



Organizzato da:  
 Ordine Ingegneri Genova



**BRUGG**  
Geobrugg



**DYWIDAG**

VIGANO  PAVITEX<sup>®</sup>  
S.p.A.



MAIR WILFRIED srl



 ARRIGO GABBIONI ITALIA S.R.L.



«SISTEMI DI CONSOLIDAMENTO DI VERSANTI IN TERRA E PARETI IN ROCCIA  
SCELTA DEL SISTEMA IDONEO CON UTILIZZO DI MATERIALI METALLI, GEOSINTETICI E SISTEMI AD ALTA  
RESISTENZA MECCANICA - PRINCIPI PER IL DIMENSIONAMENTO E RELATIVI SOFTWARE DI VERIFICA»

## Sistemi anterosivi a basso impatto ambientale – Geocompositi per la regimazione delle acque superficiali e profonde

Relatore: Dott. Franco Bailo  
S.A.T.  
Viganò Pavitex S.p.A.

con il contributo incondizionato di:

# Sistemi antierosivi a basso impatto ambientale – Geocompositi per la regimazione delle acque superficiali e profonde



«CURIAMO L'AMBIENTE, PROTEGGIAMO LE NOSTRE VITE E LE NOSTRE COSE PIU' CARE...»

# Sistemi antierosivi a basso impatto ambientale – Geocompositi per la regimazione delle acque superficiali e profonde



**LUNEDI' 09/09/2024: 80mm di pioggia tra le h3.00 e h.5.00 del mattino (Bergamo, centralina zona stadio)**

## EROSIONE

### Soil erosion by water

*"Soil erosion by water is one of the major threats to soils in the European Union, with a negative impact on ecosystem services\*, crop production, drinking water and carbon stocks."*

The Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) is an easily and widely used computer program that estimates rates of soil erosion (RUSLE R-FACTOR) caused by rainfall and associated overland flow.

[https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/WA/Revised\\_Universal\\_Soil\\_Loss\\_Equation\\_\(RUSLE\).htm](https://efotg.sc.egov.usda.gov/references/public/WA/Revised_Universal_Soil_Loss_Equation_(RUSLE).htm)

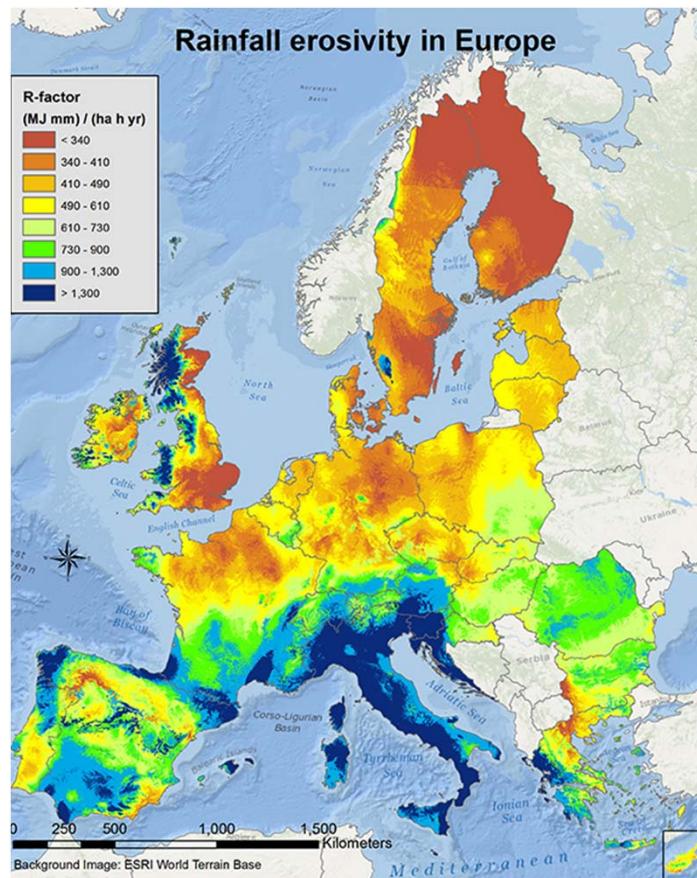


Fig. 1: R-factor high resolution(2015)

European Soil Data Centre (ESDAC)

<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/rainfall-erosivity-europe>

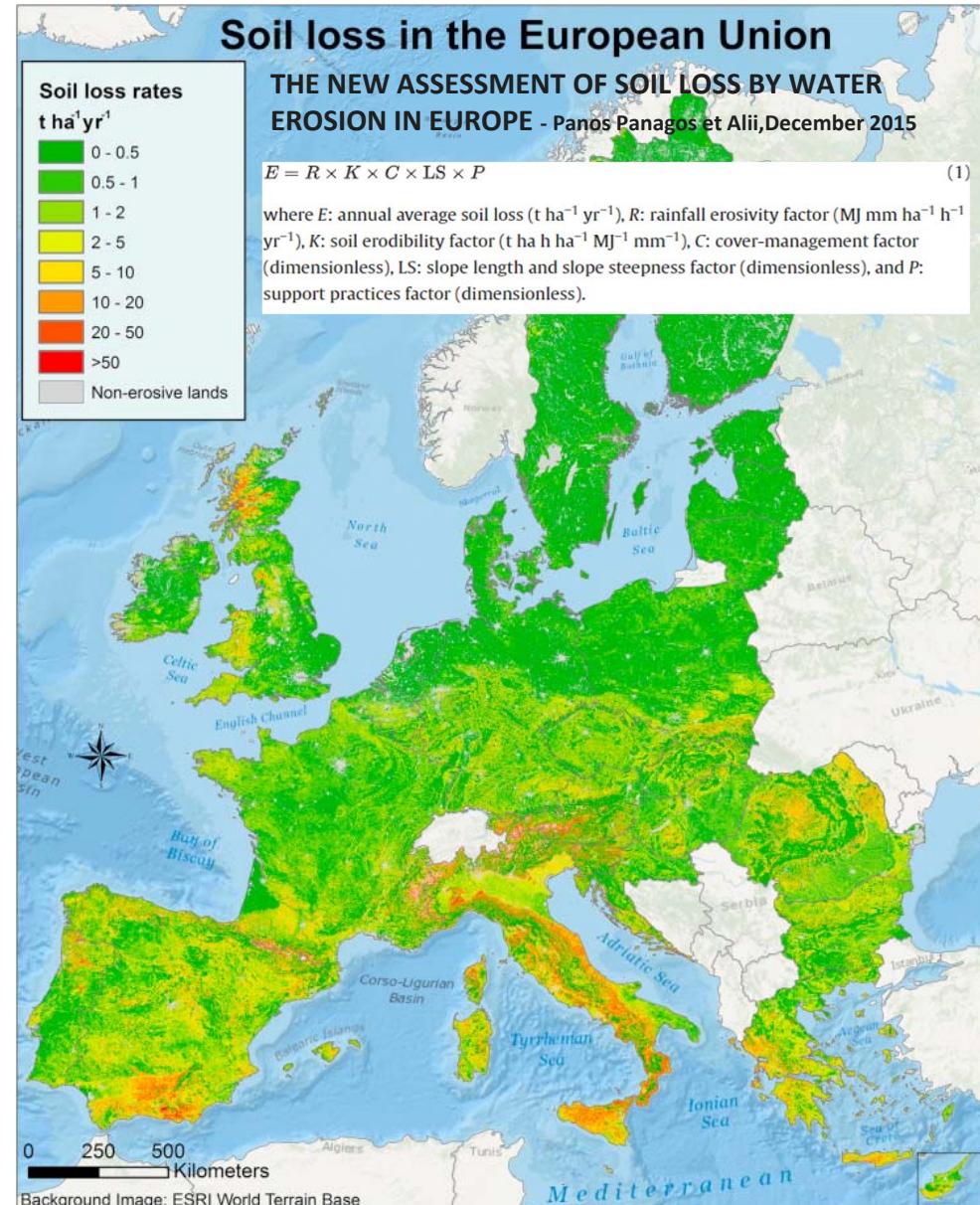


JOINT RESEARCH CENTRE  
EUROPEAN SOIL DATA CENTRE (ESDAC)

\* servizi ecosistemici sono i vari benefici che gli esseri umani traggono da ecosistemi sani. Questi ecosistemi, quando funzionano bene, offrono cose come la fornitura di cibo, l'impollinazione naturale delle colture, aria e acqua pulite, la decomposizione dei rifiuti o il controllo delle inondazioni.

### ITALIA:

- CAMBIAMENTI CLIMATICI (TROPICALIZZAZIONE), CON ALTERNANZA DI LUNGI PERIODI SICCITOSI SEGUITI DA PIOGGE CONCENTRATE;
- MORFOLOGIA PREVALENTE DI TIPO COLLINEARE (41.6%) E MONTANA (35%), CON ELEVATA ENERGIA DI RILIEVO;
- GEOLOGIA: TERRENI GIOVANI, POCO CONSOLIDATI, TETTONIZZATI E FACILMENTE ERODIBILI,..;



Map of soil loss rates in the European Union (2010-2015) based on RUSLE2015

## TIPOLOGIE DI EROSIONE

**A) SPLASH EROSION:** erosione dovuta alla disgregazione e mobilizzazione delle particelle di terreno dopo l'impatto della goccia d'acqua, quando il terreno non è ancora saturo.



**B) SHEET EROSION:** appena il terreno è saturo e non è più in grado di assorbire acqua, questa inizia a scorrere arealmente su tutta la superficie asportando le particelle smosse ed acquistando energia.



## TIPOLOGIE DI EROSIONE

**RILL EROSION:** quando lo scorrimento areale, per effetto dell'accresciuta energia, inizia a concentrarsi in rivoli subparalleli e discontinui, in una sorta di ruscellamento embrionale, iniziando ad asportare anche le particelle precedentemente non smosse.



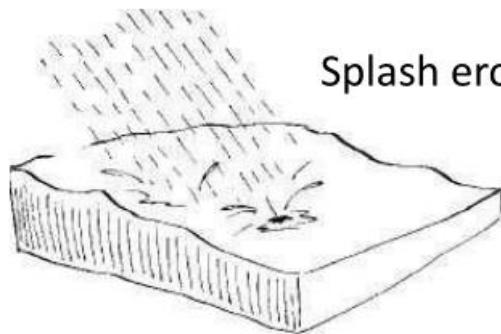
**GULLY EROSION:** un ulteriore aumento di energia concentra l'acqua in solchi e fossi che tendono ad allungarsi e ramificarsi, via via approfondendosi fino alla formazione di veri e propri calanchi, compromettendo la stabilità stessa del versante.



