

Organizzato da:



Comune di Albenga



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia



«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 antierosivi 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.gov.usda.gov/references/public/WA/Revised_Universal_Soil_Loss_Equation_\(RUSLE\).htm](https://efotg.sc.gov.usda.gov/references/public/WA/Revised_Universal_Soil_Loss_Equation_(RUSLE).htm)

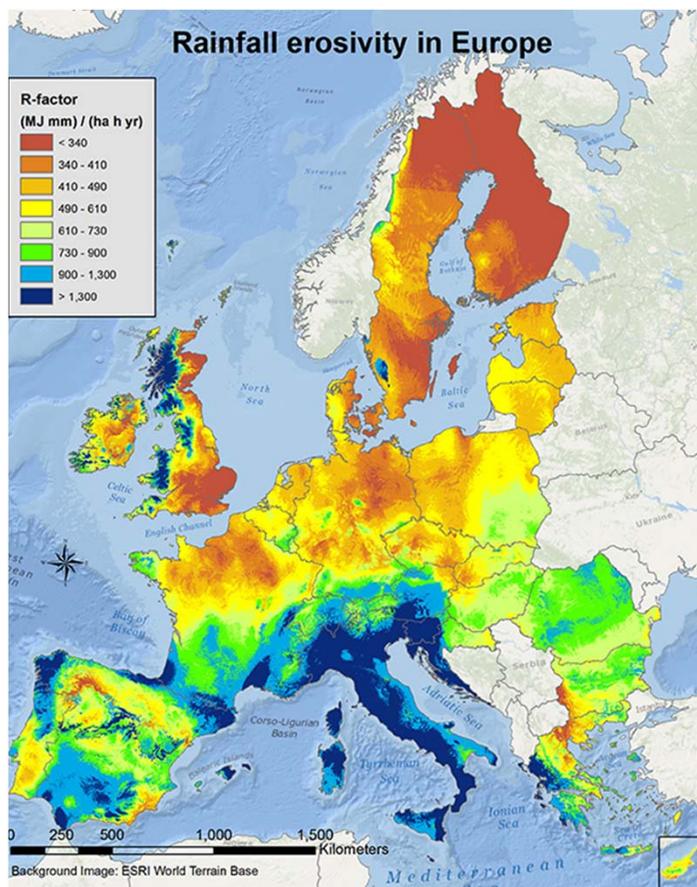


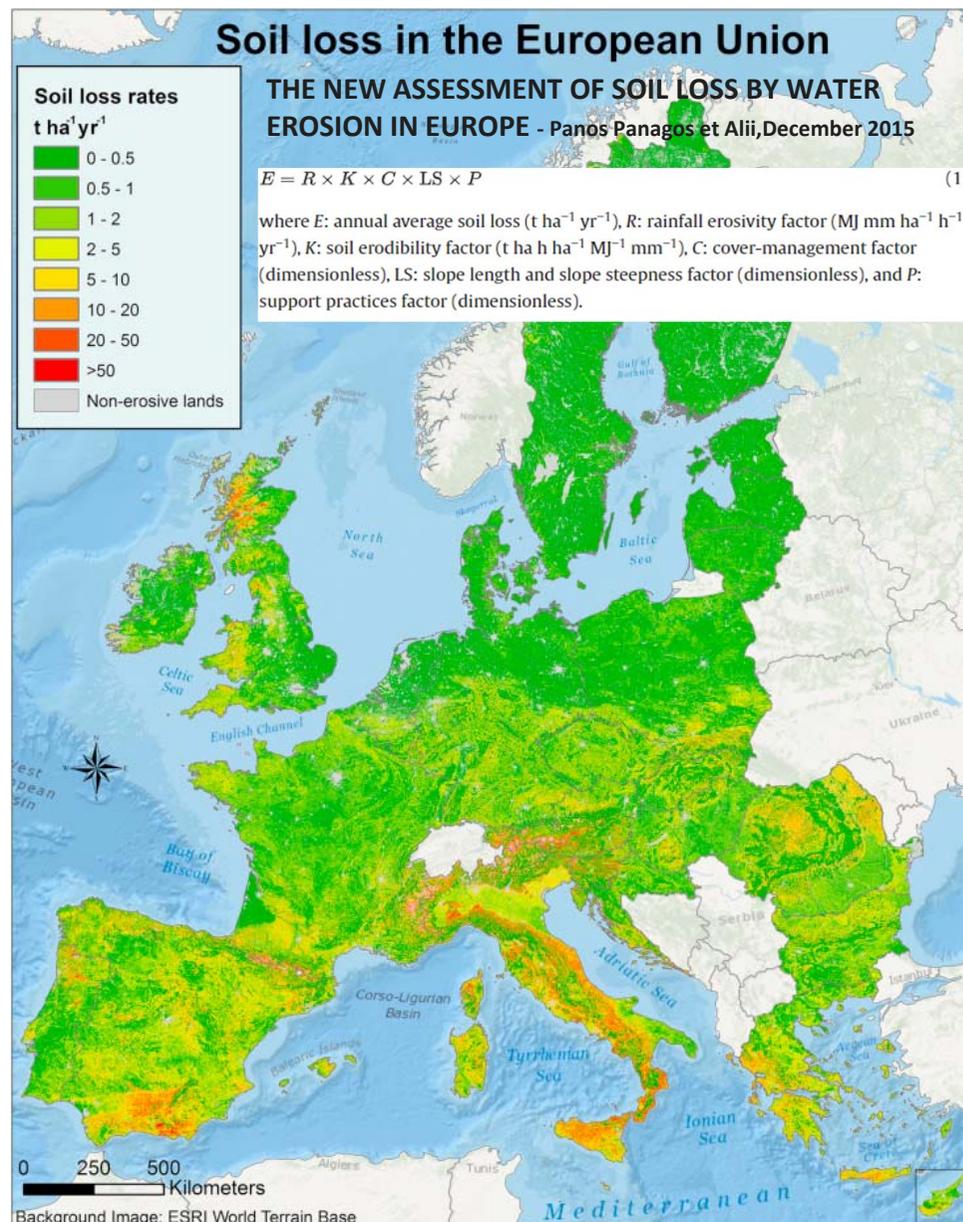
Fig. 1: R-factor high resolution(2015)

European Soil Data Centre (ESDAC)
<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/rainfall-erosivity-europe>

* *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 SICCIOSI SEGUITI DA PIOGGE CONCENTRATE;
- MORFOLOGIA PREVALENTE DI TIPO COLLINARE (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.

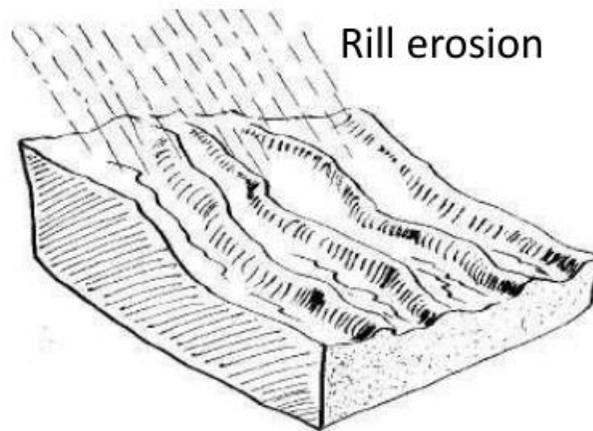


GULLY EROSION: un ulteriore aumento di energia concentra l'acqua in solchi e fossi che tendono ad allungarsi e ramificarsi, via via approfondendosi fino alla formazione di veri e propri calanchi («bad lands»), compromettendo la stabilità stessa del versante.

