



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Sistemi difesa suolo a basso impatto e geocompositi con reti metalliche per stabilizzazione versanti ed argini – Scelta del ritentore del fine – Decreto Lgs. 23 giugno 2022 (ovvero Decreto C.A.M.): cosa comporta per i sistemi in rete metallica esagonale

***Dott. Massimo Borghi
Direttore Tecnico Arrigo Gabbioni Italia Srl***



Albenga, 29 novembre 2024



Arrigo Gabbioni Italia srl, dal 1960 produzione sistemi per la difesa del suolo, delle reti viabili e per l'ingegneria a basso impatto

- Gabbioni;
- Terre rinforzate preassemblate ArrTerr;
- Pannelli drenanti Drenar;
- Reti paramassi classiche e rinforzate;
- Materassi per la protezione arginale
- Geocompositi antierosivi;
- Sistemi per la protezione arginale contro gli animali da scavo;
- Bioreti e biostuoie;
- Gabbioni Verdi
- Reti antifaunistiche ed antiintrusive;



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Prima Sezione , parere 69 adunanza 2 luglio 2013

Emissione settembre 2013

***Linee guida per la certificazione di idoneità tecnica
all'impiego di prodotti
in rete metallica a doppia torsione***



***Presidenza del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici
Servizio Tecnico Centrale***



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

SCOPI

Fornire ai tecnici ed operatori del settore, alle stazioni appaltanti ed agli organi di controllo competenti, i riferimenti normativi, teorici e sperimentali per la redazione di capitolati, per la produzione e l'utilizzo di prodotti in rete metallica a doppia torsione, nonché alcune indicazioni in merito alla durabilità ed il collaudo di opere realizzate con i suddetti prodotti CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLE CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI SPECIFICHE DELLA RETE METALLICA E DELLE SUE APPLICAZIONI, nel rispetto del Decreto sulle Norme Tecniche per le costruzioni ed in coerenza con altre Normative europee ed internazionali riguardanti la produzione e l'impiego di questo materiale.

Le presenti Linee Guida comprendono e sostituiscono i contenuti della "Linee guida per la redazione di capitolati per l'impiego di rete metallica a doppia torsione" del Maggio 2006



RESISTENZA A PUNZONAMENTO

Pur non essendo espressamente indicata in Linee Guida, si suggerisce di prevedere per i materiali individuati, anche le prestazioni di resistenza a punzonamento; in particolare negli interventi con reti parasassi, geocompositi per la stabilizzazione dei versanti, o per tutte le tipologie di interventi nelle quali la resistenza a punzonamento possa costituire un elemento fondamentale di incidenza sulla vita nominale dei prodotti.

La prova di resistenza a punzonamento può essere effettuata ai sensi della UNI 11437



VITA UTILE E AGGRESSIVITA' AMBIENTALE

Per vita-nominale, in accordo con le NTC 2018 e successive modifiche, si intende *“il numero di anni nel quale la struttura purchè soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata”*.

Alla vita nominale devono essere adattati i criteri di progetto con particolare riferimento alla durabilità della rete e dei sistemi di protezione dalla corrosione dei fili metallici, anche in riferimento alla possibilità che in un'opera possano essere eseguiti od meno sostituzioni di componenti o ripristini, con operazioni di manutenzione ordinaria, nonché in riferimento alle condizioni di aggressività ambientali.

La scelta del materiale da adottare, dovrà derivare dalla combinazione tra i requisiti di vita nominale richiesti dal tipo di opera e dalle condizioni di aggressività (bassa, media, alta) degli ambienti nella quale l'opera verrà inserita. (per i criteri di aggressività ambientale ci si riferisce alla norma EN ISO 9223:2102 – Tabella 1). Come riportato dalla Appendice 1 UNI EN 10223-3:2014.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

VITA UTILE E AGGRESSIVITA' AMBIENTALE

Prove sulla rete metallica (secondo UNI EN, EN ISO ed ISO previste)

- Test di trazione sulla rete metallica;
- Verifica di resistenza del rivestimento plastico sotto carico;
- Test di invecchiamento accelerato in ambiente anidride solforosa SO₂, secondo UNI EN ISO 6988, dopo 28 cicli;
- **ATTENZIONE:** Pur non essendo espressamente indicata in Linee Guida, si suggerisce di indicare nelle specifiche tecniche anche il superamento del test in Nebbia Salina secondo UNI EN ISO 9227:2017, con durata 1.000 ore come indicato al capitolo 11.1 della norma. Questo test consente di simulare contesti di tipo aggressivo diversi dall'anidride carbonica.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

VITA UTILE E AGGRESSIVITA' AMBIENTALE

APPENDICE A CONDIZIONE DI AGGRESSIVITÀ AMBIENTALE DEL SITO DI INSTALLAZIONE, REQUISITI DEL RIVESTIMENTO DEL FILO

prospetto A.1 Condizione di aggressività ambientale del sito di installazione, requisiti del rivestimento del filo