## TIPOLOGIE DI EROSIONE

### Soil erosion types

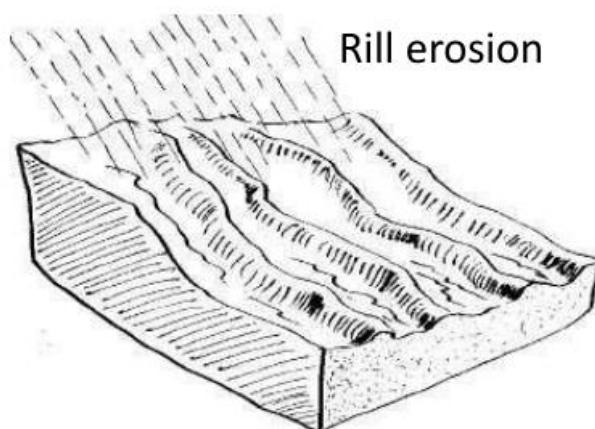
Splash erosion



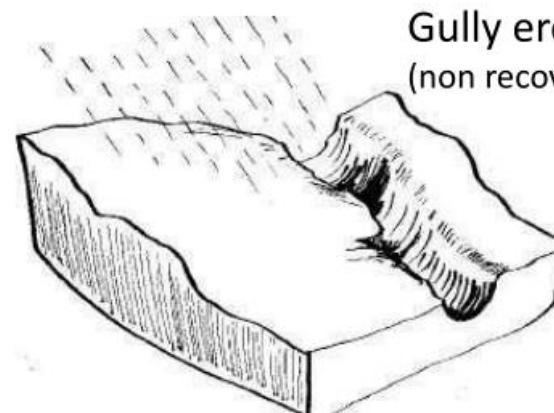
Sheet erosion



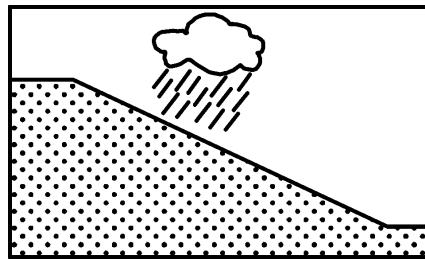
Rill erosion



Gully erosion  
(non recoverable)



## FATTORI CASUALI



I fattori che influenzano l'erosione e di conseguenza determinano la scelta progettuale del sistema protettivo sono:

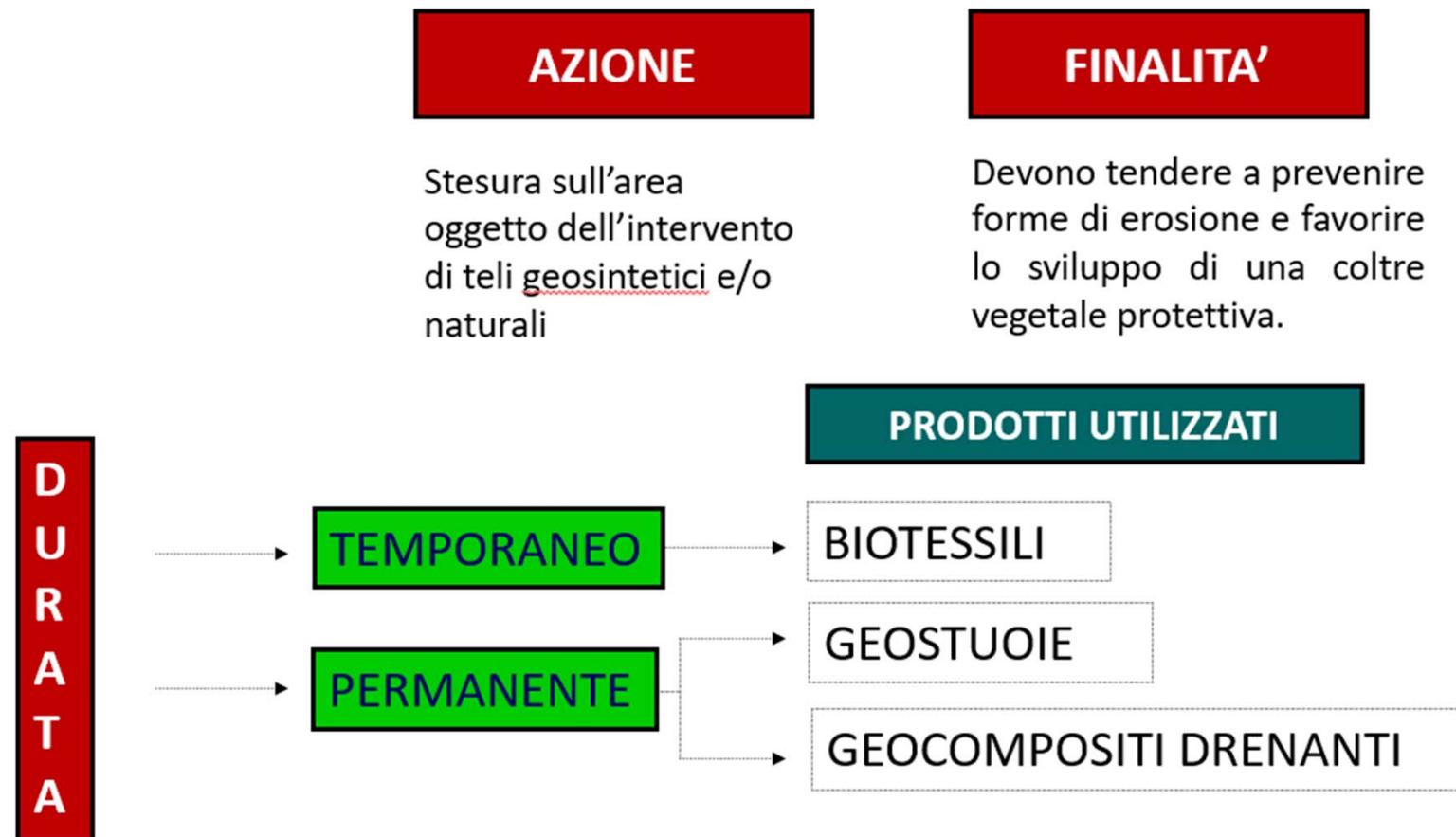
### → **FATTORI METEOROLOGICI**

- energia cinetica delle gocce
- intensità e frequenza delle piogge

### → **FATTORI GEOMORFOLOGICI**

- natura del terreno (origine, struttura, tessitura, permeabilità)
- configurazione topografica (lunghezza, pendenza ed esposizione del versante)

## NATURA DEGLI INTERVENTI



# Sistemi antierosivi a basso impatto ambientale – Geocompositi per la regimazione delle acque superficiali e profonde

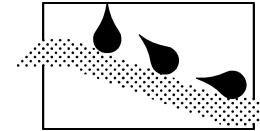
FUNZIONE	SCOPO	TIPOLOGIA IDONEA
SEPARAZIONE	mantenere divisi due strati di terreno di composizione granulometrica diversa o due strati di materiale diverso, senza impedire la circolazione di acqua	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geotessili tessuti</li><li>▪ Geotessili nontessuti</li></ul>
FILTRAZIONE	impedire la migrazione delle particelle fini del terreno permettendo nel contempo il passaggio dei fluidi	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geotessili tessuti</li><li>▪ Geotessili nontessuti</li></ul>
DRENAGGIO	<b>captare e trasportare un liquido o un gas lungo il proprio piano</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geocompositi drenanti</li></ul>
RINFORZO	migliora le caratteristiche meccaniche dei terreni	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geogriglie</li><li>▪ Geotessili tessuti</li></ul>
PROTEZIONE	proteggere da danneggiamento locale le geomembrane che hanno la funzione di impermeabilizzare	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geotessili nontessuti</li><li>▪ Geocompositi drenanti</li></ul>
CONTROLLO EROSIONE	evitare movimenti di strati superficiali di terreni su pendii	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Stuoie sintetiche</li><li>▪ Stuoie naturali</li></ul>

<p><b>RINFORZO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geogriglie</li><li><b>PAVIROCK</b></li><li>▪ Geotessili tessuti</li><li><b>PAVIROCK B</b></li></ul>	<p><b>CONTROLLO EROSIONE - REGIMAZIONE H<sub>2</sub>O</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Stuoie sintetiche</li><li><b>MEGAMAT</b></li><li>▪ Stuoie naturali</li><li><b>PAVIMANT PC / K / J</b></li><li>▪ Compositi regimazione acque</li><li><b>TRENCHMAT S</b></li></ul>	<p><b>DRENAGGIO</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geocompositi drenanti</li><li><b>PAVIDRAIN</b></li></ul>
<p><b>SEPARAZIONE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geotessili tessuti</li><li><b>PAVIROCK B / M</b></li><li>▪ Geotessili nontessuti</li><li><b>STRATUM</b></li><li><b>GEOTEX</b></li><li><b>TECNOGEO F / TP</b></li></ul>	<p><b>FILTRAZIONE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geotessili tessuti</li><li><b>PAVIROCK B / M</b></li><li>▪ Geotessili nontessuti</li><li><b>GEOTEX</b></li><li><b>TECNOGEO F / TP</b></li></ul>	<p><b>PROTEZIONE</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>▪ Geotessili nontessuti</li><li><b>STRATUM</b></li><li><b>GEOTEX</b></li><li><b>TECNOGEO</b></li><li>▪ Geocompositi drenanti</li><li><b>PAVIDRAIN 2F</b></li></ul>

## ANTIEROSIVO – BOSTUOIE-BIORETI-GEOSTUOIE

### FUNZIONI PRINCIPALI:

Controllo  
erosione



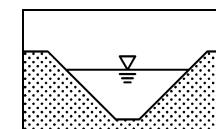
Possono essere impiegate su pendii e scarpate per facilitare la crescita della vegetazione definitiva e migliorare dunque le caratteristiche di resistenza all'erosione nella fase preliminare.