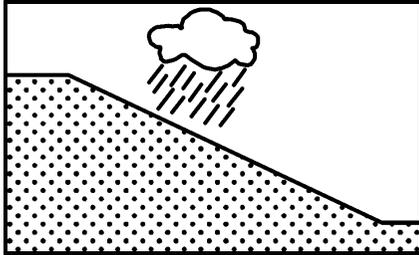


TIPOLOGIE DI EROSIONE

Soil erosion types



FATTORI CASUALI



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

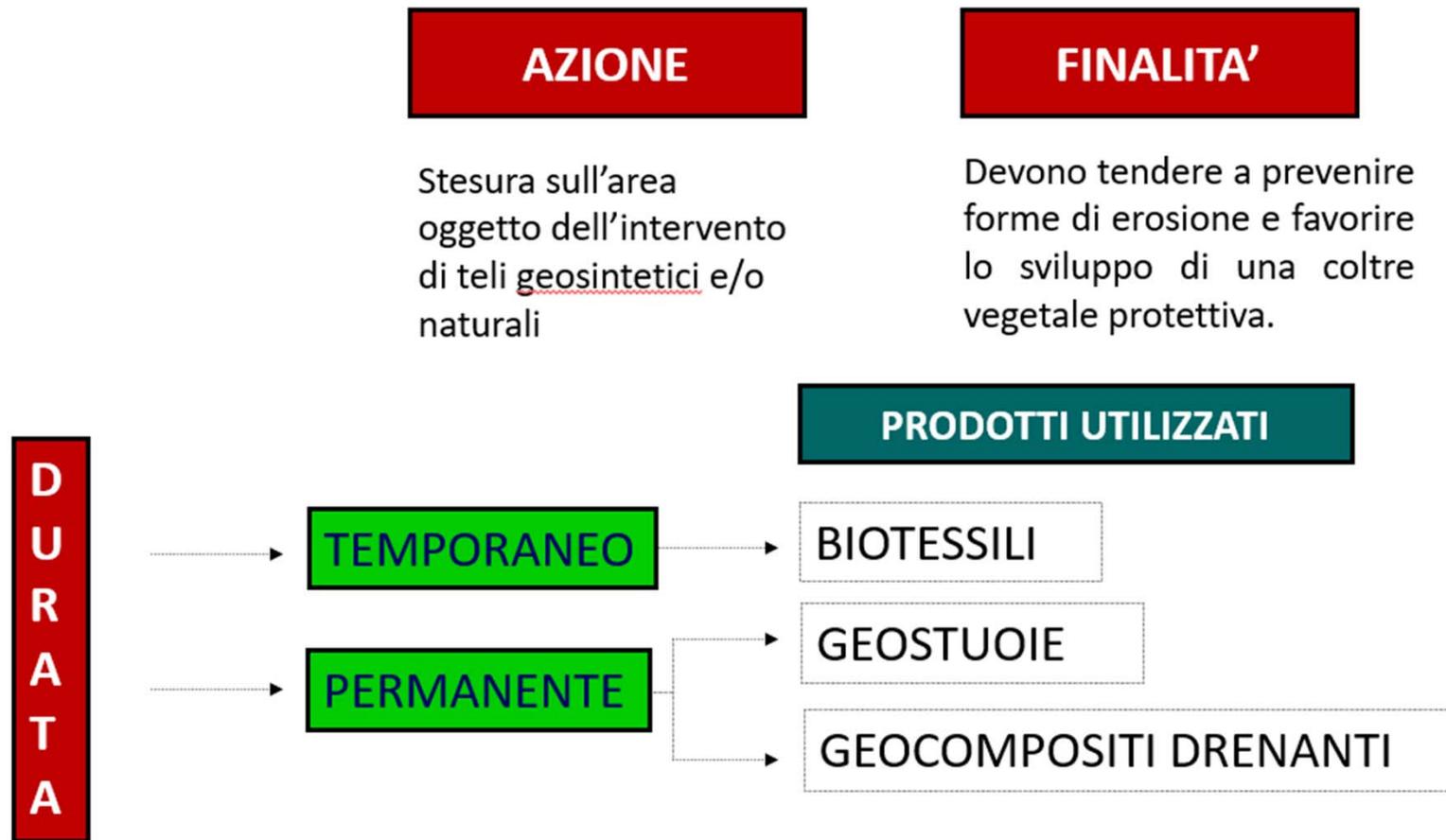
FATTORI METEOROLOGICI

- 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"> ▪ Geotessili tessuti ▪ Geotessili nontessuti
FILTRAZIONE	impedire la migrazione delle particelle fini del terreno permettendo nel contempo il passaggio dei fluidi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geotessili tessuti ▪ Geotessili nontessuti
DRENAGGIO	captare e trasportare un liquido o un gas lungo il proprio piano	▪ Geocompositi drenanti
RINFORZO	migliora le caratteristiche meccaniche dei terreni	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geogriglie ▪ Geotessili tessuti
PROTEZIONE	proteggere da danneggiamento locale le geomembrane che hanno la funzione di impermeabilizzare	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geotessili nontessuti ▪ Geocompositi drenanti
CONTROLLO EROSIONE	evitare movimenti di strati superficiali di terreni su pendii	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Stuoie sintetiche ▪ Stuoie naturali

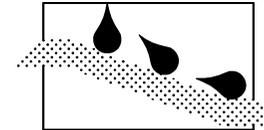


<p>RINFORZO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geogriglie PAVIROCK ▪ Geotessili tessuti PAVIROCK B 	<p>CONTROLLO EROSIONE - REGIMAZIONE H₂O</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Stuoie sintetiche MEGAMAT ▪ Stuoie naturali PAVIMANT PC / K / J ▪ Compositi regimazione acque TRENCHMAT S 	<p>DRENAGGIO</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geocompositi drenanti PAVIDRAIN
<p>SEPARAZIONE</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geotessili tessuti PAVIROCK B / M ▪ Geotessili nontessuti STRATUM GEOTEX TECNOGEO F / TP 	<p>FILTRAZIONE</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geotessili tessuti PAVIROCK B / M ▪ Geotessili nontessuti GEOTEX TECNOGEO F / TP 	<p>PROTEZIONE</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Geotessili nontessuti STRATUM GEOTEX TECNOGEO ▪ Geocompositi drenanti PAVIDRAIN 2F

ANTIEROSIVO – BIOSTUOIE-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.

ESEMPI DI SETTORI DI APPLICAZIONE:

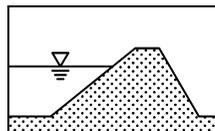
FONDAZIONI / OPERE DI
SOSTEGNO



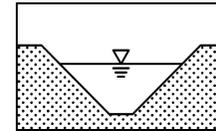
SISTEMI DI CONTROLLO
EROSIONE SUPERFICIALE



BACINI IDRICI



CANALI

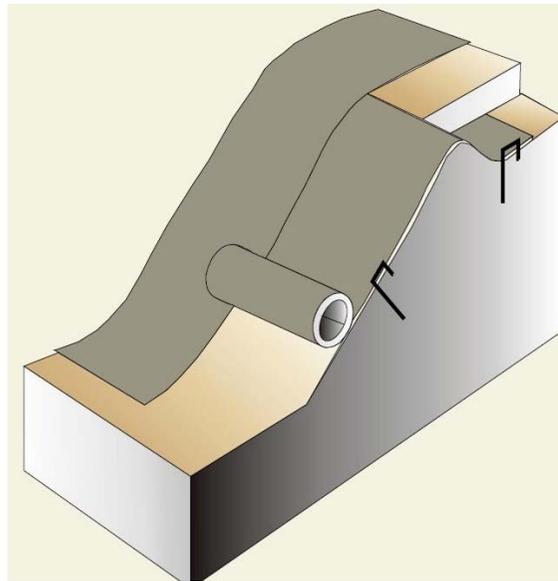
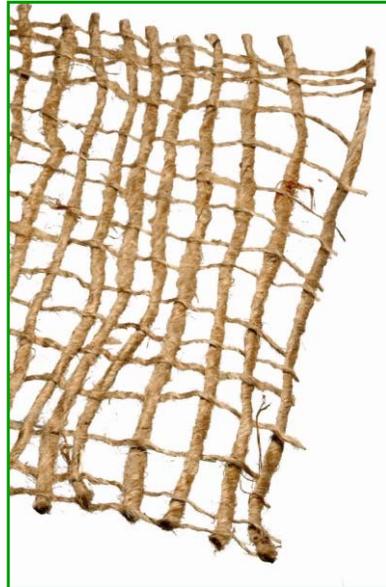


DISCARICHE



PAVIMANT

ANTIERSIVO – BIORETE tipo PAVIMANT K e J

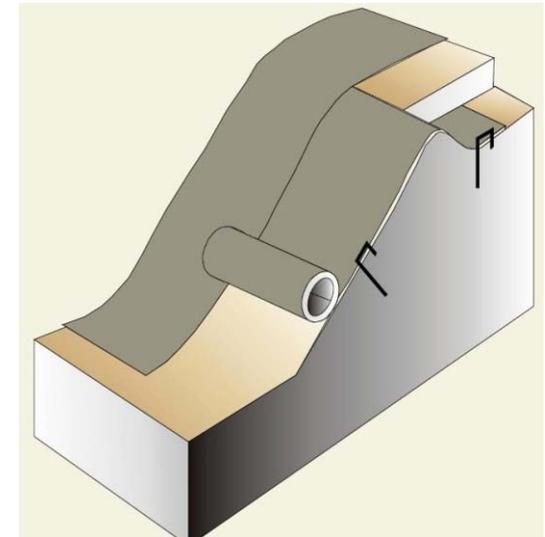


STRUTTURA	FIBRE	PRO	CONTRO
maglia aperta trama e ordito	JUTA COCCO	Buon impatto visivo Buon inerbimento Costi contenuti	Durata limitata



PAVIMANT

ANTIERSIVO - BIOSTUOIA tipo PAVIMANT P-C-P/C

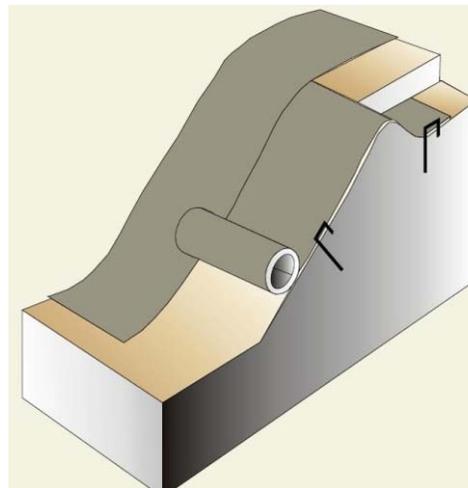


STRUTTURA	FIBRE	PRO	CONTRO
maglia chiusa	PAGLIA e/o COCCO	Buon impatto visivo	Durata limitata