Livello di aggressività ambientale del sito ^{a)} (in conformità al prospetto 1 della EN ISO 9223:2012)	Materiale di rivestimento plastico	Rivestimento	Classe ^{b)} (EN 10244-2)	Vita utile presunta del prodotto (anni)
Bassa aggressività: (C2)	-	Zinco	A	25
Condizioni asciutte	-	Lega di Zn95%/Al5%	A	>50
Zona temperata, ambiente atmosferico con basso inquinamento, per esempio aree rurali, cittadine (oltre 100 m sul livello del mare). Zona secca o fredda, ambiente atmosferico con breve periodo di umidità, per esempio deserti, aree subartiche	-	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
Media aggressività: (C3)	-	Zinco	A	10
Condizioni asciutte	-	Lega di Zn95%/Al5%	A	25
Zona temperata, ambiente atmosferico con medio inquinamento o un certo effetto di cloruri, per esempio aree urbane, aree costiere con bassa deposizione di cloruri, zona subtropicale e tropicale con atmosfera con ridotto inquinamento	-	Lega di Zn90%/Al10%	A	>50
	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn95%/Al5%	A	>120
	Poliammide (PA6)		E	
	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
	Poliammide (PA6)		E	
Alta aggressività: (C4)	-	Lega di Zn95%/Al5%	A	10
Condizioni a contatto con acqua	-	Lega di Zn90%/Al10%	A	25
Zona temperata, ambiente atmosferico con elevato inquinamento o effetto sostanziale dei cloruri, per esempio aree urbane inquinate, aree industriali, aree costali, senza spruzzo di acqua salata, esposizione a forte effetto di sali disgelanti, per esempio zona subtropicale e tropicale, atmosfera con medio inquinamento, aree industriali, aree costali, posizioni riparate della costa	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn95%/Al5%	A	120
	Poliammide (PA6)		E	
	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
	Poliammide (PA6)		E	
Altissima aggressività: (C5)	-	Lega di Zn95%/Al5%	A	120
Condizioni a contatto con acqua	-	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
Zona temperata e subtropicale, ambiente atmosferico con elevatissimo inquinamento e/o importanti effetti dei cloruri, per esempio aree industriali, aree costali, posizioni riparate della costa.	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
	Poliammide (PA6)		E	
Zone subtropicali e tropicali (periodo di umidità molto elevato), ambiente atmosferico con inquinamento molto elevato (SO ₂ maggiore di 250 µg/m ³), incluso inquinamento dovuto a processi di accompagnamento e produttivi e/o forte effetto di cloruri, per esempio aree estremamente industriali, fascia costiera e aree in mare aperto con contatto occasionale con nebbia salina				
Estrema aggressività: (CX)	-	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
Zone subtropicali e tropicali (periodo di umidità molto elevato), ambiente atmosferico con inquinamento molto elevato (SO ₂ maggiore di 250 µg/m ³), incluso inquinamento dovuto a processi di accompagnamento e produttivi e/o forte effetto di cloruri, per esempio aree estremamente industriali, fascia costiera e aree in mare aperto con contatto occasionale con nebbia salina	Cloruro di polivinile (PVC)	Lega di Zn90%/Al10%	A	>120
	Poliestere (P) Poliammide (PA6)		E	



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Dove potere trovare copia delle Linee Guida Cons. Sup. LL.PP. 69/2013

- link <http://www.cslp.it/cslp/>



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

D.Lgs 38/2023

- Ai sensi dell'articolo 57, le stazioni appaltanti e gli Enti concedenti sono tenuti ad inserire i Criteri Ambientali Minimi (CAM) nella documentazione di gara, al fine di contribuire al raggiungimento degli obiettivi ambientali stabiliti nel Piano d'azione per la sostenibilità ambientale dei consumi nella pubblica amministrazione.



Criteri Ambientali Minimi

- Il D.Lgs 23.06.2022 (per l'edilizia) ed il D.Lgs 05.08.2024 (per le opere ed infrastrutture stradali, a far data dal 21.12.2024), regolano il tema C.A.M. in ambito produttivo dei materiali, in ambito progettuale, ed in ambito applicativo;
- Per quanto riguarda i sistemi con filo d'acciaio, relativamente alle caratteristiche produttive, i punti focali da rispettare sono 2:



Criteri Ambientali Minimi

- Cap. 2.1.2 Certificazione del valore percentuale richiesto di materiale riciclato/recuperato/sottoprodotto), attraverso uno dei seguenti documenti:
- 1. Dichiarazione ambientale di Prodotto (DAP o EPD);
- 2. Validazione di prodotto Remade o RemadeItaly;
- 3. certificazione di prodotto sul bilancio di massa tipo CP DOC 262;
- 4. certificazione di prodotto in conformità prassi UNI/PdR 88;
- 5. certificazione Made green in Italy;
- 6. se con rivestimento plastico: marchio Plastica seconda vita, oppure VimylPlus Product Label per PVC



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Criteri Ambientali Minimi

- Cap. 2.3 Specifiche tecniche per i prodotti da costruzione (ai sensi del D.Lgs 31.03.2023, numero 36);
- 2.3.4. Prodotti in acciaio (di cui fanno parte i prodotti in rete metallica a doppia torsione per usi strutturali), percentuale di acciaio da forno non legato, contenuto minimo di prodotto riciclato/rigenerato/sottoprodotto pari al 75%.



Obbiettivi

- Soluzioni ambientalmente compatibili;
- Sinergia con Ingegneria Naturalistica;
- Riduzioni dei tempi e dei volumi di lavoro;
- Tutela delle maestranze
- Prestazioni tecniche migliorative;
- Durata vita utile minima maggiore;
- Riduzione dei costi economici, ambientali e sociali per la collettività



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Come

- Investendo nella Ricerca;
- Convenzioni con Enti ed Università per R&S;
- Campi sperimentali applicativi;
- Elaborazione dei dati;
- Condivisione dei dati con altri operatori per miglioramenti sinergici
- Realizzazione di nuovi sistemi o miglioramento dei precedenti;
- Realizzazione di software dimensionali dedicati



Convenzione ricerca&sviluppo per Parchi Geotecnici

- Comune di Genova, Direzione idrogeologia e geotecnica, Espropri e Vallate – ref. Coord. Dott. Geol. Giorgio Grassano, Direttore Dott. S.Battilana, resp. progetti ed esecuzione Arch. Silvia Pesce;
- Università di Genova, dipartimento di Architettura e Design, e dipartimento di Ingegneria Civile – ref. Prof. Gerardo Brancucci e Prof. Ilaria Gnecco;
- Obiettivi: individuazione e sperimentazione di sistemi geotecnici e modalità applicative miste a basso impatto, per la riduzione del rischio idrogeologico e la riqualificazione di aree in degrado ambientale



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Parco Geotecnico Costa di Sestri Ponente – Primo Lotto





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

PERCHE' L'APPROCCIO AD OPERE MISTE

VANTAGGI:

- 1. Sfruttare in modo sinergico i pregi dei vari sistemi, riducendone i difetti;***
- 2. Adattare la tipologia dei sistemi alle specifiche e varie criticità geotecniche del dissesto;***
- 3. Capacità di adattarsi meglio alle condizioni applicative rispetto ad una monotipologia;***
- 4. Migliore integrazione ambientale;***
- 5. Maggiore durabilità dell'opera in quanto le sinergie migliorative sono state valutate preventivamente in fase progettuale;***
- 6. Riduzione dei costi e dell'impatto ambientale.***