### SETTORI DI APPLICAZIONE:

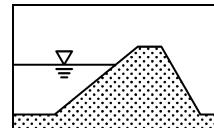
FONDAZIONI /  
OPERE DI SOSTEGNO



CANALI



BACINI IDRICI

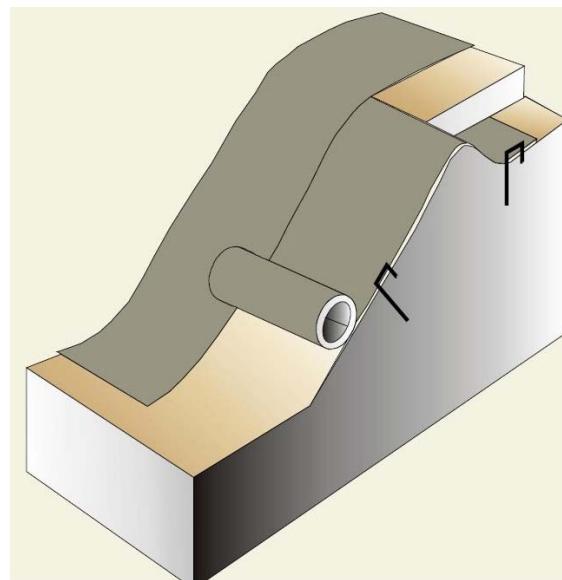


DISCARICA



## PAVIMANT

### ANTIEROSIVO – BIORETE tipo PAVIMANT K e J

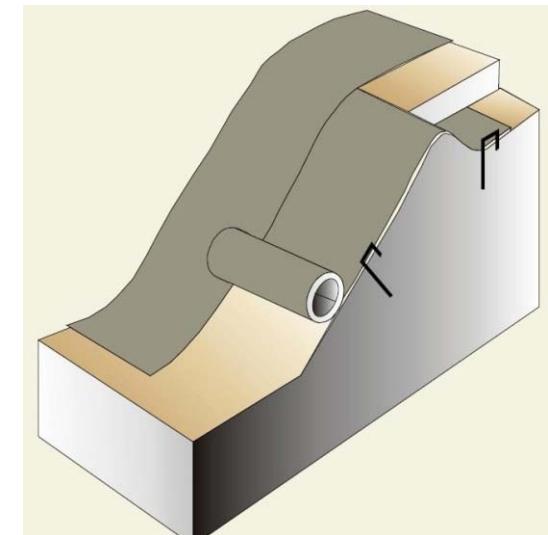


STRUTTURA	FIBRE	PRO	CONTRO
maglia aperta trama e ordito	JUTA COCCO	Buon impatto visivo Buon inerbimento Costi contenuti	Durata limitata



## PAVIMANT

### ANTIEROSIVO - BIORISTUOIA tipo **PAVIMANT P-C-P/C**

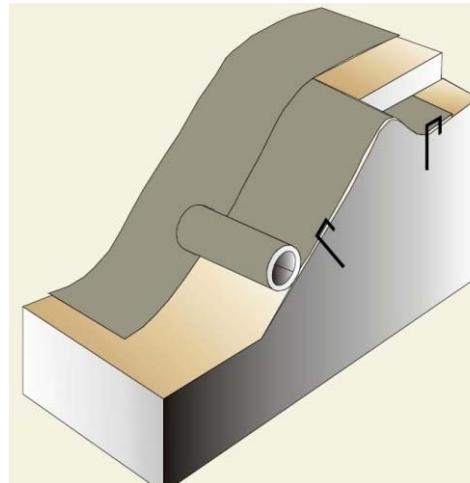


STRUTTURA	FIBRE	PRO	CONTRO
maglia chiusa	PAGLIA e/o COCCO	Buon impatto visivo	Durata limitata



## MEGAMAT

### ANTIEROSIVO – GEOSTUOIE GRIMPANTI tipo **MEGAMAT**



STRUTTURA	FIBRE/ POLIMERO	PRO	CONTRO
Cuspidata Geogriglia di rinforzo	PP / PET	Lunga durata Grande resistenza	Costi maggiori



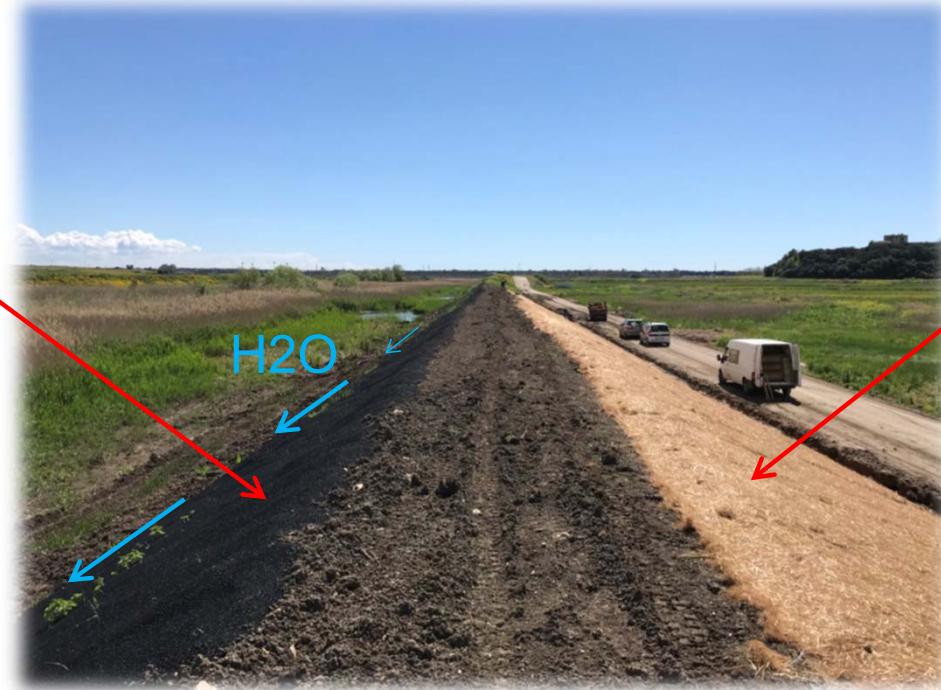
## MEGAMAT



GEOSTUOIA

BIOSTUOIA

ESEMPI APPLICATIVI



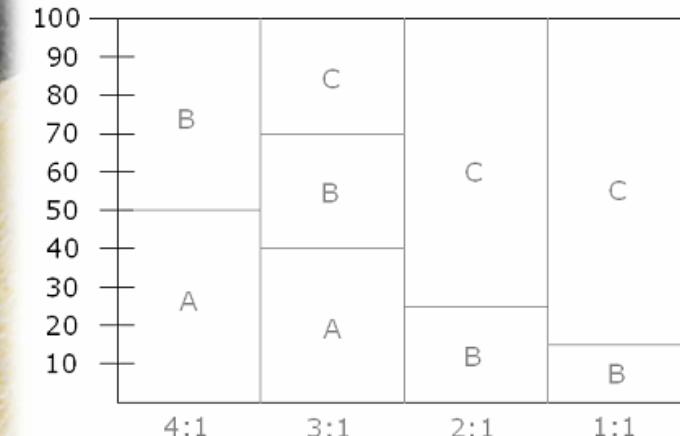
## PICCHETTI BIODEGRADABILI

### PICCHETTI Sta.So

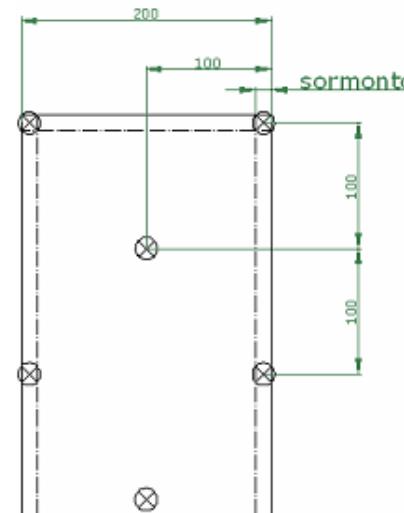
Sono realizzati con PLA (Polilattide) polimero **biodegradabile al 100%** che deriva dal mais. La biodegradazione inizia solo quando vengono inseriti nel terreno.