MEGAMAT

ANTIEROSIVO – GEOSTUOIE GRIMPANTI tipo MEGAMAT



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

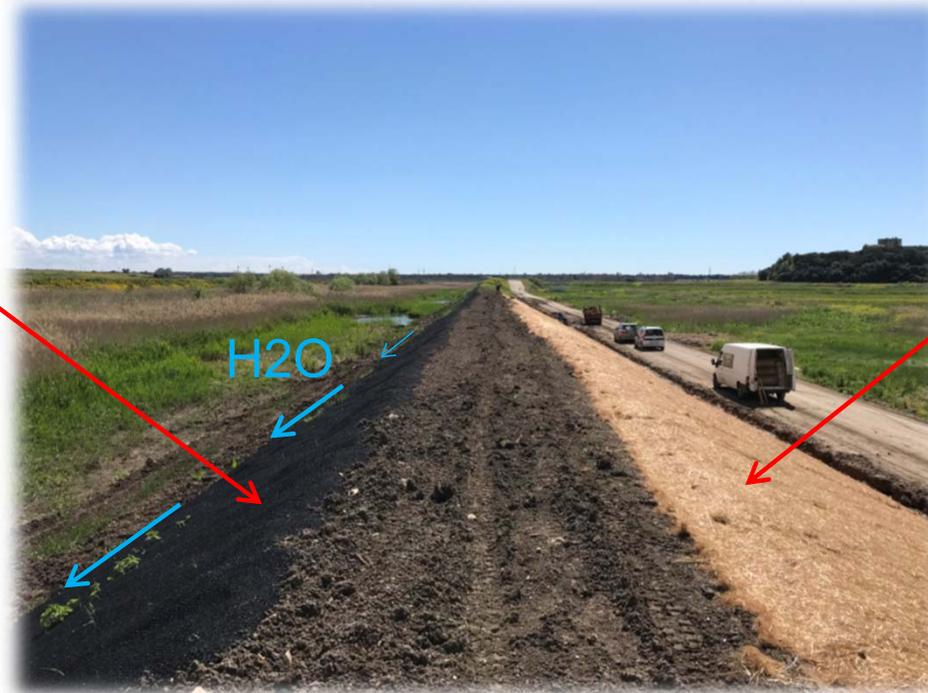


MEGAMAT



GEOSTUOIA

BIOSTUOIA



ESEMPI APPLICATIVI

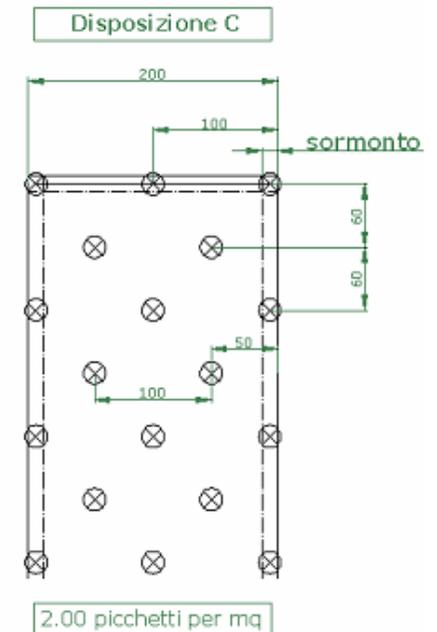
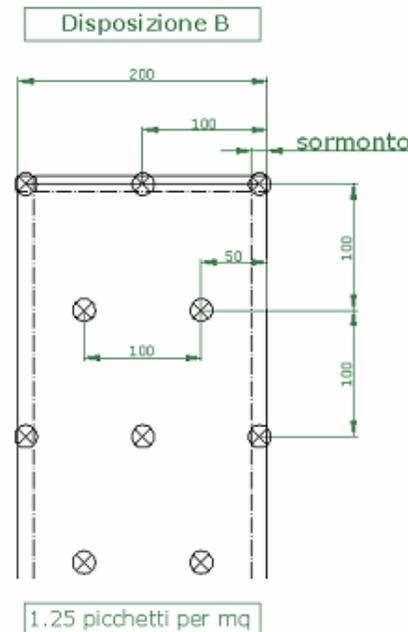
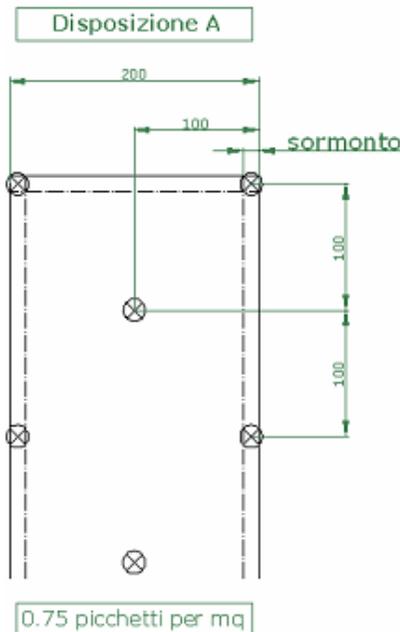
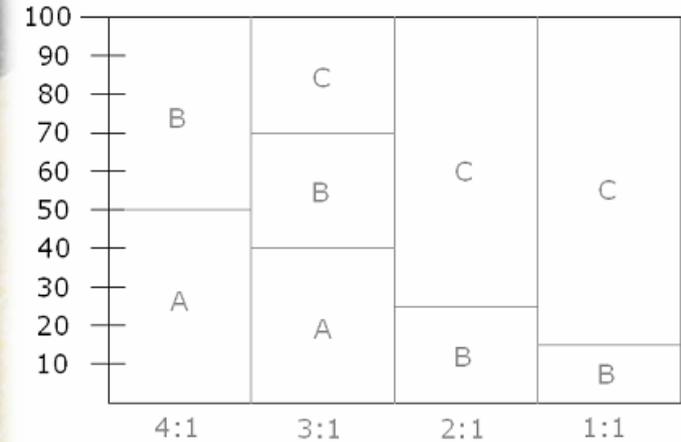
PICCHETTI BIODEGRADABILI

PICCHETTI Sta.So

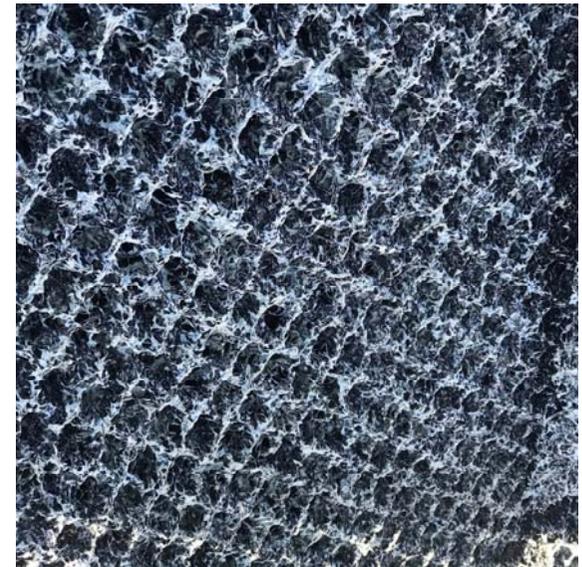
Sono realizzati con PLA (Polilattide) polimero **biodegradabile al 100%** che deriva dal mais. La biodegradazione inizia solo quando vengono inseriti nel terreno.