Supporto dimensionale

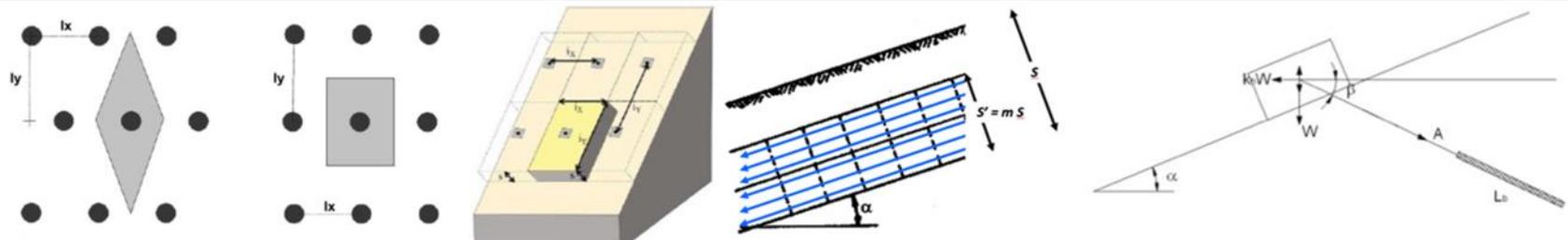
- **Arrigo Gabbioni Italia S.r.l.**, attraverso il proprio Ufficio Tecnico, può fornire supporto agli operatori di settore (Progettisti ed Imprese) per la più idonea risoluzione delle problematiche progettuali ed applicative.
- Per i Progettisti, il supporto potrà consistere nella verifica, attraverso idonei strumenti di calcolo e ai sensi delle vigenti Norme Tecniche, delle soluzioni individuate per gli interventi di consolidamento o di stabilizzazione (ad esempio, dimensionamenti di sistemi di trincee drenanti, consolidamenti corticali, terre rinforzate, gabbionate) e nella produzione di tavole tecniche di dettaglio in DWG e PDF.



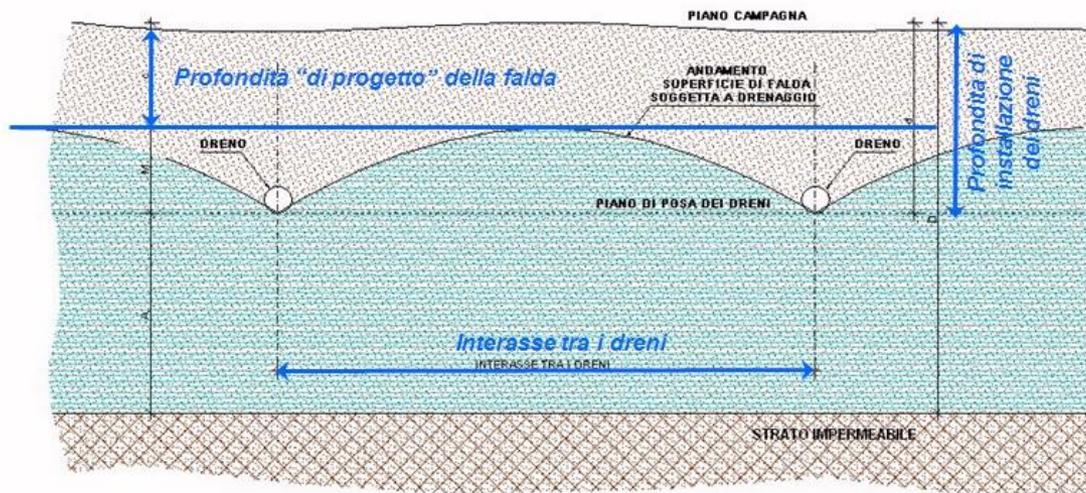
ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

GeoStru Nuovo Apri Salva Relazione Help About

DATI INPUT

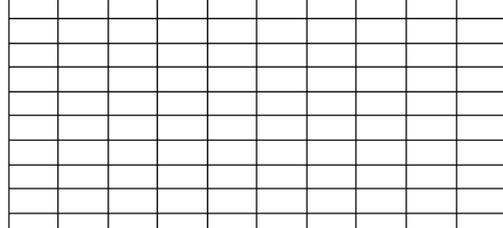
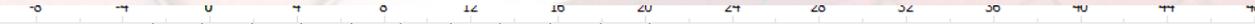


SCHEMA GEOMETRICO DI DRENAGGIO



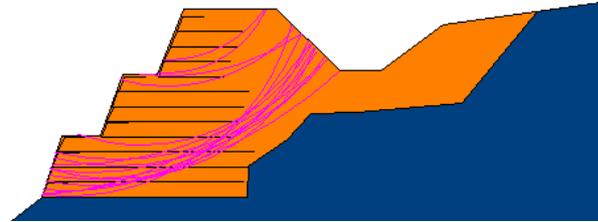


ordine degli ingegneri provincia di imperia



(-2.7,12.4)

(20.1,12.4)



- Rinforzo+riempimento
g=19kN/m³
Fi=25°
c=0 kg/m²
- Fondazione
g=17.30kN/m³
Fi=36°
c=50000 kg/m²

Strumenti

Proprietà Coordinate Maglia centri Opere di inter
Carichi Vincoli Opzioni di analisi Sintesi cal

Sintesi calcolo

Superfici calcolate

SF Min, SF Max

Ricalcola

Xc	Yc	Rc	Fs
<input type="text" value="18.994"/>	<input type="text" value="14.075"/>	<input type="text" value="7.5069"/>	<input type="text" value="1.0675"/>