Determinazione della disposizione dei picchetti

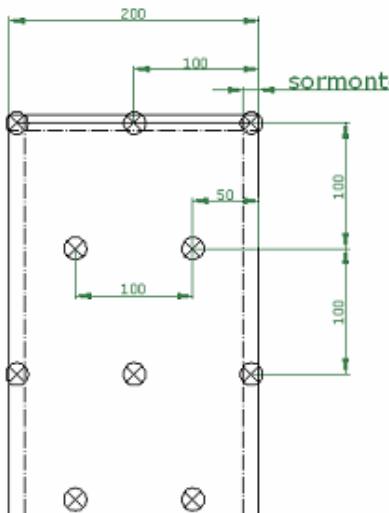


Disposizione A



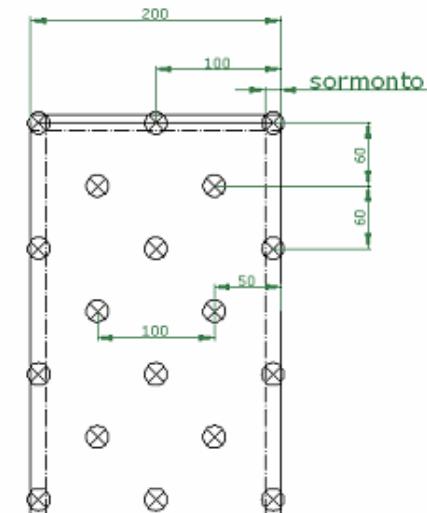
0.75 picchetti per mq

Disposizione B



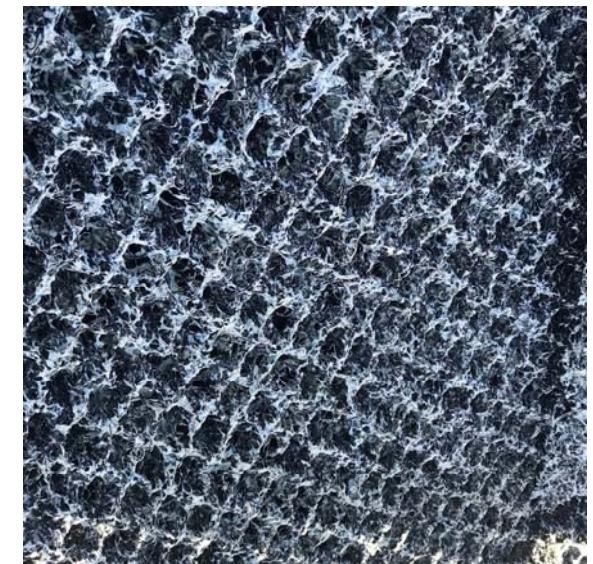
1.25 picchetti per mq

Disposizione C



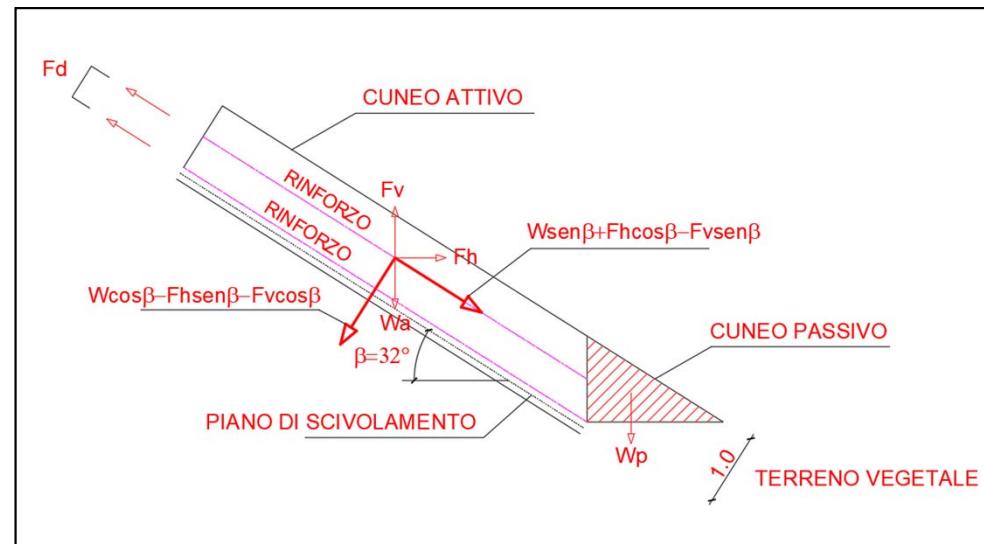
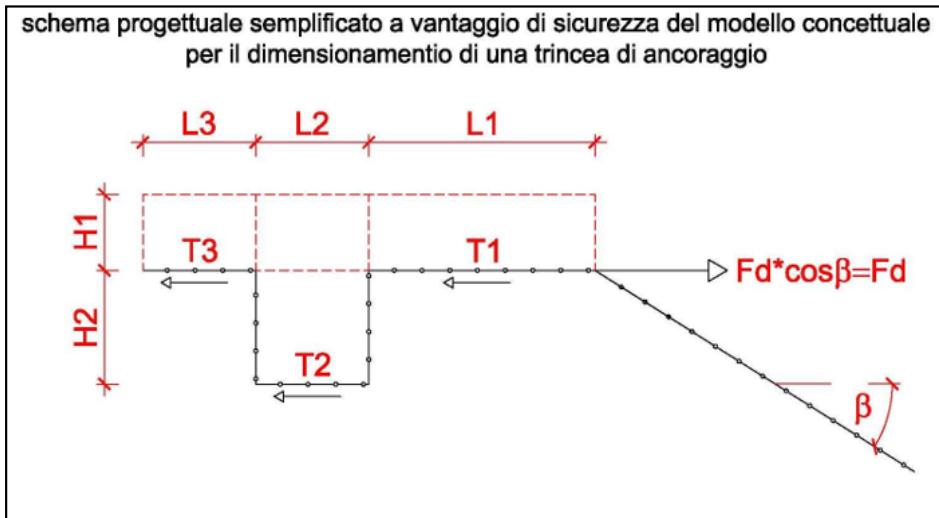
2.00 picchetti per mq

## MEGAMAT



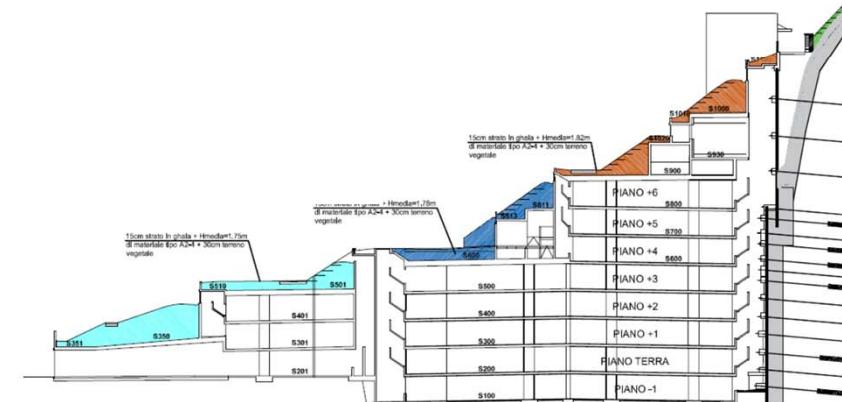
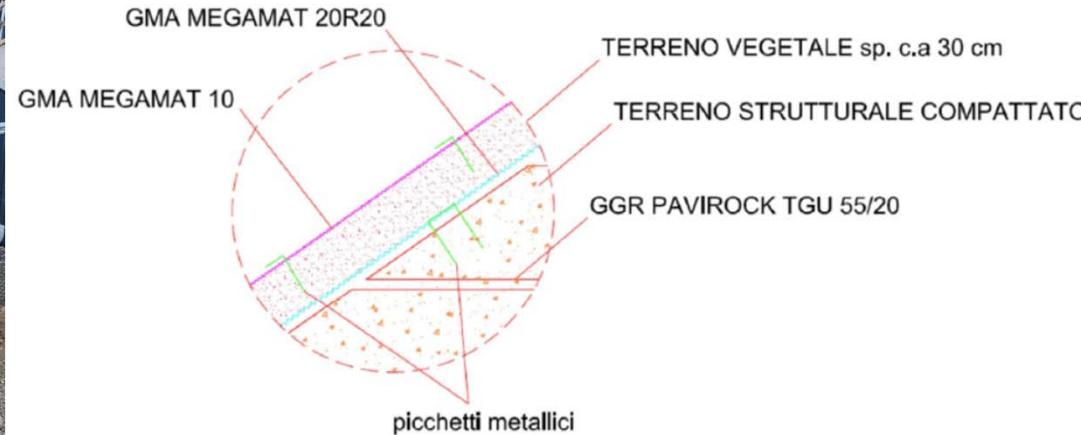
FASI DI INSTALLAZIONE MEGAMAT

# Geosintetici applicati nel controllo dell'erosione



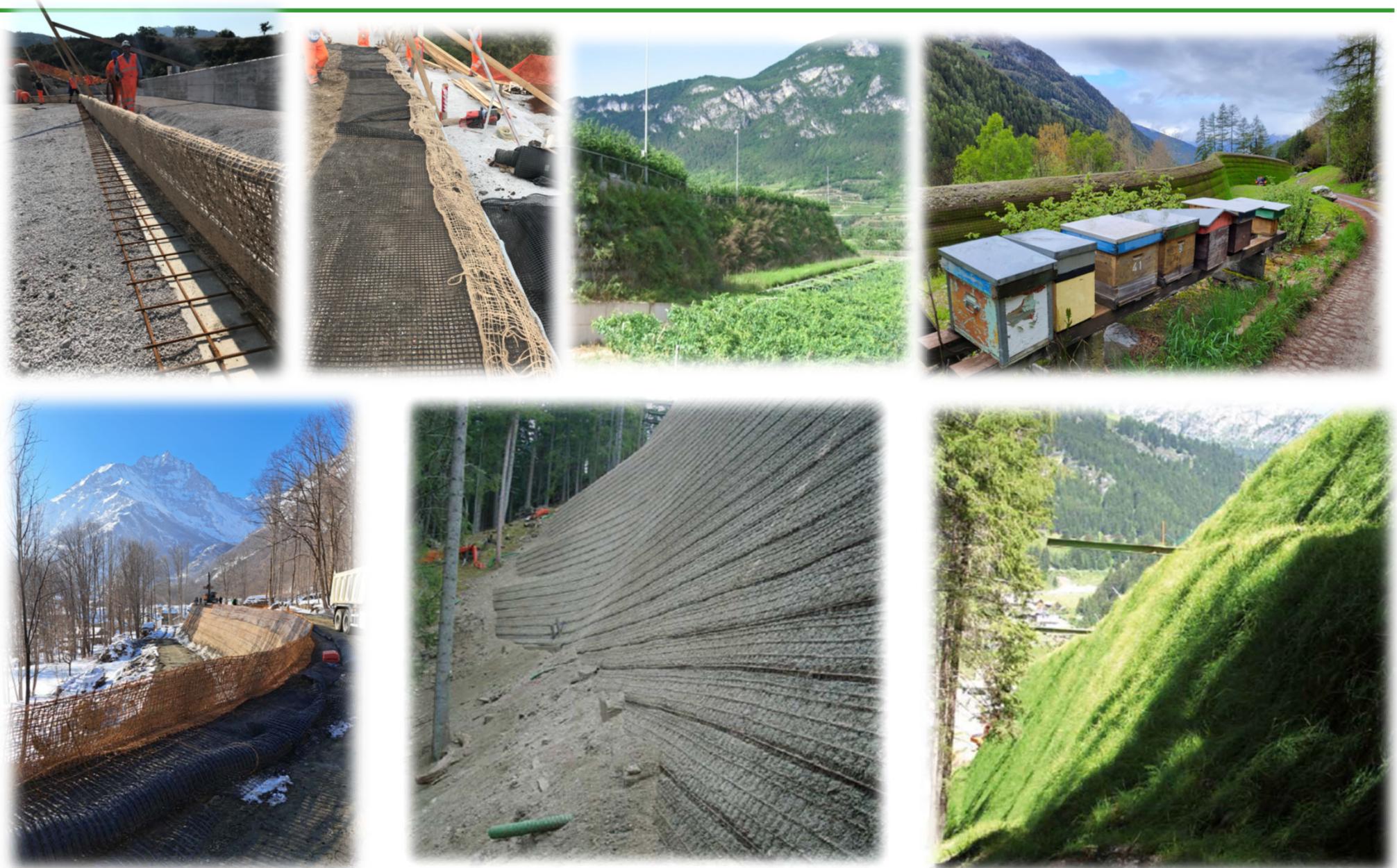
DIMENSIONAMENTO MEGAMAT RINFORZATO CON GEOGRIGLIA QUANDO RICOPERTO DA SPESSORI DECIMETRICI DI TERRENO VEGETALE