Determinazione della disposizione dei picchetti

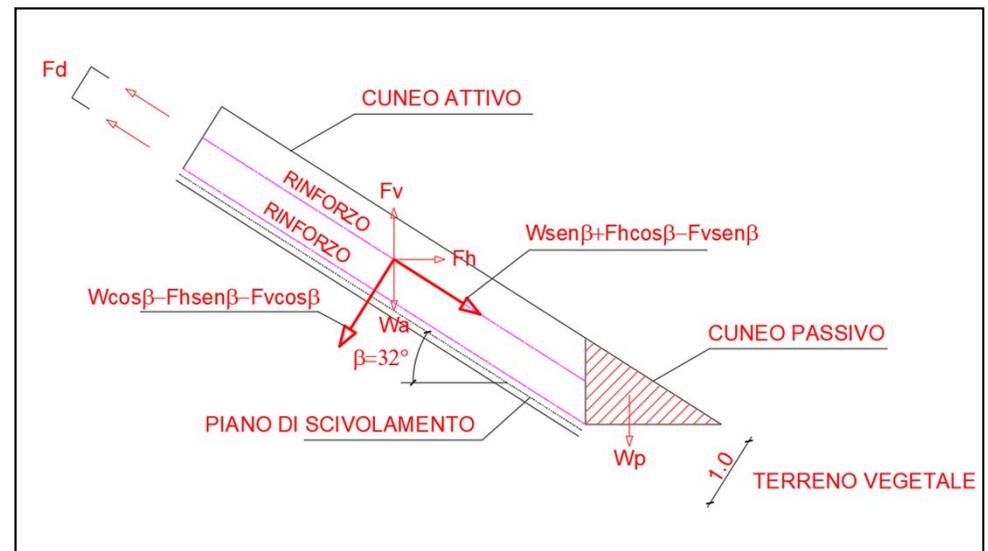
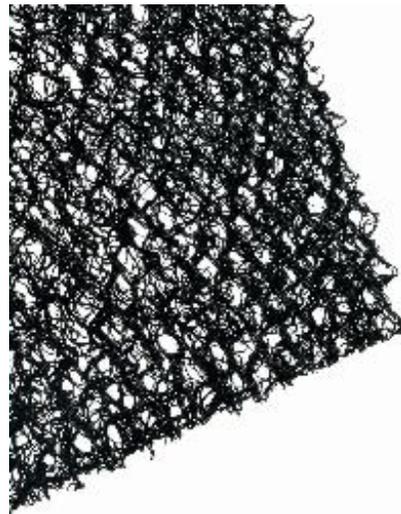
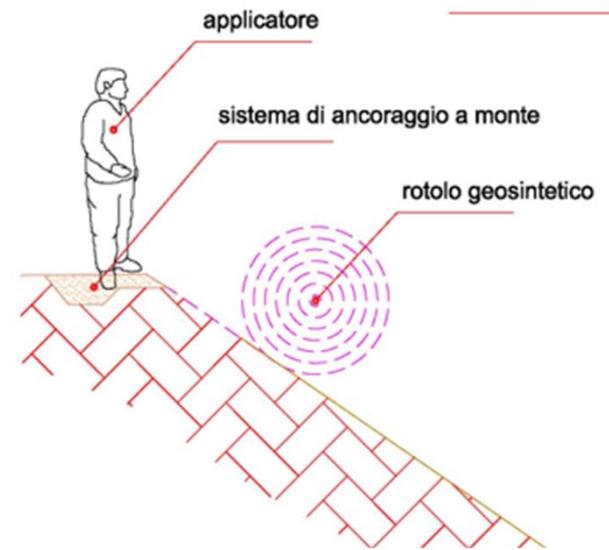
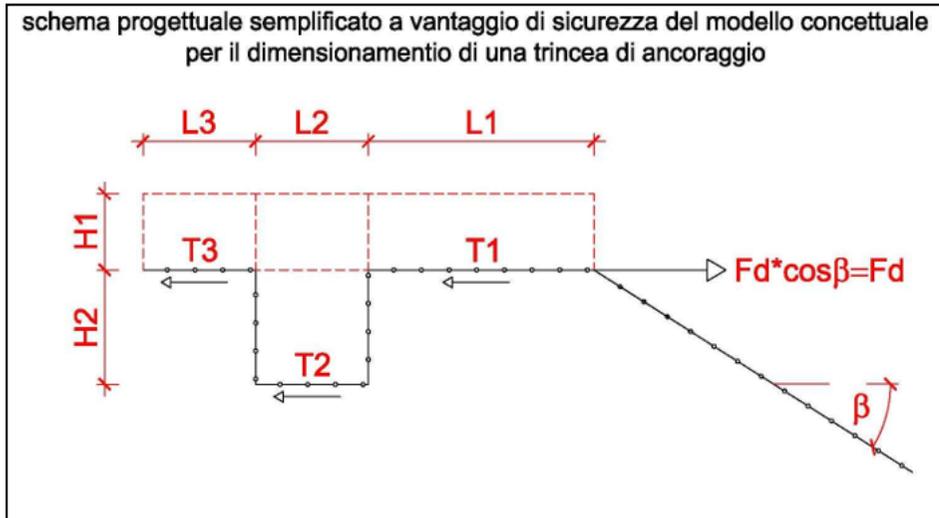


MEGAMAT e MEGAMAT R



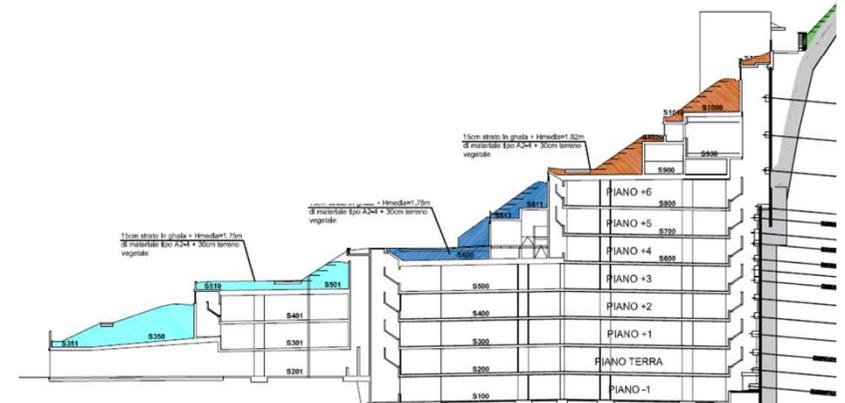
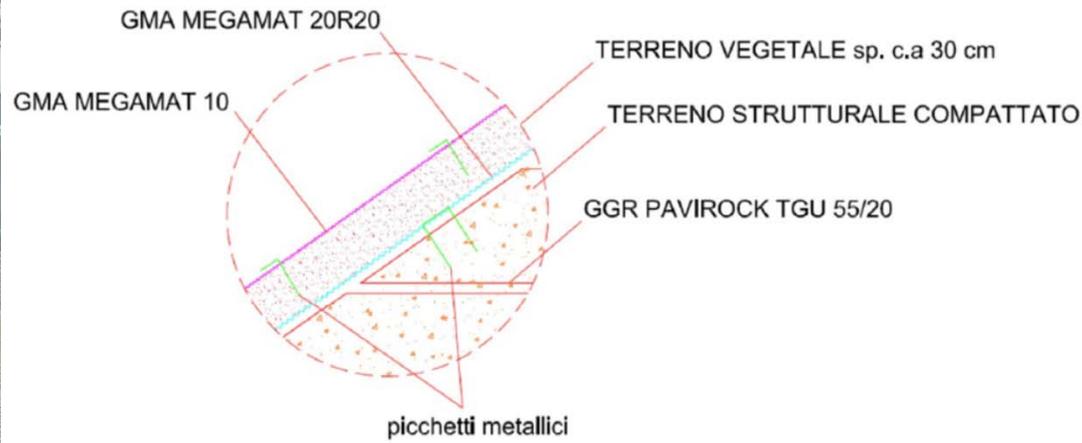
FASI DI INSTALLAZIONE MEGAMAT

MEGAMAT e MEGAMAT R



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

MEGAMAT e MEGAMAT R



TERRE RINFORZATE SENZA CASSERI: PARKING FARA (BG)

PAVIMANT

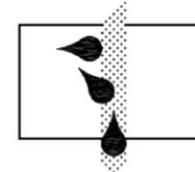


ESEMPI DI TERRE RINFORZATE CON CASSERI A PERDERE: PAVIMANT J

DRENANTI – CANALETTE IN GSX – GCO DRENANTI

FUNZIONI PRINCIPALI:

Drenaggio



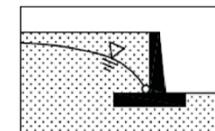
Possono essere impiegati per captare ed allontanare le acque sulla superficie topografica ed in profondità. Impedire l'infiltrazione delle acque nei terreni e nei manufatti significa evitare la perdita di resistenza al taglio dei materiali migliorando la stabilità dei versanti e delle opere ingegneristiche connesse.

ESEMPI DI SETTORI DI APPLICAZIONE:

FONDAZIONI
OPERE DI SOSTEGNO



SISTEMI DI DRENAGGIO



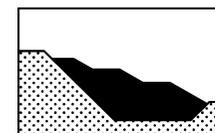
STRADE



TUNNEL E
STRUTTURE
SOTTERANEE

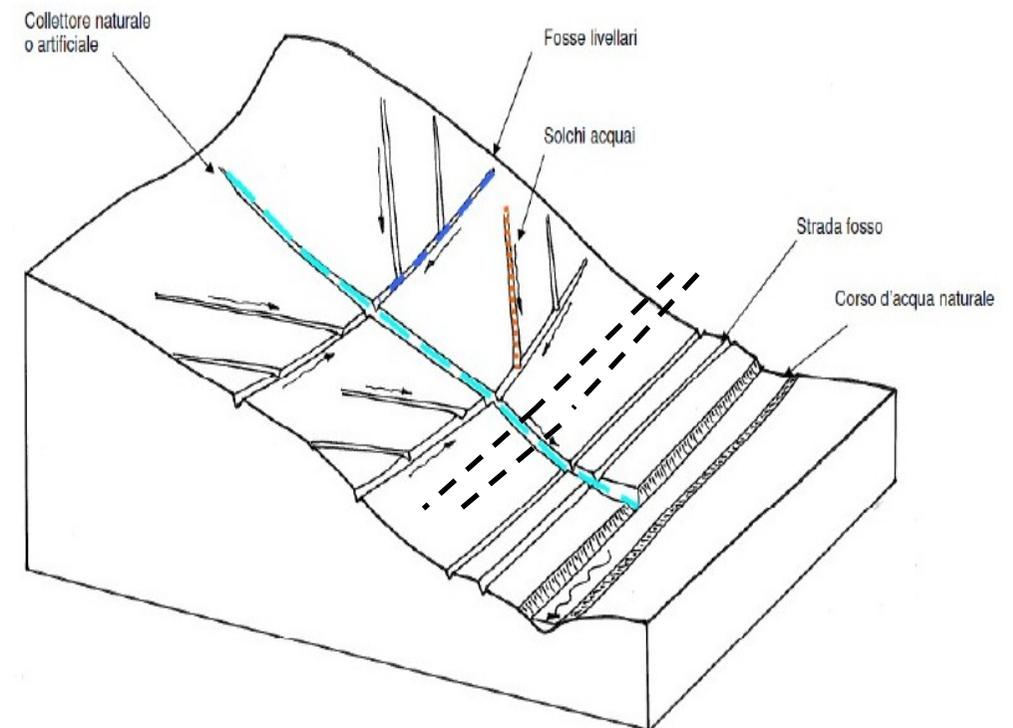
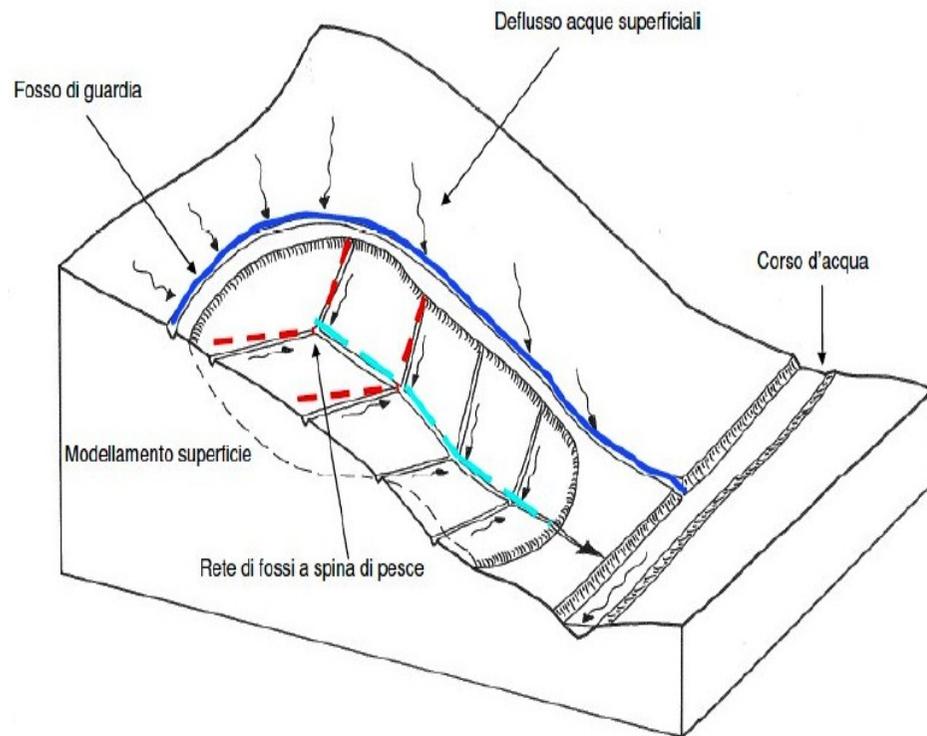


DISCARICHE



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.

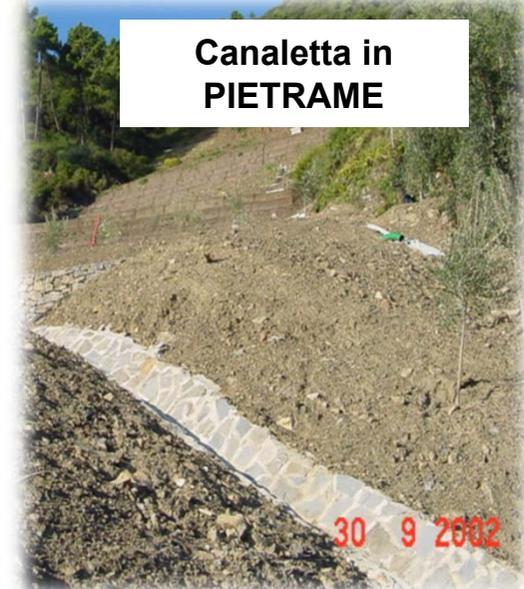
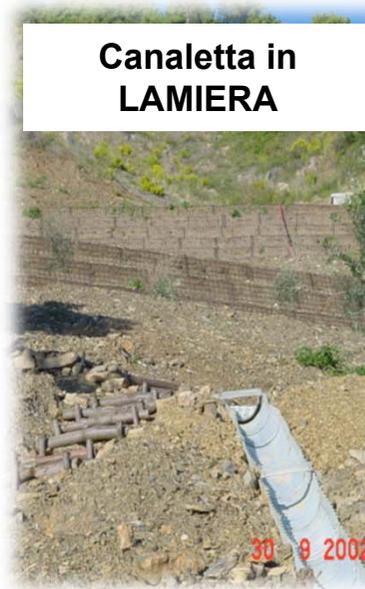


SISTEMI TRADIZIONALI

- 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:

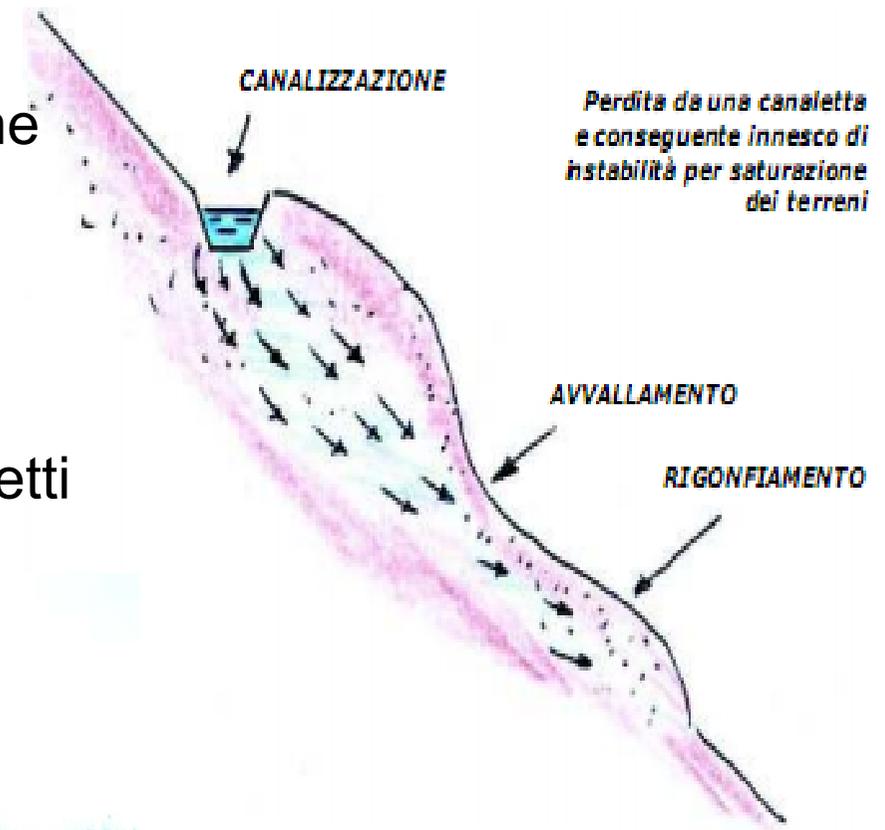
- **L'INTERRUZIONE della CONTINUITÀ ;**
- **IL SIFONAMENTO.**



SISTEMI TRADIZIONALI

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

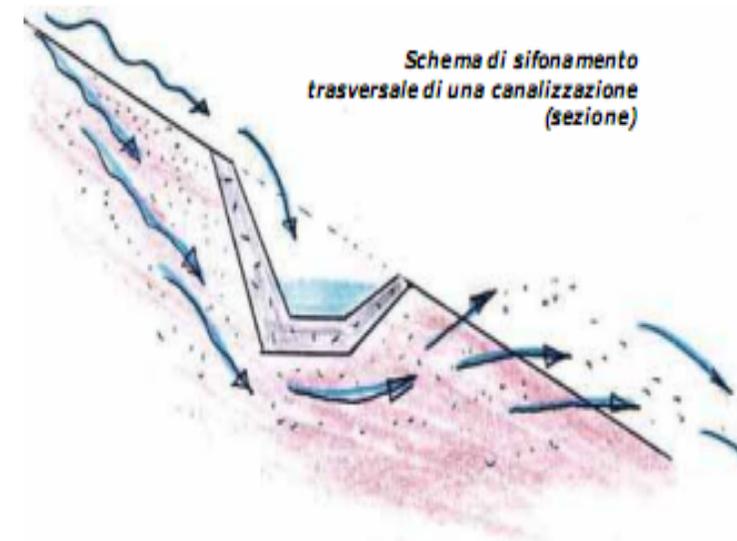
- Elevato trasporto solido (occlusione della sezione);
- Eccessiva permeabilità delle canalette (difetti di montaggio);