Intervalli di visualizzazione

Superficie a fattore minimo

Superfici calcolate

Superfici da visualizzare

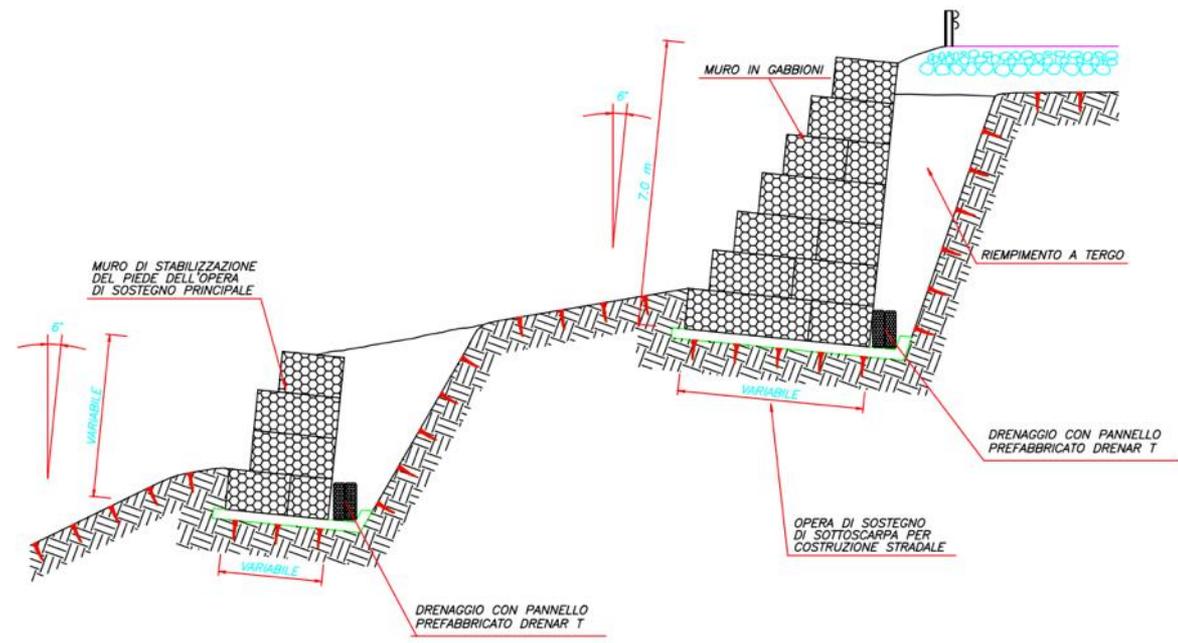
0.65 - 1.00 1.00 - 1.10

1.10 - 1.30 1.30 - 1.50

1.50 - 14.83 14.83 - 17.67

Visualizza

Maglia centri





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Versanti in erosione e loro stabilizzazione: tecniche a basso impatto preaccoppiate per la mitigazione del rischio e la tutela della pubblica incolumità



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Tipologie di erosioni corticali:

- Versanti in terreni sciolti;
- Versanti in rocce alterate;
- Versanti in matrici miste litoidi-terrose;
- Debris-flow superficiali;
- Arginature in matrice terrosa o litoide.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia





Approccio alla risoluzione

- Indagine geognostica;
- Perimetrazione dell'area da rivestire e mettere in sicurezza;
- Definizione della metodologia applicativa in relazione ai dati geotecnici, agli obiettivi prefissi, agli elementi di aggressività ambientale, alle condizioni di ripristino ambientale desiderate, alla condizione economica; ed ovviamente alle normative vigenti (Linea Guida Cons. Sup. LL.PP. 69/2013).



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

RIVESTIMENTI CORTICALI VEGETATIVI: CONCETTO BASE

Il corretto dimensionamento funzionale fra gli elementi costitutivi del concetto di rivestimento corticale:

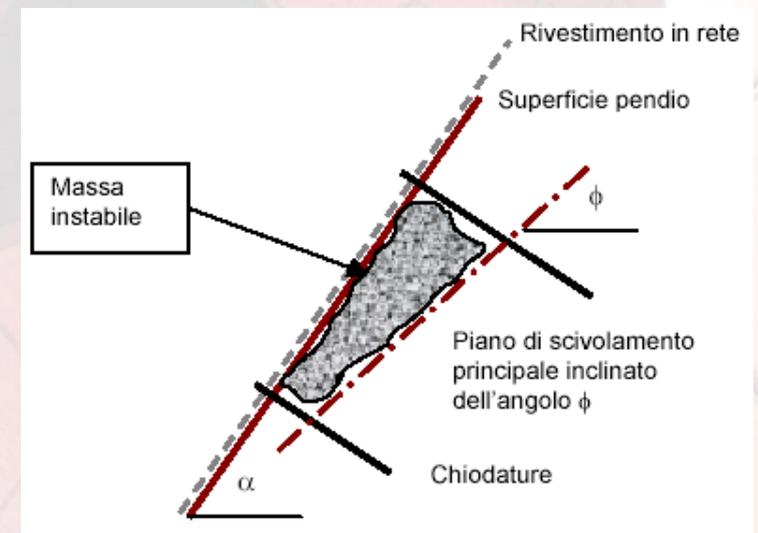
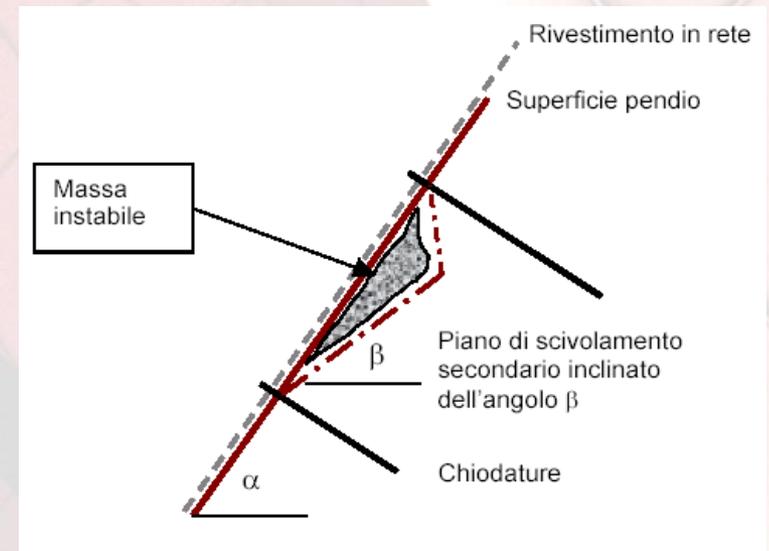
RETE METALLICA ESAGONALE;

GEORETE;

FUNI;

BARRE.

Serve per raggiungere il concetto base del rafforzamento corticale: «placcare la massa instabile, riducendo il rischio di mobilitazione di tale massa sul versante, e favorendone la stabilizzazione»



GEOCOMPOSITI AR Preaccoppiati

vantaggi tecnici

realizzazione contestuale di un'opera di controllo antiersivo superficiale e consolidamento corticale (rivestimenti vegetativi)

L'abbinamento a diverse tipologie di materiali lo rende molto versatile

I punti di giunzione apribili consentono dove necessario di garantire una corretta aderenza della biorete o georete al versante

basso impatto ambientale e utilizzo di materiali biodegradabili

migliora l'effetto di una idrosemina in modo da consentire un rapido rinverdimento (la biorete facilita la crescita vegetativa)

due prodotti applicati in un'unica soluzione consentono:

riduzione del rischio = 50%

riduzione dei tempi di posa = 50%



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

RAFFORZAMENTI SU VERSANTI IN TERRENO SCIOLTO



Geocomposito Arco (700 gr/mq)

Buona resistenza meccanica della biorete (resistenza media a trazione 15 kN/m) indicata per buona parte degli interventi con presenza o riporto di sostanza organica sul versante o su argine.