## MEGAMAT



**TERRE RINFORZATE SENZA CASSERI: PARKING FARÀ (BG)**

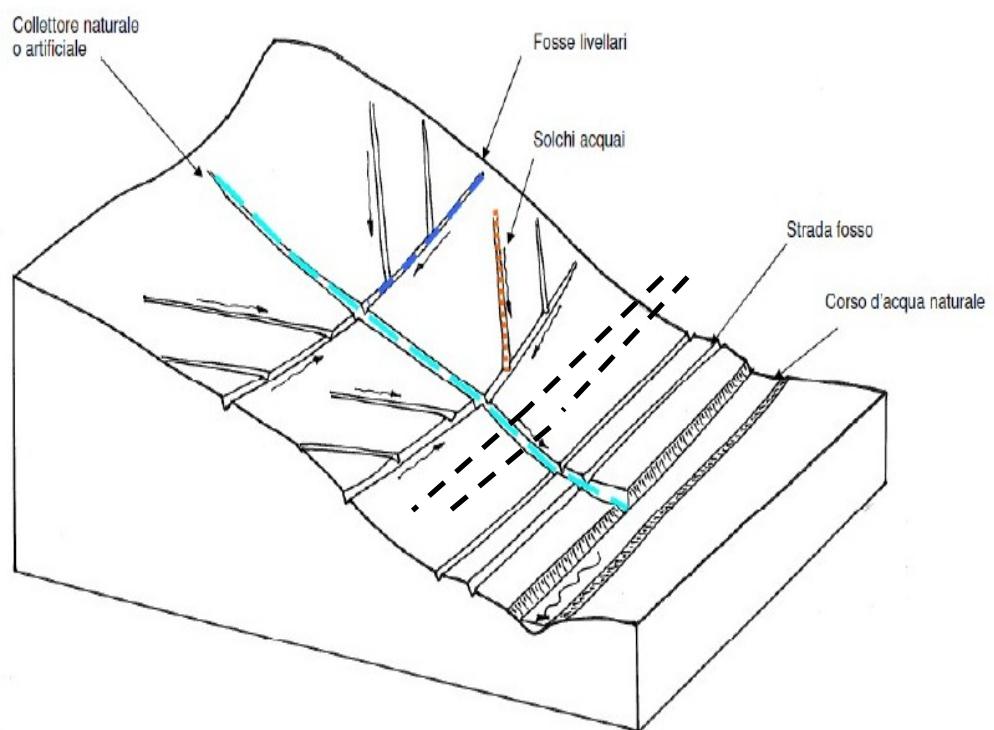
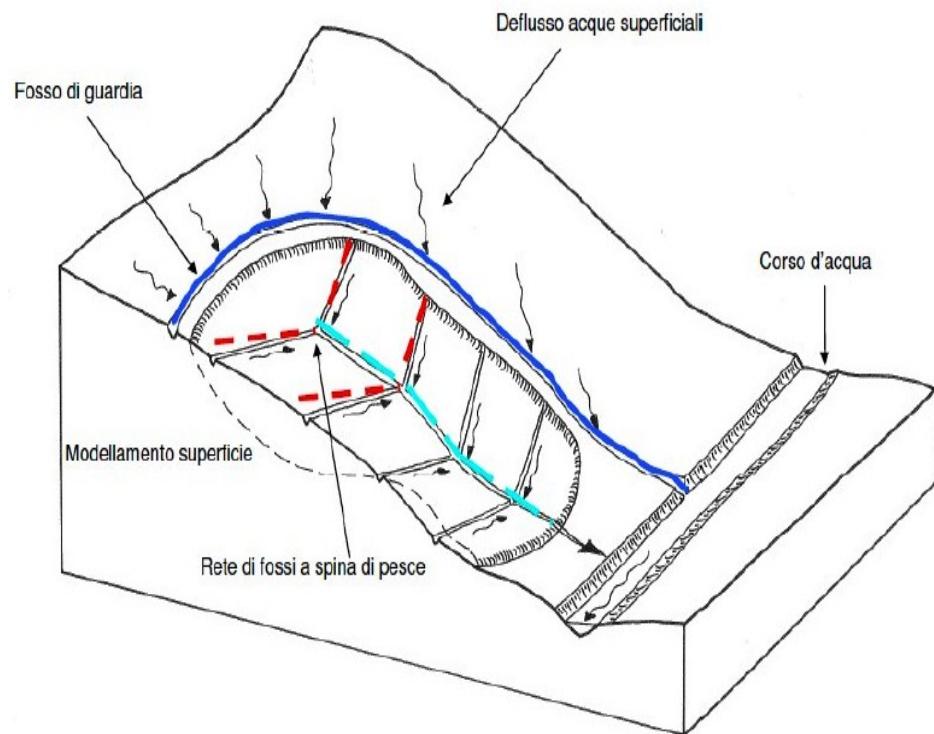
## PAVIMANT



**ESEMPI DI TERRE RINFORZATE CON CASSERI A PERDERE: PAVIMANT J**

## CANALI DI GUARDIA

Sono canali secondari di dimensione limitata con lo scopo di contenere e convogliare le acque di ruscellamento superficiale evitando che queste raggiungano infrastrutture, aree in frana e più in generale aree dove l'acqua non controllata possa costituire pericolo ed instabilità.



## SISTEMI TRADIZIONALI

- Proteggono dall' erosione; 
- Sistemi rigidi o semirigidi; 
- (costi notevoli di trasporto e messa in opera)

- non rinverdibili. 
- (medio/alto impatto ambientale)

I due principali fenomeni che possono compromettere sostanzialmente la funzionalità di queste strutture sono:

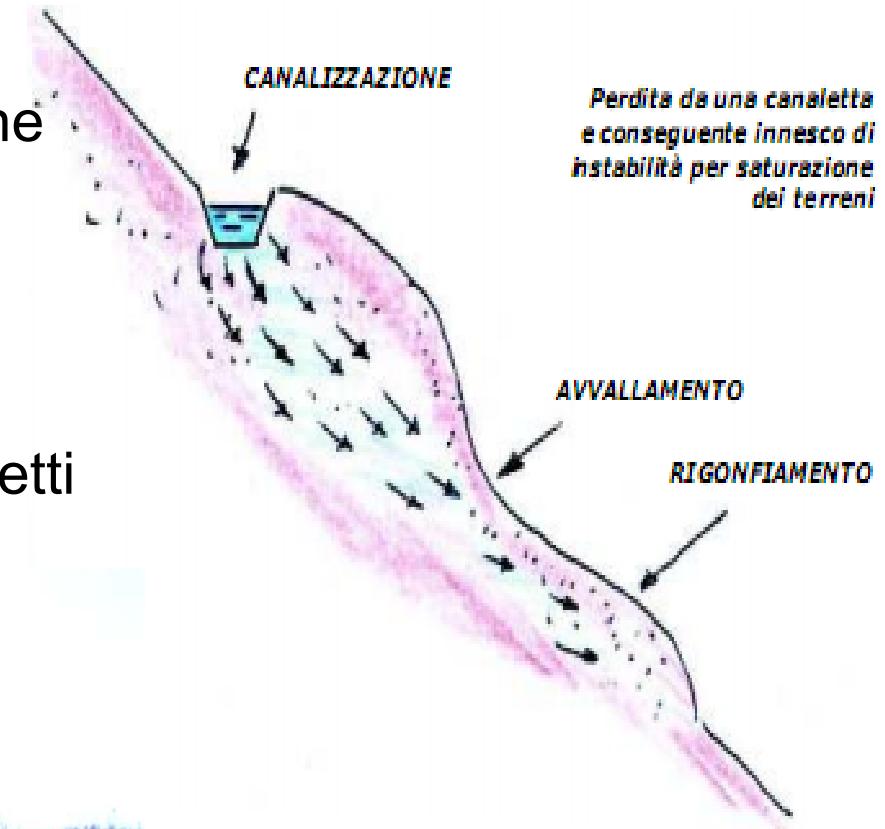
- **L'INTERRUZIONE della CONTINUITÀ ;**
- **IL SIFONAMENTO.**



## SISTEMI TRADIZIONALI

**L'INTERRUZIONE della CONTINUITÀ** in genere è legato al cedimento per saturazione del terreno di supporto, ed è dovuto a:

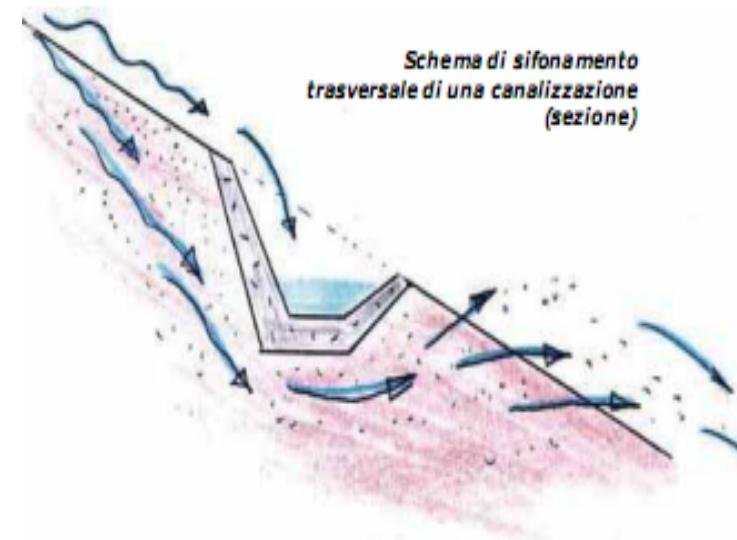
- Elevato trasporto solido (occlusione della sezione);
- Eccessiva permeabilità delle canalette (difetti di montaggio);



## SISTEMI TRADIZIONALI

**IL SIFONAMENTO** del sistema di canalizzazione si distingue in:

- Sifonamento trasversale e longitudinale (differenza fisica tra elementi a contatto).