SISTEMI TRADIZIONALI

IL SIFONAMENTO del sistema di canalizzazione si distingue in:

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



Schema di sifonamento longitudinale di una canalizzazione (pianta e sezione)

SISTEMI GEOSINTETICI

RIVESTIMENTO CON GEOMEMBRANE

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

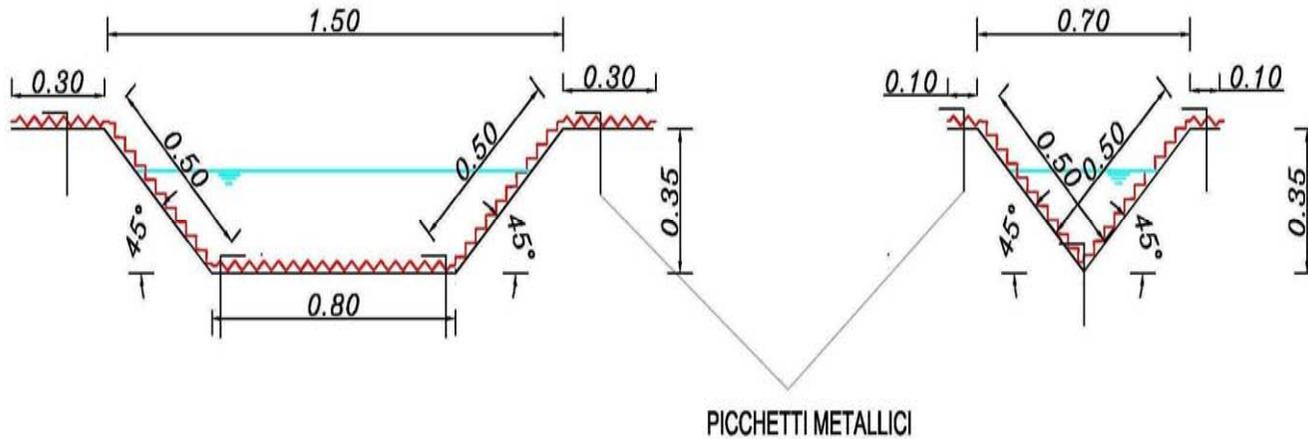
RIVESTIMENTO CON GEOSTUOIE

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





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.**

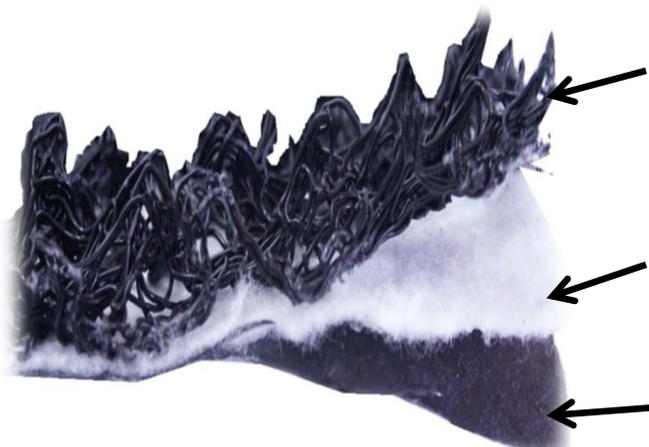


GEOSTUOIA GRIMPANTE

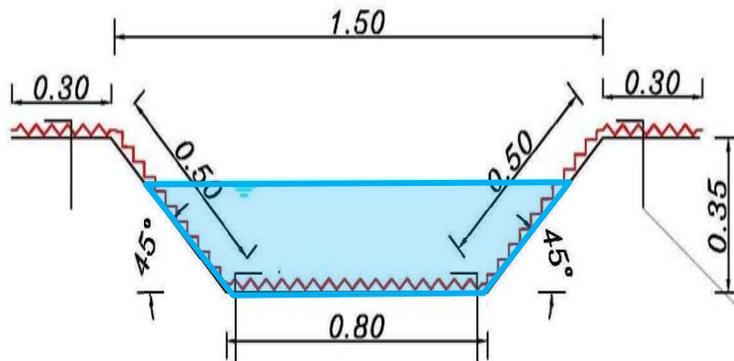
Riduce la velocità dell'acqua, consente il rinverdimento

TNT di protezione e struttura

GEOMEMBRANA IMPERMEABILE



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 (m³/s)

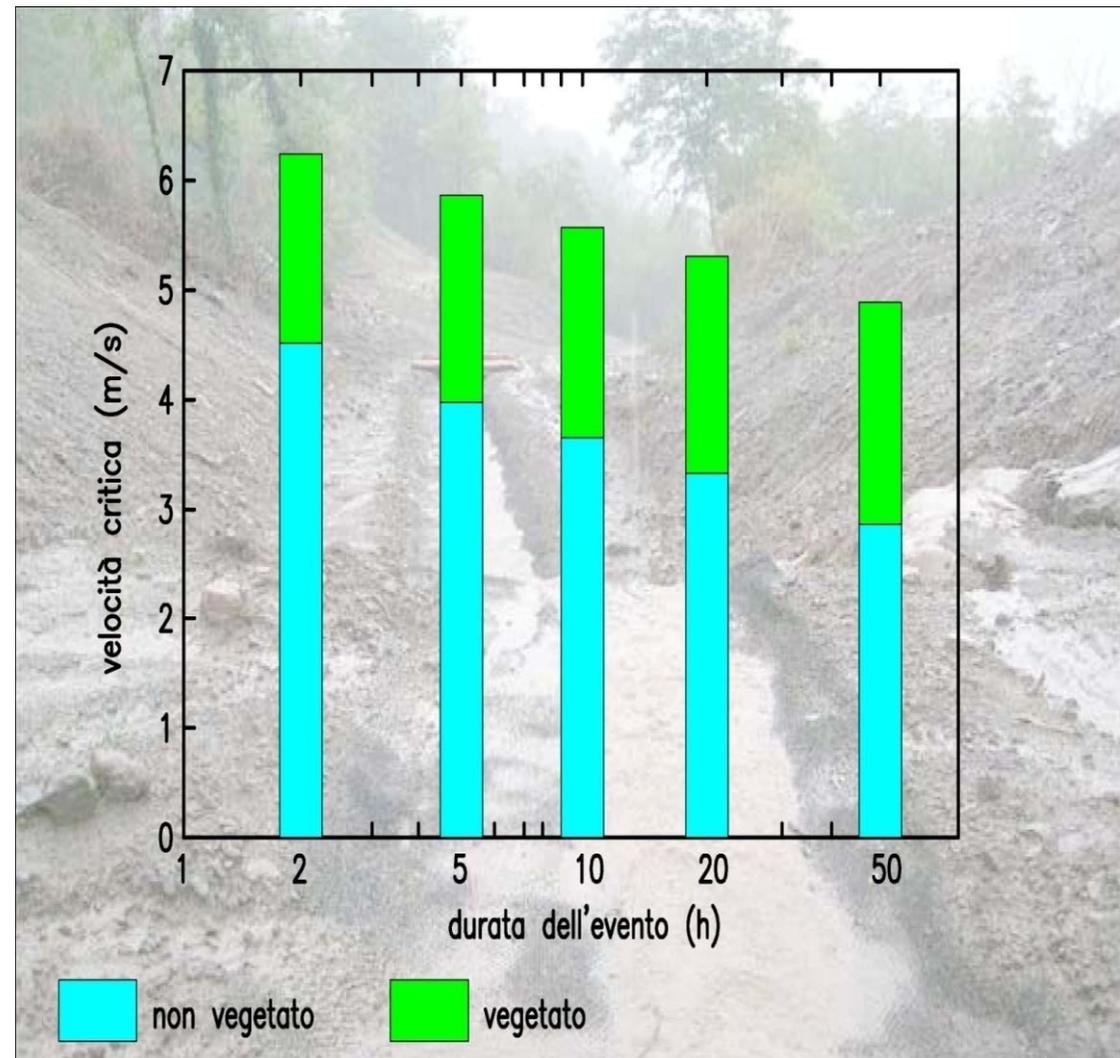
V = velocità (m/s)

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

A = area liquida (m²)

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



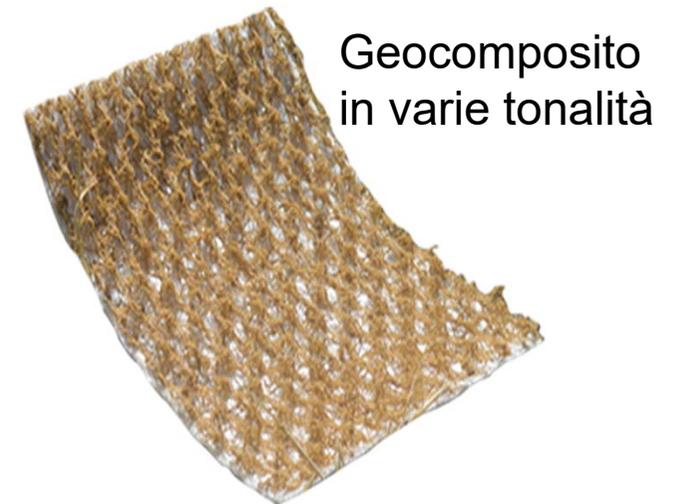
Geocompositi applicati per la regimazione delle acque superficiali

GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S



FASI DI INSTALLAZIONE DEL TRENCHMAT: FOSSO DI GUARDIA LARGO

GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S



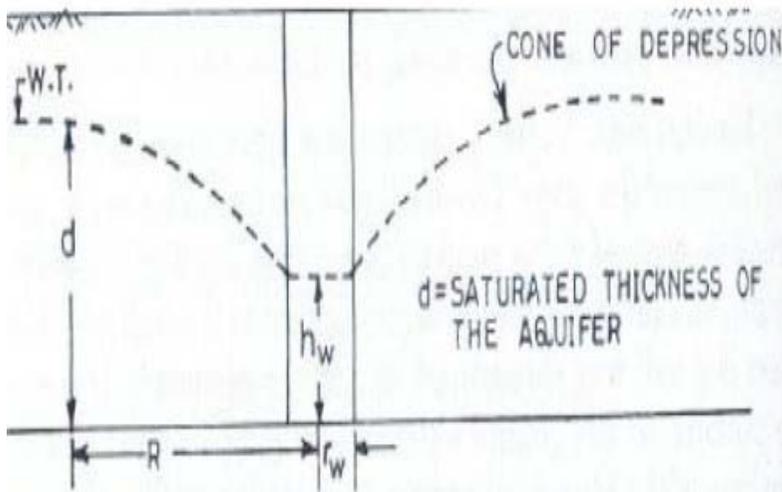
Geocomposito
in varie tonalità

GEOCOMPOSITI INNOVATIVI TRENCHMAT S

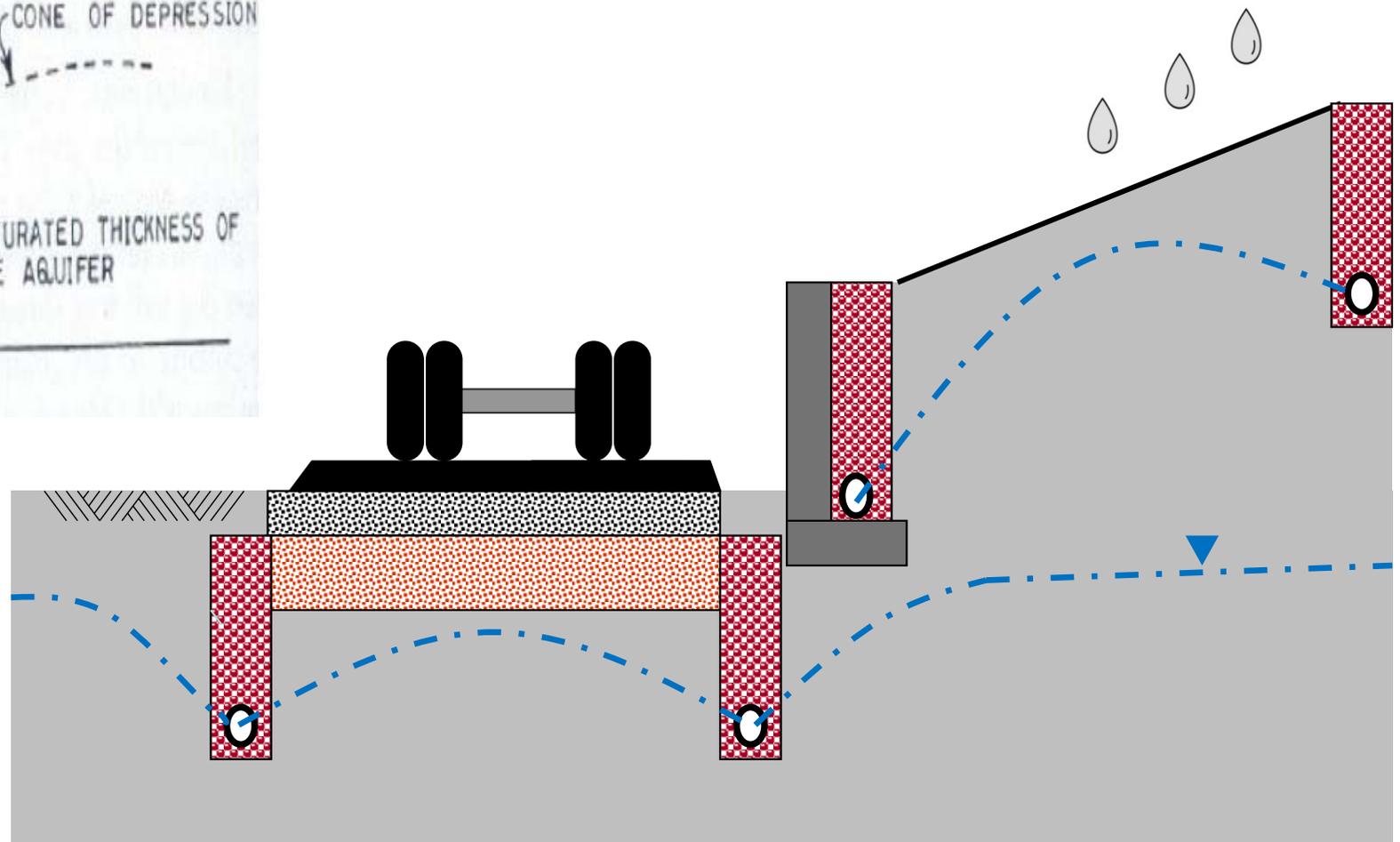


TRINCEE DRENANTI

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



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

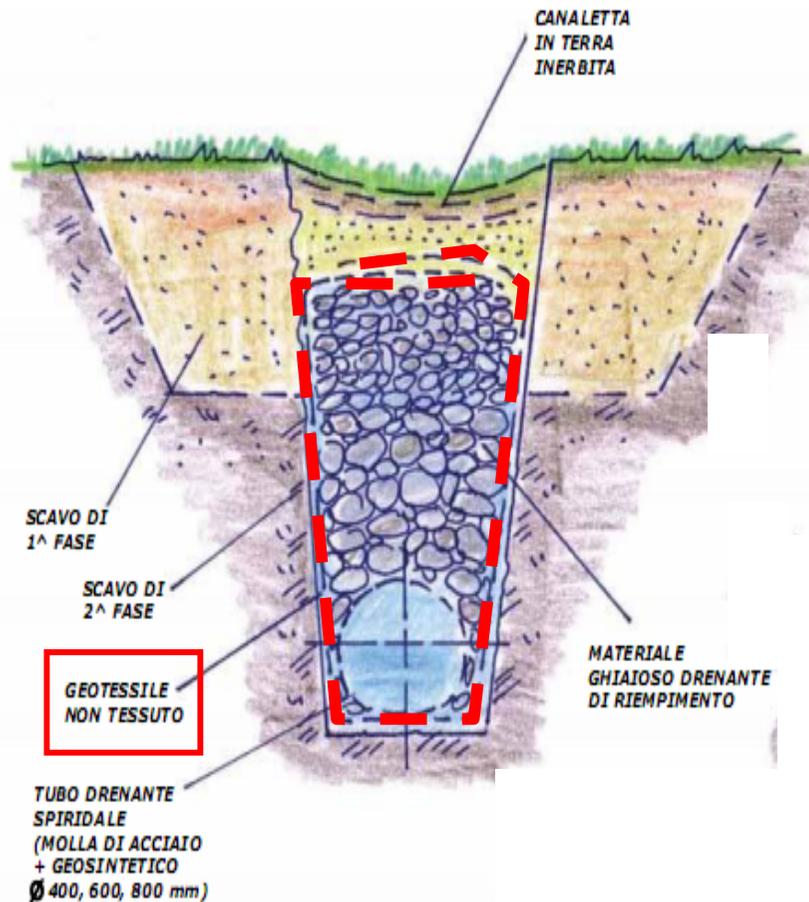


SISTEMI TRADIZIONALI

TRINCEA DRENANTE TRADIZIONALE

Sistemi drenanti generalmente composto da due parti:

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





GCO DRENANTE



Oggi esistono dei sistemi drenanti di nuova concezione, detti **GEOCOMPOSITI DRENANTI**, studiati per ottimizzare i processi di emungimento 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.

