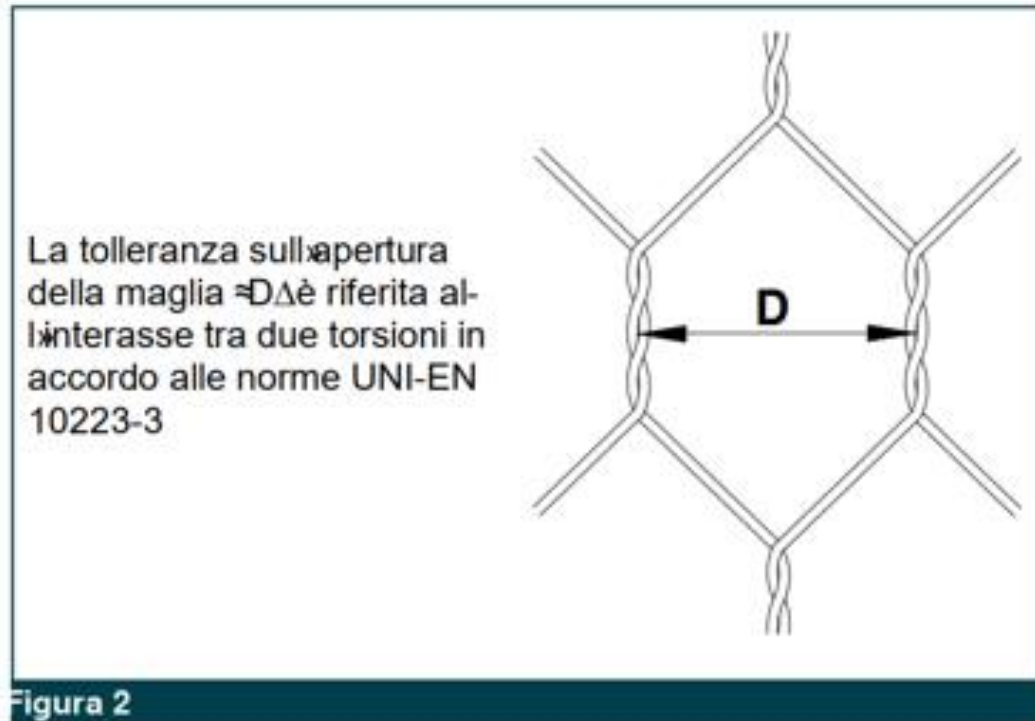
GALFAN

**1. Resistenza a trazione:** i fili utilizzati per la produzione dei gabbioni e del filo di legatura, dovranno avere una resistenza a trazione di 380-550 N/mm<sup>2</sup> superando, per aumentare la resistenza del prodotto finito, quanto previsto dalle UNI-EN 10223-3 relative al filo in acciaio dolce. Le tolleranze sul filo (Tabella 4) trovano riscontro nelle disposizioni della UNI-EN 10218.

**2. Allungamento:** L'allungamento non deve essere inferiore al 10%, conformemente a quanto previsto dalle UNI-EN 10223-3. I test devono essere effettuati su di un campione di almeno 25 cm di lunghezza.

**3. Rivestimento Galfan:** le quantità minime di Galfan riportate nella Tabella 4 soddisfano le disposizioni delle UNI-EN 10244-2 (Classe A).

**4. Adesione al Galfan:** l'adesione del rivestimento Galfan del filo dovrà essere tale che, quando il filo è attorcigliato sei volte attorno ad un mandrino avente il diametro di 4 volte maggiore, non si crepi o non si sfaldi sfregandolo con le dita.





## Dati minimi necessari al dimensionamento dell'opera

- Caratteristiche dell'alveo quali pendenza, geometria, tipologia di terreno, ecc;
- Dati fluviali storici riguardanti in particolare portate e velocità;
- Qualsiasi tipo di documentazione storica del corso d'acqua;
- Condizioni a monte dell'area d'intervento, presenza di briglie, dighe, casse di espansione, ecc .

**Queste sono le informazioni minime necessarie ad offrire un'adeguata assistenza tecnica.**



# La coerenza green

- A dipendenza dell'insolazione Geobrugg produce dal 40 al 60% di energia da proprio impianto fotovoltaico.
- La restante energia elettrica acquistata viene prodotta da fonti esclusivamente rinnovabili.
- Reti realizzate in acciaio inox che fa uso fino all'80% di materiale riciclato.
- Gestione oculata dei rifiuti che garantisce il 53% di riciclaggio.
- Si predilige, ove possibile, il trasporto su rotaia che nel caso della Liguria favorisce un risparmio garantito di 0.37 t di CO<sub>2</sub> per ogni viaggio.





# Se interessati a rimanere in contatto con noi



Registrazione a myGeobrugg  
con l'opzione della Newsletter



Sola registrazione  
alla Newsletter



**GRAZIE MILLE  
PER  
L'INTERESSE  
E  
L'ATTENZIONE**