## SISTEMI GEOSINTETICI

### RIVESTIMENTO CON GEOMEMBRANE

- Protegge da erosione; 
- Impermeabilizza il fosso; 
- Impattante e non rinverdibile; (breve durata) 



### RIVESTIMENTO CON GEOSTUOIE

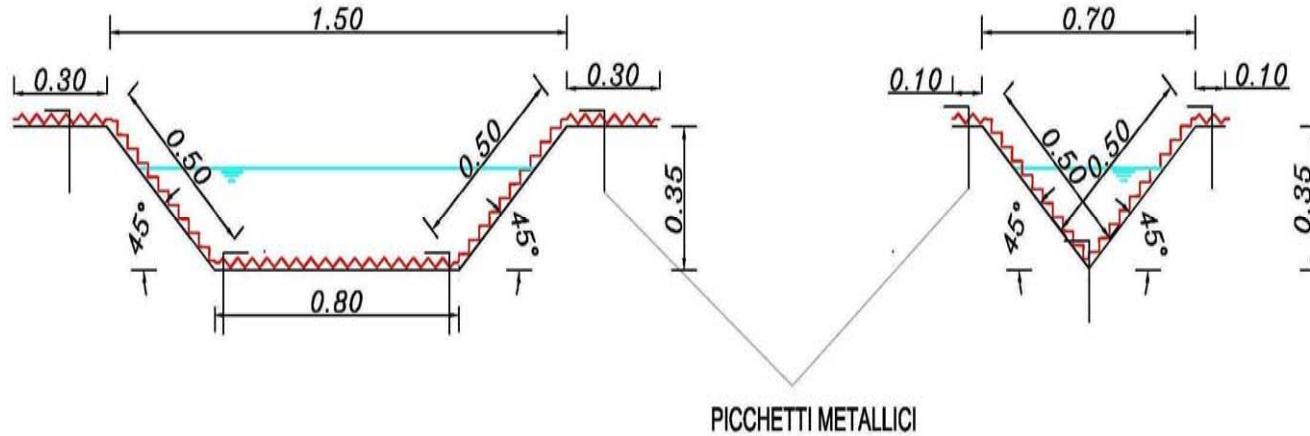
- Protegge da erosione; 
- Non impermeabilizza il fosso 
- Rinverdimento incontrollato; (Possibile occlusione della sezione) 

## GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S

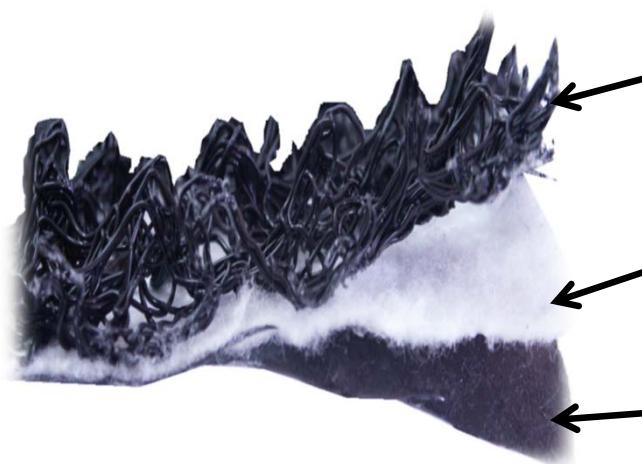
DRENAGGIO



Per i canali secondari caratterizzati da pendenze e velocità di deflusso non elevate sono ideali le canalette in terra a sezione trapezoidale o triangolare, protette con **GEOCOMPOSITI ANTIEROSIVI, IMPERMEABILI, FLESSIBILI a BASSO IMPATTO AMBIENTALE.**



PICCHETTI METALLICI



### GEOSTUOIA GRIMPANTE

Riduce la velocità dell'acqua, consente il rinverdimento

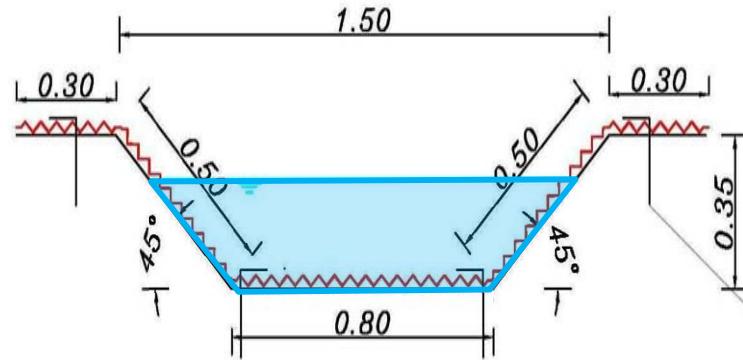
TNT di protezione e struttura

GEOMEMBRANA IMPERMEABILE



NON  
PROTETTO

## GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S



Equazione di Gauckler-Strickler per moto uniforme

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$V = Q / A$$

Dove:

Q = portata ( $m^3/s$ )

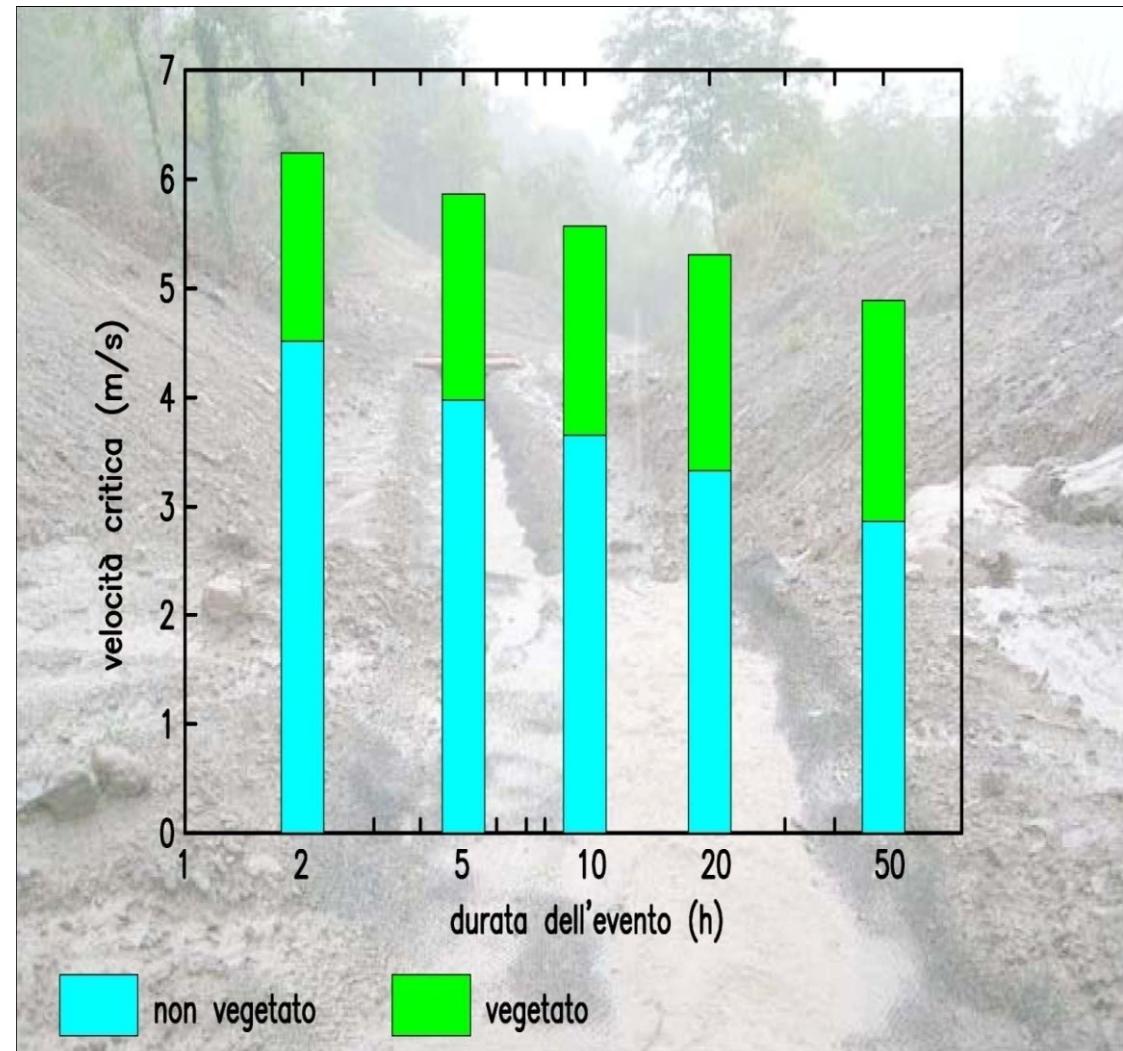
V = velocità ( $m/s$ )

K = coeffic. scabrezza ( $m^{1/3}/s$ )

A = area liquida ( $m^2$ )

R = raggio idraulico (m) = A/P

i = pendenza del fondo ( $m/m$ )



L'eq. di Gauckler-Strickler è anche riportata come Eq. di Manning, dove il parametro K è sostituito da n ( $K=1/n$ )

## GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S

Rispetto ai sistemi tradizionali, i nuovi geocompositi consentono:

- Facilità di trasporto e messa in opera (minor peso);
- Tempi di posa notevolmente ridotti (posa manuale);



Rotoli da 1,20 o 2,40 mt x 25,00 ml  
Peso 0,85 kg/mq

**FASI DI INSTALLAZIONE DEL TRENCHMAT**

## GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S



## GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S

---



Geocompositi applicati per la regimazione delle acque superficiali

## GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S



**FASI DI INSTALLAZIONE DEL TRENCHMAT: FOSSO DI GUARDIA LARGO**

## GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S



Geocomposito  
in varie tonalità

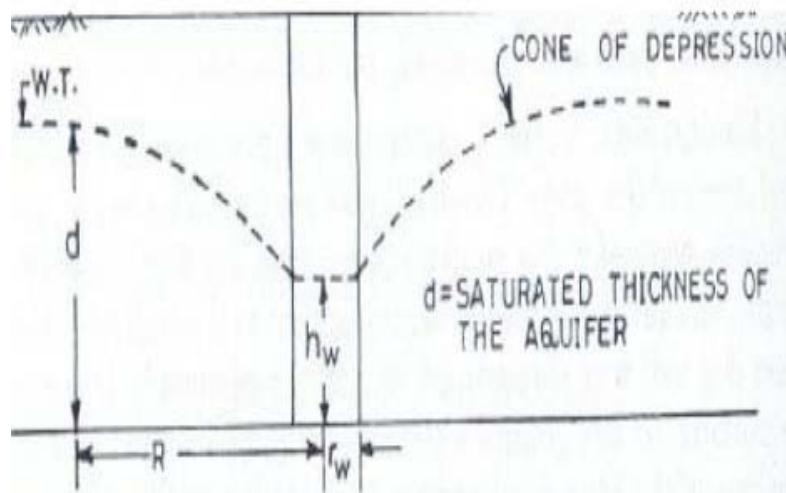
## GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S