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

Versione cuspidata

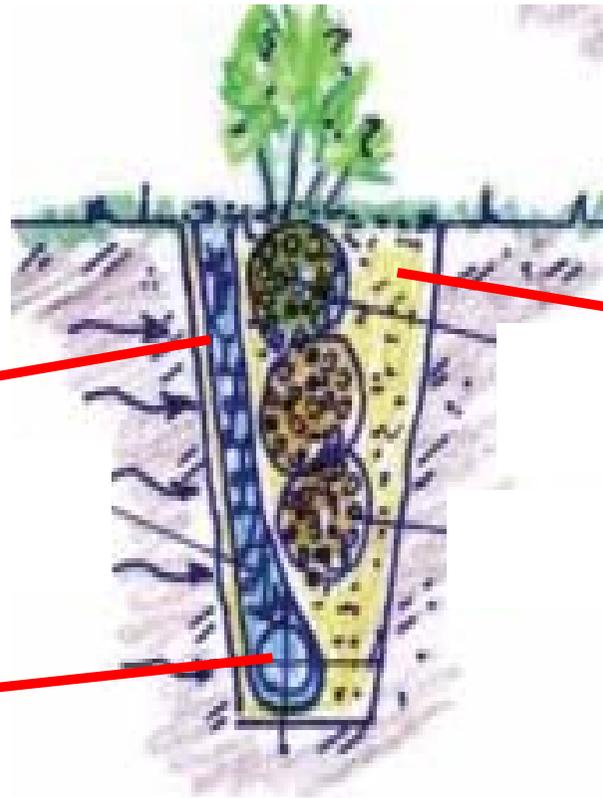


Versione a canali paralleli



GCO DRENANTI PAVIDRAIN

TRINCEA DRENANTE con GCO DRENANTI



GCO DRENANTI PAVIDRAIN

PRINCIPIO DI EQUIVALENZA:

CAPACITA' DRENANTE NEL PIANO di uno STRATO MINERALE

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

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

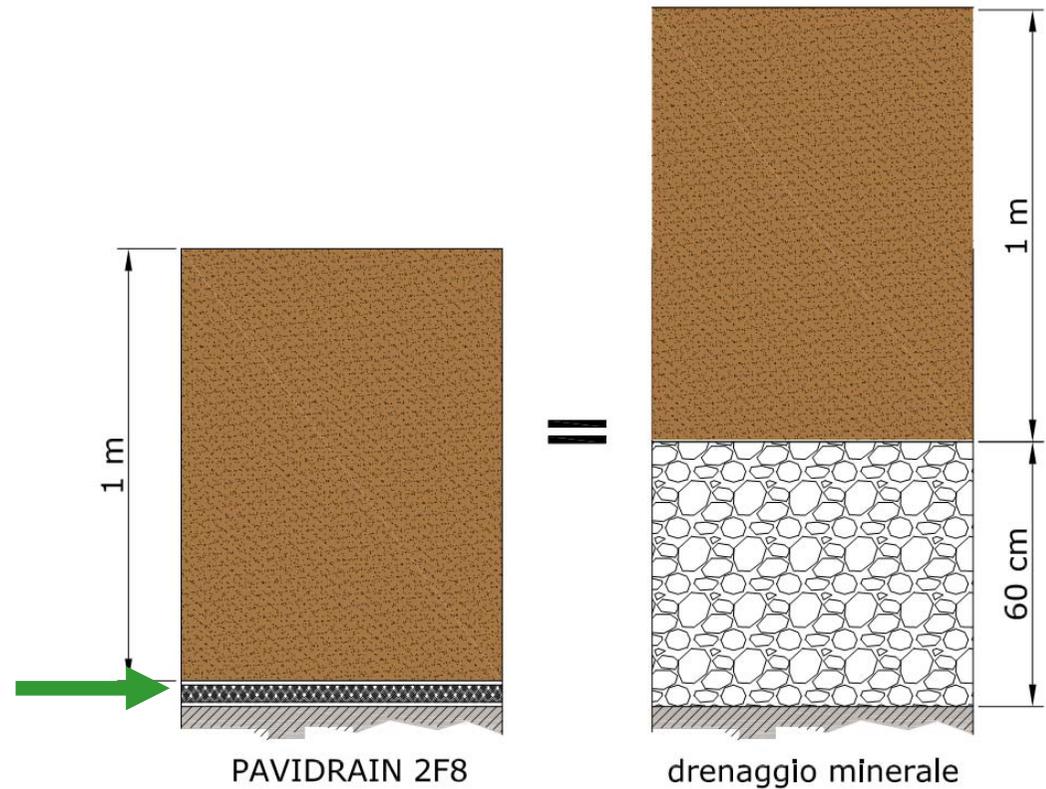
Nell'ipotesi che:

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

$$i = 0,03$$

$$t = 60cm$$

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



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

		2F3	2F5	2F8	2F20L	2F20	
Massa areica	g/m ²	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)



Carico (kPa)	Gradiente (i)	2F3	2F5	2F8	2F20L	2F20	Standard
20 kPa	i = 1	0,50	1,10	2,90	4,00	5,00	EN ISO 12958
	i = 0,1	0,15	0,25	0,90	1,25	1,60	EN ISO 12958
	i = 0,04	0,08	0,15	0,50	0,75	0,85	EN ISO 12958
50 kPa	i = 1	0,40	0,90	2,60	0,80	2,60	EN ISO 12958
	i = 0,1	0,10	0,18	0,80	0,25	0,70	EN ISO 12958
	i = 0,04	0,05	0,10	0,40	0,13	0,45	EN ISO 12958
100 kPa	i = 1	---	0,75	1,70	---	0,55	EN ISO 12958
	i = 0,1	---	0,14	0,60	---	0,16	EN ISO 12958
	i = 0,04	---	0,08	0,30	---	0,05	EN ISO 12958

R/M

GCO DRENANTI PAVIDRAIN

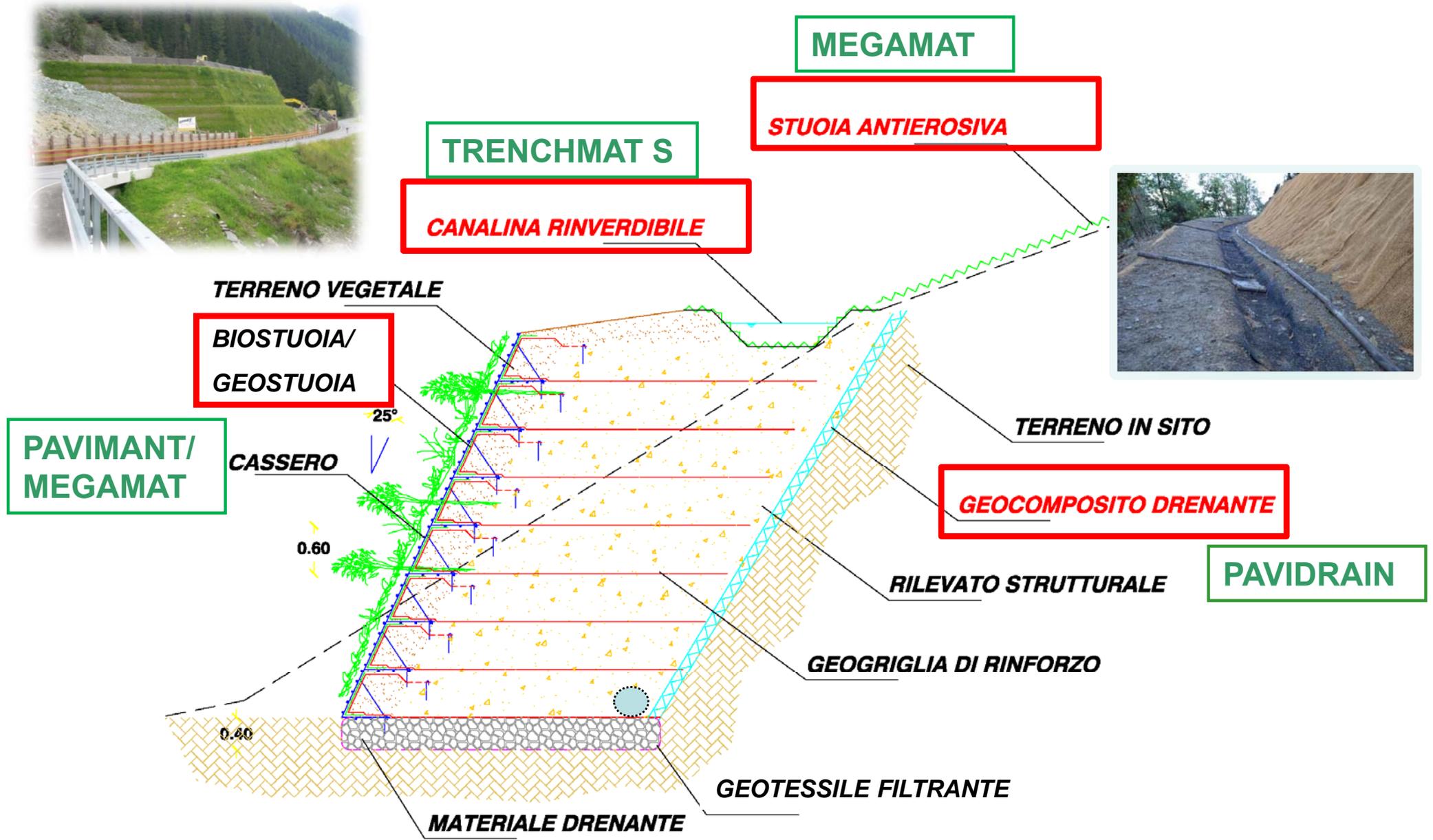


GCO DRENANTI PAVIDRAIN



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 - QUALITA'

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 Marchi 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



035.201911
geo.it@pavitex.com