Geocomposito in rete metallica a doppia torsione preaccoppiato meccanicamente con biorete in cocco biodegradabile al 100% **suggerito per aree estremamente umide e piovose, su scarpate in terra, in roccia alterata o miste fino a inclinazioni massime di 65°-70° .**

Avendo una limitata capacità di ritenzione idrica le fibre di cocco offrono buone durabilità anche in ambiente idraulico e nella protezione delle scarpate fluviali.

Protegge e ritiene efficacemente le essenze seminate dal dilavamento, dagli agenti atmosferici in generale ed avendo una trama sufficientemente aperta ne consente una ottimale ossigenazione e insolazione.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

- Opera mista:
Rafforzamento
corticale armato, con
stabilizzazione al
piede in gabbioni.
- Appennino
Piacentino (Ferriere)



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia



A7 Uscita Vignole Borbera

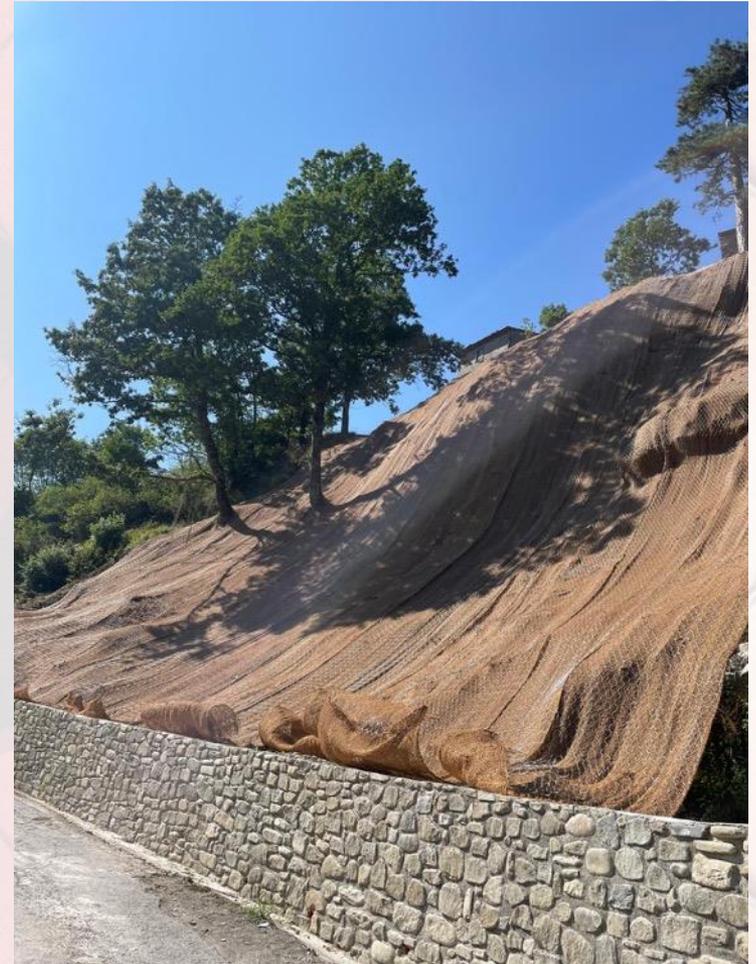


● ○ REDMI NOTE 9 PRO
∞ AI QUAD CAMERA



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Stabilizzazione versante controripa acclive – Gravagna (MS)





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Stabilizzazione versante con opere miste, Capo Cervo (SV)





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Protezione spondale idraulica ed antifaunistica Fiume Vara a Brugnato, Fiume Entella a Carasco





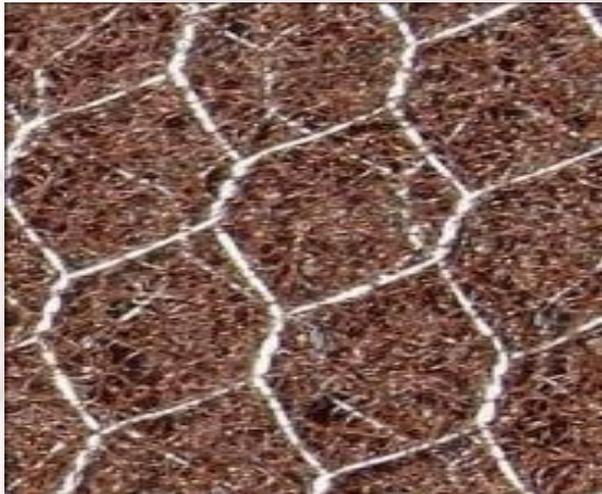
ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Protezione spondale idraulica ed antifaunistica Fiume Vara a Brugnato, Fiume Entella a Carasco e Torrente Argentina a Taggia





RAFFORZAMENTI SU VERSANTI IN TERRENO SCIOLTO



Geocomposito ARRMAT tridimensionale Rete dt + geostuoia grimpante

Elevato indice alveolare, indicata per funzioni antierosive su versanti o su argini a bassa pendenza, profilo regolare, bassi attriti con presenza o riporto di sostanza organica.

Geocomposito tridimensionale in rete metallica a doppia torsione preaccoppiato con geostuoia grimpante a colorazione variabile, in polipropilene, ad elevato indice alveolare con funzione antierosiva e grimpante. Impiego suggerito su versanti a bassa inclinazione e con profilo regolare, dove gli attriti siano particolarmente bassi. Protegge e ritiene efficacemente le essenze seminate dal dilavamento, dagli agenti atmosferici in generale grazie ad una trama sufficientemente fitta.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

RAFFORZAMENTI SU VERSANTI IN TERRENO SCIOLTO





Rafforzamenti su versanti in roccia fratturata ed alterate e litoidi minori



Geocomposito Arrmet rete dt + rete tripla

La rete metallica a doppia torsione 8x10 è accoppiata con rete metallica zincata a tripla torsione con maglia 16x16 mm filo 0.7 mm.

ArrMet è un geocomposito in rete metallica a doppia torsione e rete metallica zinco o polimero e tripla torsione suggerito per la protezione superficiale e subsuperficiale di versanti in rocce frammentate o fortemente alterate. Particolarmente adatto su scarpate con terreni ghiaioso-sabbiosi spiccatamente eterometrici o in depositi di tipo flyschioide caratterizzati da alternanza litologica pelitico-arenacea (es.: Formazione Marnoso-Arenacea)

Applicabile su scarpate e pareti verticali, subverticali e aggettanti.