---

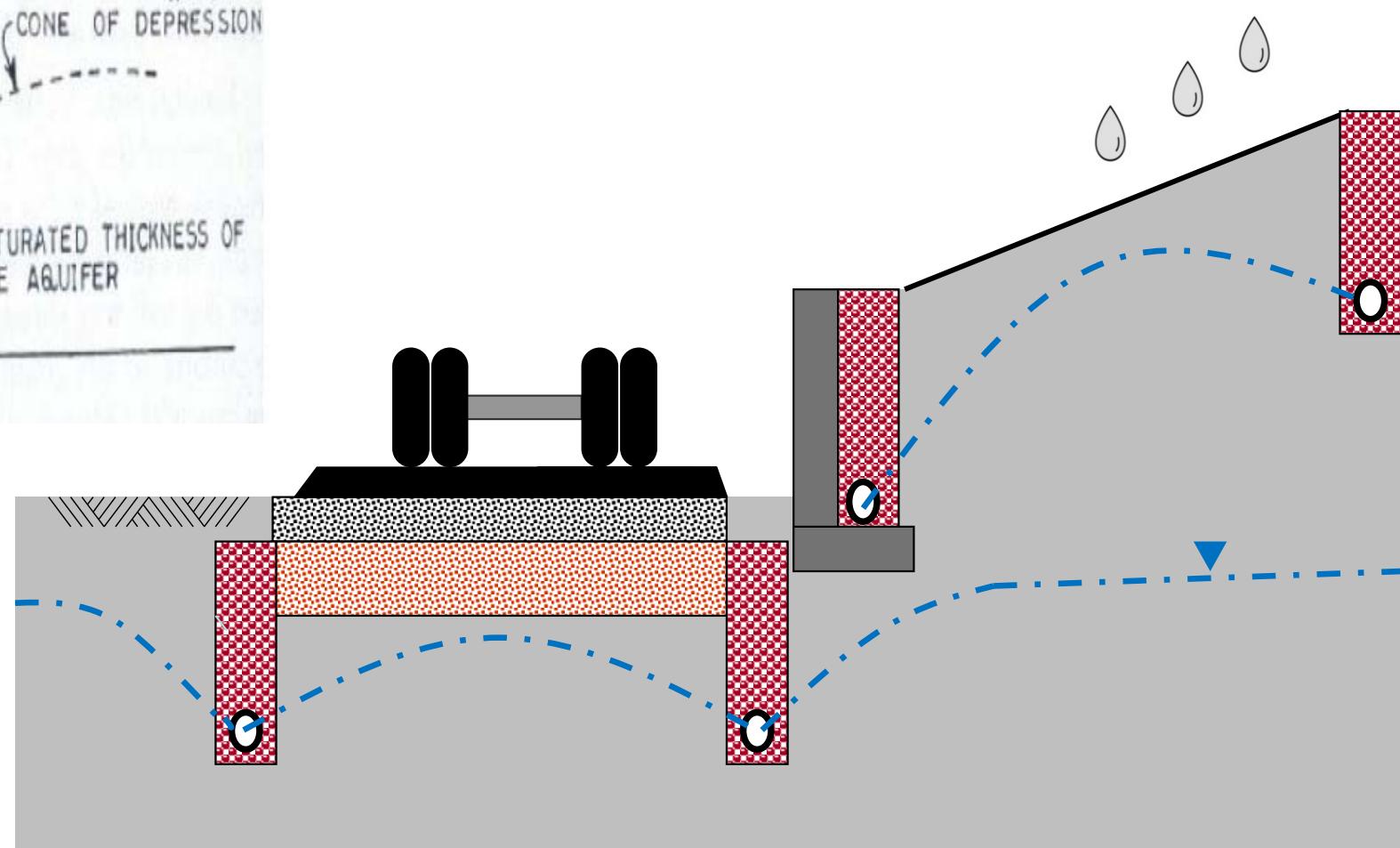


## TRINCEE DRENANTI

Progettare con drenaggi di sottofondo vuol dire ridurre gli effetti negativi dell'acqua con conseguente aumento/mantenimento delle prestazioni delle infrastrutture stesse



$$Q = \frac{\pi K (d^2 - h_w^2)}{2.3 \log_{10} \frac{R}{r_w}}$$

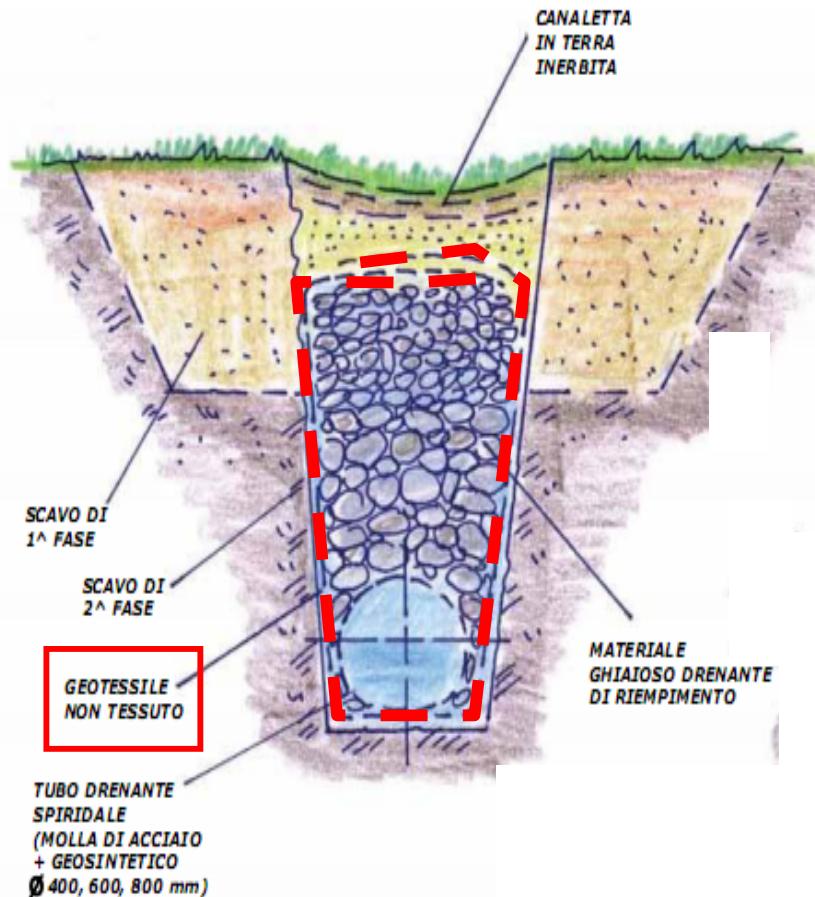


## SISTEMI TRADIZIONALI

### TRINCEA DRENANTE TRADIZIONALE

Sistemi drenanti generalmente composto da due parti:

- Un dreno (GHIAIA);
- Un filtro-separatore (GTX-N /GTX-W).



## GCO DRENANTI PAVIDRAIN



### GCO DRENANTE



FORNITO IN ROTOLI DA m. 2,40 x 20/44/60m

Oggi esistono dei sistemi drenanti di nuova concezione, detti **GEOCOMPOSITI DRENANTI**, studiati per ottimizzare i processi di smungimento nei terreni e in grado di rendere l'intervento non solo efficace, ma anche efficiente dal punto di vista dei tempi di realizzazione ( **minori volumi di sbancamento, assenza di materiale naturale drenante, reimpiego del materiale sbancato, posa manuale del geocomposito drenante** ) .

Alla base è prevista una tubazione drenante per evacuare la portata d'acqua intercettata.

*Versione cuspidata*

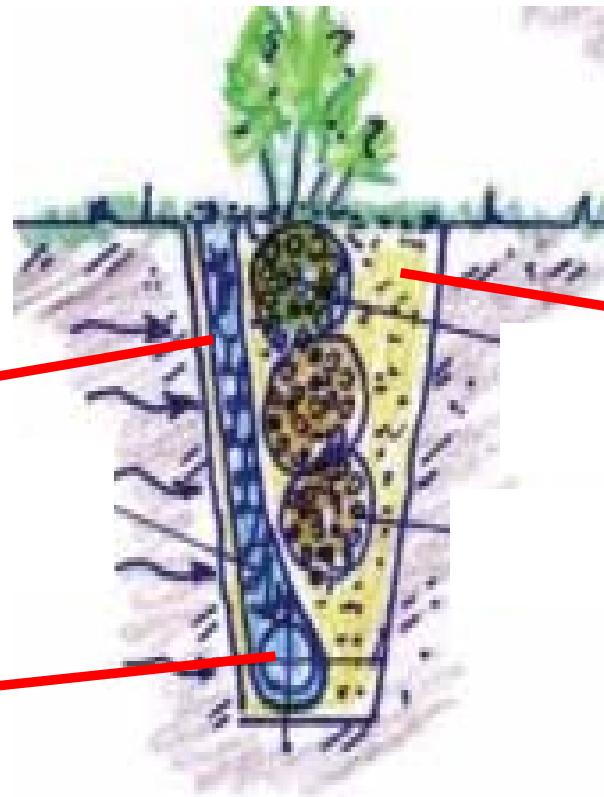


*Versione a canali paralleli*



## GCO DRENANTI PAVIDRAIN

### TRINCEA DRENANTE con GCO DRENANTI



## GCO DRENANTI PAVIDRAIN

### PRINCIPIO DI EQUIVALENZA:

#### CAPACITA' DRENANTE NEL PIANO di uno STRATO MINERALE

#### Formula di Darcy

$$q \left[ \frac{m^3}{s \cdot m} \right] = k \left[ \frac{m}{s} \right] \cdot i \cdot t$$

$k$  = Conducibilità idraulica

Nell'ipotesi che:

$$k = 1,83 \cdot 10^{-2} \frac{m}{s} \rightarrow \text{Ghiaia}$$

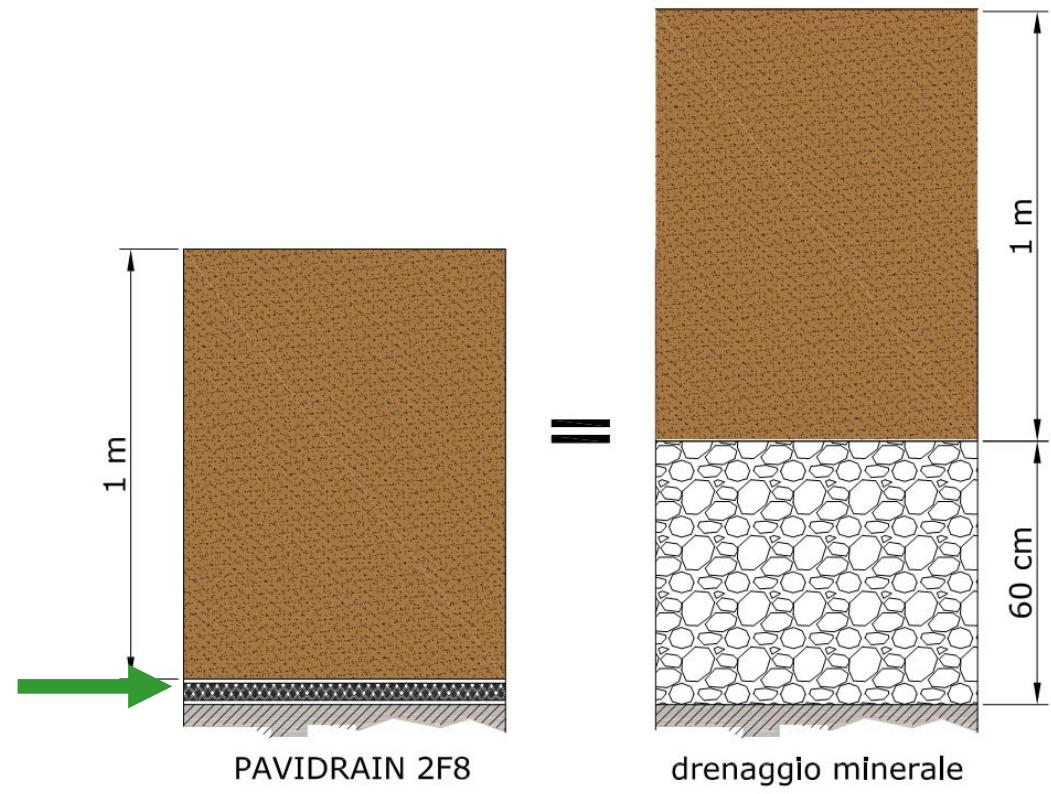
$$i = 0,03$$

$$t = 60 \text{ cm}$$

$$q = 0,33 \left[ \frac{l}{s \cdot m} \right]$$



CARATTERISTICA	[U.M.]	PAVIDRAIN 2F8	Drenaggio minerale
SPESORE	cm	0.80	60
PESO UNITARIO	kg/m <sup>2</sup>	0.65	960
PESO (Sup=80mq)	kg	52	76.800
VOLUME (Sup=80mq)	mc	0.64	48



# GCO DRENANTI PAVIDRAIN

# CAPACITA' DRENANTE NEL PIANO di un GEOCOMPOSITO DRENANTE

cioè la portata d'acqua che viene drenata da un metro lineare di geocomposito:

- SOTTO UN CERTO CARICO “ $q$ ” (pressione di confinamento);
  - PER UN DATO GRADIENTE IDRAULICO “ $i$ ” (inclinazione);
  - A DIFFERENTI SUPERFICI DI CONTATTO “ $R/M-M/M-R/R$ ”.



## CARATTERISTICHE DEL GEOCOMPOSITO

Massa areica	g/m <sup>2</sup>	500	600	650	700	900	EN ISO 9864
Spessore a 2 kPa	mm	3,0	5,0	7,0	20,0	20,0	EN ISO 9863
Resistenza a trazione longitudinale MD	kN/m	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	EN ISO 10319
Resistenza a trazione trasversale CMD	kN/m	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	EN ISO 10319

#### CAPACITA' DRENANTE NEL PIANO MD (l/s\*m)



20 kPa	i = 1	0,50	1,10	2,90	4,00	5,00	EN ISO 12951
	i = 0,1	0,15	0,25	0,90	1,25	1,60	EN ISO 12951
	i = 0,04	0,08	0,15	0,50	0,75	0,85	EN ISO 12951
50 kPa	i = 1	0,40	0,90	2,60	0,80	2,60	EN ISO 12951
	i = 0,1	0,10	0,18	0,80	0,25	0,70	EN ISO 12951
	i = 0,04	0,05	0,10	0,40	0,13	0,45	EN ISO 12951
100 kPa	i = 1	---	0,75	1,70	---	0,55	EN ISO 12951
	i = 0,1	---	0,14	0,60	---	0,16	EN ISO 12951
	i = 0,04	---	0,08	0,30	---	0,05	EN ISO 12951

## GCO DRENANTI PAVIDRAIN

---

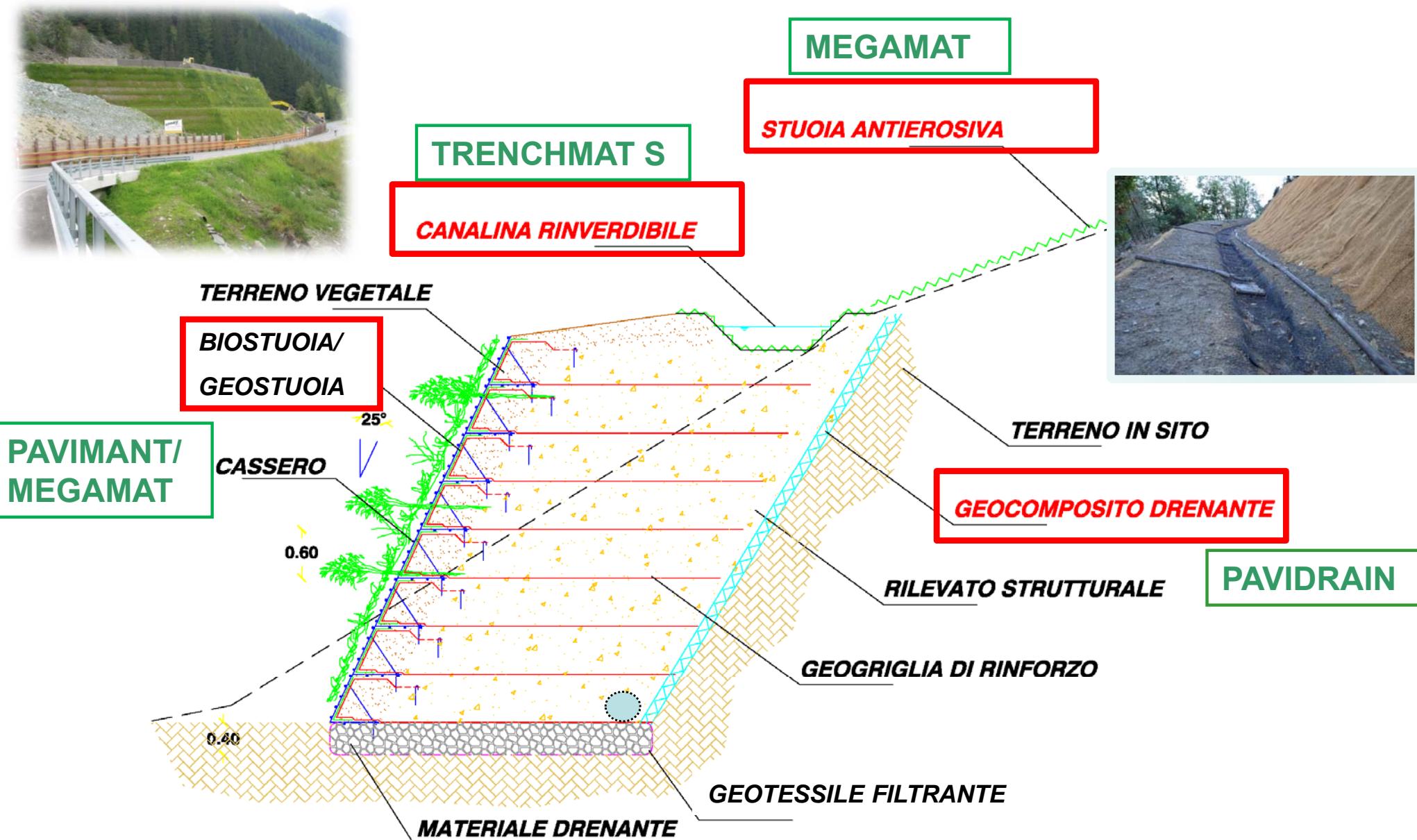


## GCO DRENANTI PAVIDRAIN



**TERRE RINFORZATE: FASI DI INSTALLAZIONE DEL PAVIDRAIN**

## PAVIMANT, MEGAMAT, PAVIDRAIN, TRENCHMAT S in unica struttura



TERRE RINFORZATE: TIPICO DESIGN CON ANTIEROSIVI, GCO DRENANTI E CANALETTE DI GUARDIA

## **GEOSINTETICI - QUALITÀ**

### **CERTIFICAZIONE**



Viganò Pavitex ha adottato un sistema di gestione per la qualità dal 1996 in conformità alla norma:  
✓ **UNI EN ISO 9001:2015;**



I Prodotti Viganò Pavitex sono Marcati CE secondo il Regolamento 11/305 sui Prodotti da Costruzione (CPR)



Nel 2023 Viganò Pavitex ha conseguito:  
✓ La certificazione EPD, per le famiglie dei geotessili,  
**stuoie antierosive e geocompositi drenanti;**



## GEOSINTETICI - QUALITA'



**L'EPD, acronimo di Environmental Product Declaration, è un documento che descrive in modo oggettivo, trasparente e comparabile l'impatto ambientale dei prodotti, che vengono così valorizzati.**

La Dichiarazione Ambientale di Prodotto si sviluppa dalle Norme della serie ISO 14020: in particolare si basa sulla UNI EN ISO 14025:2010 (Etichette e dichiarazioni ambientali – Dichiarazioni ambientali di Tipo III) e sulla EN 15804, e costituisce uno strumento per comunicare informazioni oggettive e confrontabili relative alla prestazione ambientale di prodotti e servizi.

Le Norme ISO serie 14020 prevedono tre diversi tipi di etichettature ambientali.

La **TIPO III o EPD**, in particolare, contiene informazioni oggettive e quantificabili sull'impatto ambientale associato al ciclo di vita del prodotto. Le attività di verifica e convalida vengono svolte da organismi terzi accreditati.

**La valutazione dell'impatto ambientale e delle risorse consumate (materiali, acqua o energia) è possibile grazie all'analisi del Ciclo di Vita o LCA (Life Cycle Assessment), che definisce gli impatti sull'ambiente registrati nel corso delle varie fasi di produzione.** Le fasi minime considerate vanno dall'estrazione delle materie prime, al loro trasporto, alla produzione, fino allo smaltimento del prodotto.



**«La Dichiarazione ambientale di prodotto è uno strumento immediato per sapere se un'azienda si stia realmente impegnando in ambito sostenibilità e rappresenta una garanzia della responsabilità assunta dalle imprese rispetto al futuro del Pianeta.»**

***Grazie per la cortese attenzione....!!!!***

**WWW.PAVITEX.COM**

Dott. Franco Bailo  
S.A.T. Viganò Pavitex S.p.A  
342.8398350  
[f.bailo@pavitex.com](mailto:f.bailo@pavitex.com)

VIGANO  PAVITEX®  
S.p.A.  
035.201911  
[geo.it@pavitex.com](mailto:geo.it@pavitex.com)