Con la presenza della rete a tripla torsione a maglia fitta consente il trattenimento di breccie e parti litoidi anche di minute dimensioni distaccati dalla parete, così da evitare la fuoriuscita di brecciolino oltre la zona di accumulo al piede della scarpata; questo si rivela utile nella protezione di scarpate in controripa stradale.

Gli accumuli di materiali più fini favoriscono lo sviluppo vegetale da parte di specie pioniere.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Protezione versante Casello A7 Genova Bolzaneto





Stabilizzazione di versanti caratterizzati da materiale molto fine, e debris-flow superficiali, idoneo anche per protezioni arginali



GEOCOMPOSITO Arrpet RETE DT + PET

La rete metallica a doppia torsione 8x10 è preaccoppiata con geotessile tessuto in polietilene stabilizzato ai raggi U.V. da 130 gr/mq e apertura della maglia di 3.5 mm., di colore verde scuro

Idoneo su pareti costituite da materiale fine o finissimo in condizioni ambientali penalizzanti che facciano supporre tempi molto lunghi per la nascita della vegetazione. Il geocomposito può essere applicato in contrasto a possibili fenomeni di colate di fango e detrito (debris flow) di piccola entità. La composizione del geocomposito permette di separare e trattenere la parte solida dalla parte liquida producendo una defluidificazione della massa e limitandone in tal modo la mobilità.

Idoneo anche alla protezione arginale di argini in terreno sciolto, afflitti dalla presenza di piccoli animali da scavo, come ad esempio i gamberi americani.

Utilizzabile su scarpate e pareti verticali e subverticali.

Gli accumuli di materiali più fini favoriscono lo sviluppo vegetale da parte di specie pioniere, la maglia tessuta in polietilene dispone di un'apertura sufficiente a non ostacolare il radicamento e lo sviluppo da parte della vegetazione pioniera.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia



Geocomposito preassemblato ArrPet, messa in sicurezza A12 - Ramello



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

INTERVENTO 264 - SILVANO - DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

FOTO FEBBRAIO 2022 (ANTE LAVORI)



Vista verso monte: l'ultimo tratto di valle



Geocomposito preassemblato ArrPet Idro, messa in sicurezza spondale argini litoidi Torrente Borsa – Maissana (SP)



Stabilizzazione di versanti caratterizzati da materiale litoide di piccolo pezzatura e terreno sciolto,



Geocomposito ArcoMetTriplo strato
rete dt + biorete cocco + rete tripla

La rete metallica a doppia torsione 8x10 è preaccoppiata con biorete tessuta di cocco e rete tripla metallica zincata maglia 16x16 mm. filo 0,7 mm.

Idoneo su versanti caratterizzati da elementi di terreno sciolto e litoidi di piccola pezzatura. Il geocomposito a triplo strato consente di mitigare questa tripla problematica (rafforzamento meccanico, trattenimento della matrice terrosa con rinverdimento e trattenimento della matrice litoide di piccola pezzatura). La possibilità di posa un geocomposito triplo in luogo di tre stese separate, consente di aumentare in modo importante la sicurezza degli operatori riducendo i tempi di esposizione in parete, e di aumentare l'efficacia tecnica.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Rivestimento corticale di versante misto piccolo litoide e terroso - Savona





Alcuni piccoli accorgimenti applicativi, fondamentali per una buona riuscita dell'intervento di rivestimento corticale



- Corretta perimetrazione dell'area



Alcuni piccoli accorgimenti applicativi, fondamentali per una buona riuscita dell'intervento di rivestimento corticale



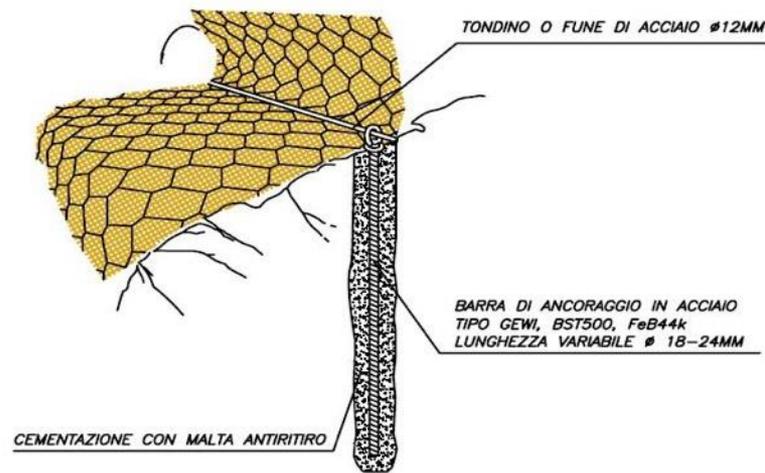
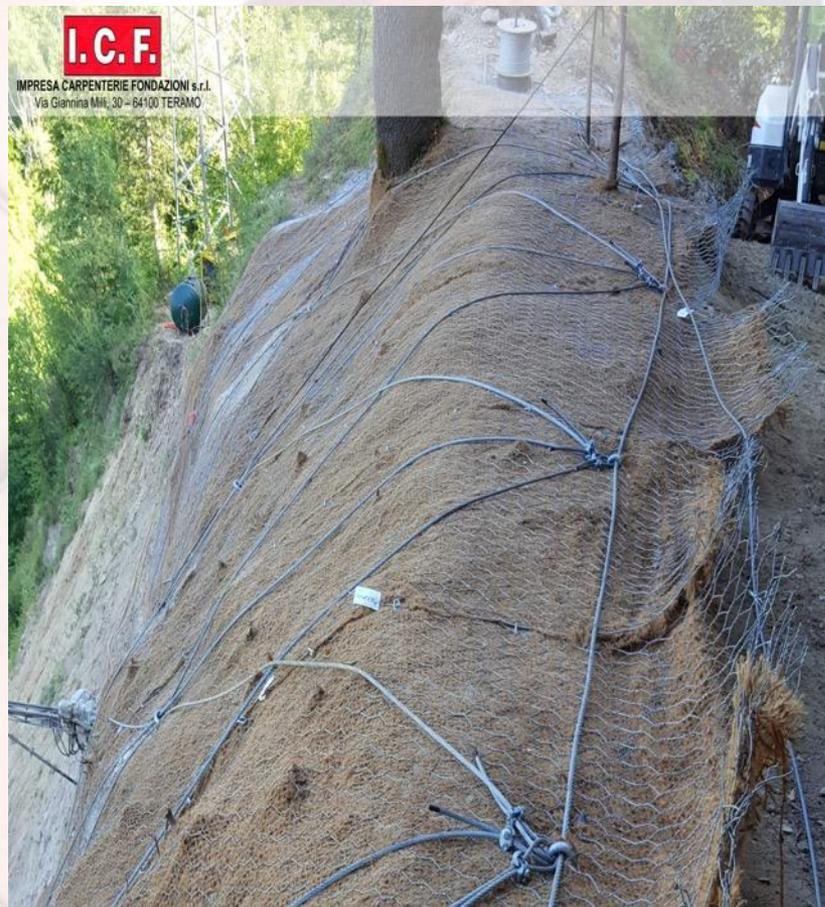
- Sormonto fra i rotoli, al fine di evitare soluzioni di continuità, riducendo di ruscellamenti superficiali, che provocherebbero nuovi fenomeni erosivi.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Alcuni piccoli accorgimenti applicativi, fondamentali per una buona riuscita dell'intervento di rivestimento corticale

- Estendere la copertura del geocomposito antierosivo per almeno un metro oltre la nicchia sommitale, in modo da evitare possibili regressioni a monte dell'erosione, curando risolto sommitale e corretta stesa della fune ed infissione della barra





Alcuni piccoli accorgimenti applicativi, fondamentali per una buona riuscita dell'intervento di rivestimento corticale



- Curare l'estensione del sistema antierosivo anche oltre il termine del versante, proteggendo per almeno 1 metro il piede, in modo da evitare possibili erosioni scalzanti.
- Curare il posizionamento della fune di valle, in aderenza e con l'ideale picchettatura, verificandone periodicamente, se necessario, lo svuotamento dei materiali accumulati al piede.



Alcuni piccoli accorgimenti applicativi, fondamentali per una buona riuscita dell'intervento di rivestimento corticale



- Verificare l'aderenza completa fra il geocomposito ed il versante, sia nelle concavità che nelle convessità; in modo da evitare possibili aree di ruscellamento sottostante.
- Verificare che le funi siano in aderenza sempre, in modo che espletino la loro funzione di rinforzo attivo.



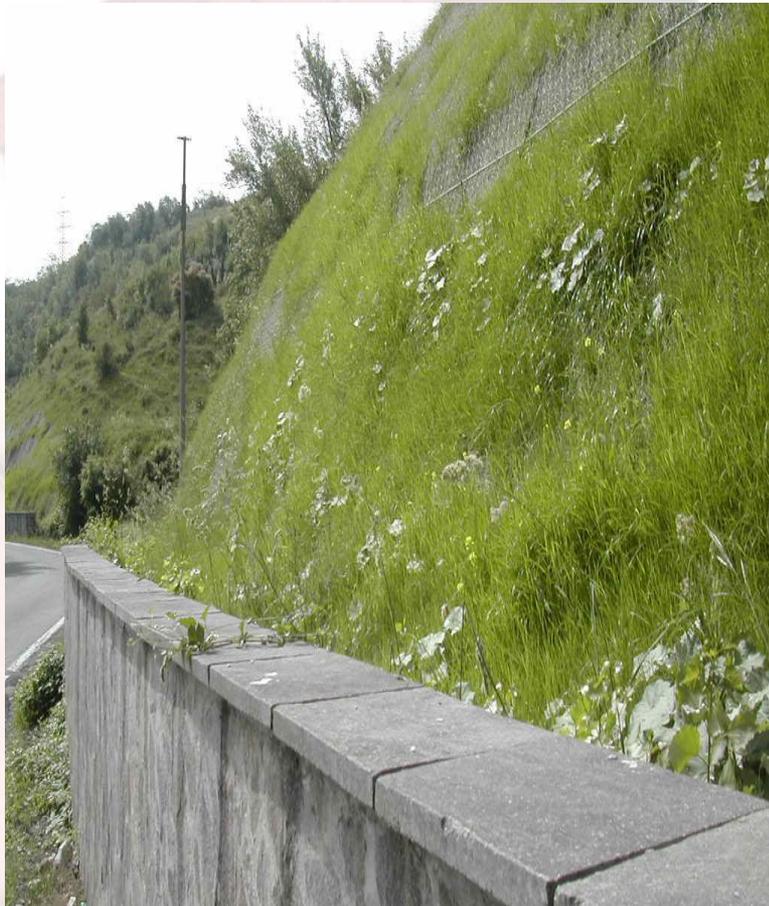
Alcuni piccoli accorgimenti applicativi, fondamentali per una buona riuscita dell'intervento di rivestimento corticale



- Per ottenere una migliore aderenza fra le funi ed il versante, valutare l'ipotesi di installare il golfaro in leggera depressione rispetto al piano di versante; in questo modo, a seguito della fase di tesatura, le funi saranno forzate ad aderire al versante.



Alcuni piccoli accorgimenti applicativi, fondamentali per una buona riuscita dell'intervento di rivestimento corticale



- Considerare che una buona rivegetazione del versante (ove possibile) consente di accrescere la resistenza all'erosione dell'opera; quindi valutare la possibilità di idrosemina o semina a spaglio con essenza autoctone.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Approcci metodologici errati



- Piede dell'opera non protetto; area di sicura criticità per future erosioni di scalzo



Approcci metodologici errati



- L'effettuare la posa degli ancoraggi al piano versante, e non in depressione, porta la testa dell'ancoraggio troppo elevata rispetto al piano versante;
- Le funi restano sospese (si noti l'ombra sotto le funi; se sono aderenti non si dovrebbe vedere l'ombra) e non svolgono la loro funzione di tesatura e trattenimento.



Approcci metodologici errati



- Rivestimento parziale del versante;
- Le aree laterali scoperte saranno linee erosive preferenziali, che, se non ripristinate e protette, porteranno con il tempo allo scalo dell'opera.



Approcci metodologici errati



- Legature errate (filo puntuale e non continuo);
- Assenza di sormonti fra i rotoli;
- Assenza di manutenzione dello svuotamento al piede;
- Aumento della trazione al piede sulla rete; l'assenza di corretta legatura e sormonti rende l'opera più debole con conseguente rottura.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

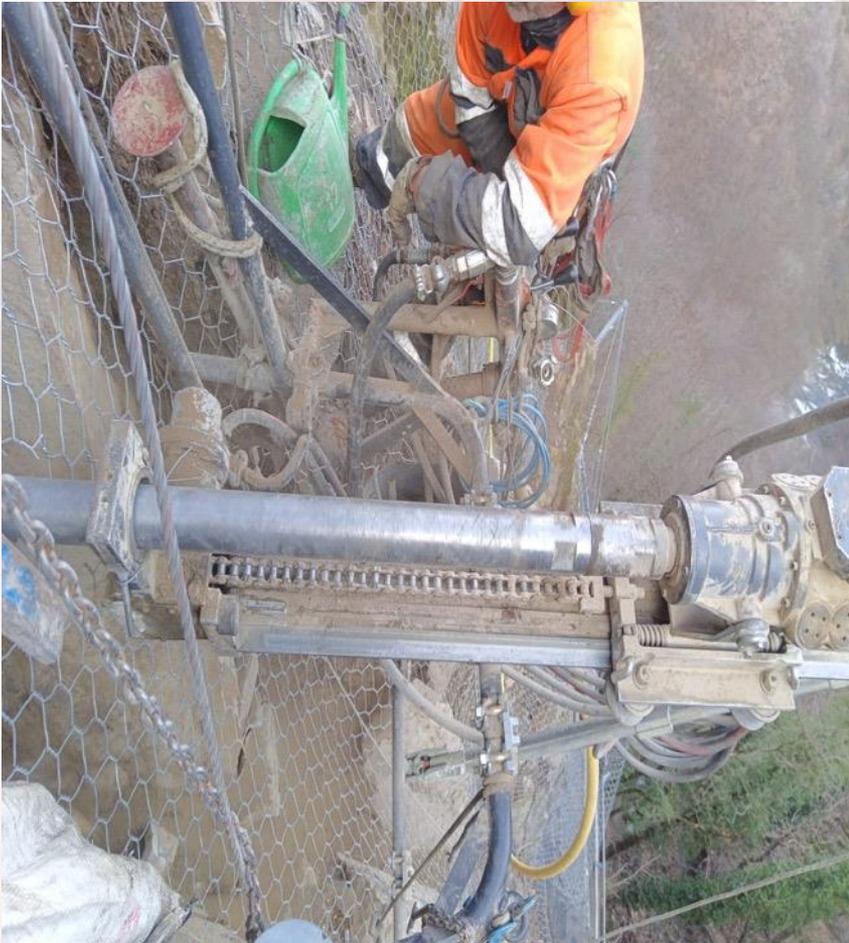
Rivestimento corticale ad alta resistenza (ArrFort)



- *NEL CASO LE ENERGIE SUPERINO LE NORMALI PRESTAZIONI DELLA RETE A DOPPIA TORSIONE E' ORA POSSIBILE UTILIZZARE NUOVO SISTEMA RINFORZATO SEMPLICE E/O GEOCOMPOSITO A RESISTENZA MAGGIORATA*



Rivestimento corticale ad alta resistenza (ArrFort)



Nuova tecnologia che aumenta le caratteristiche prestazionali rispetto alla classica rete esagonale a doppia torsione; resistenza a punzonamento 101 k N

Consente al progettista di ottenere prestazioni di resistenza fino al 50% superiori rispetto alla classica rete esagonale a doppia torsione; permettendo di estendere l'uso della rete a doppia torsione ad un ambito maggiore di applicazioni.



Rivestimento corticale ad alta resistenza (ArrFort)



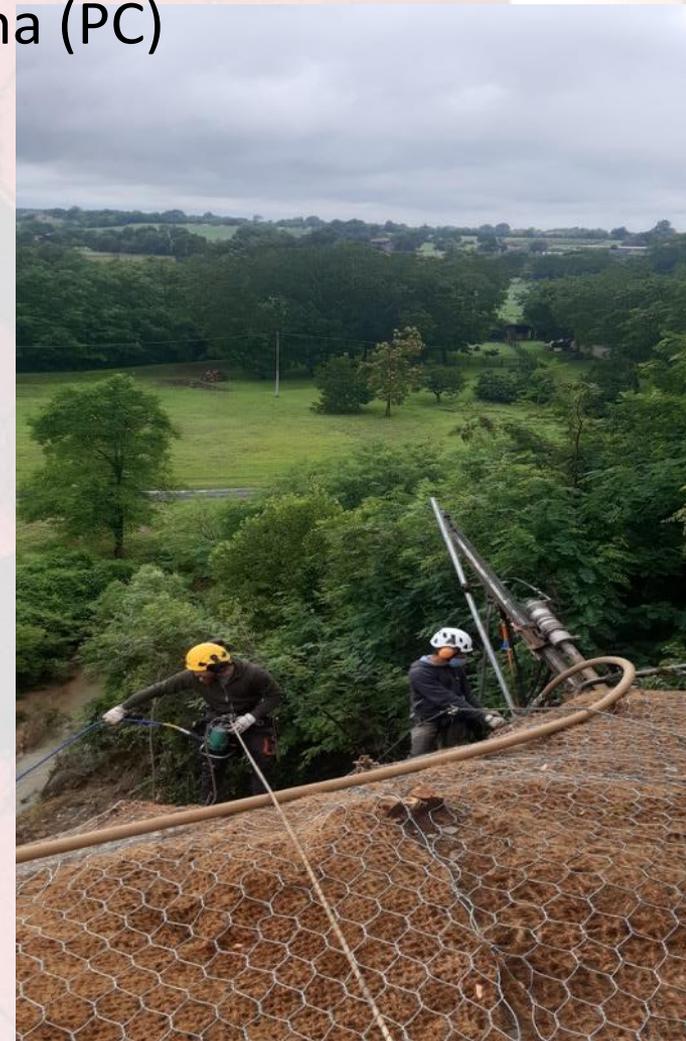
*Maglia 8x10, filo diametro 3,40 mm.
con filo di bordatura diam. 3,90 mm.,
rivestimento in lega ZnAl, marcatura
CE*

*Ambito sia come rete esagonale
paramassi, che come geocomposito
antierosivo combinato.*



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Rivestimento corticale preaccoppiato ad alta resistenza ArcoFort – Val d’Ongina (PC)





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Rivestimento corticale preaccoppiato ad alta resistenza ArcoFort – Val d'Ongina (PC)





La riduzione del rischio idrogeologico mediante l'impiego di trincee drenanti prefabbricate: breve considerazioni e studi comparativi





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

rispetto ai sistemi tradizionali

- ACCESSIBILITÀ IN OGNI CANTIERE
- MAGGIORE SICUREZZA
- MINORE MOVIMENTO TERRA
- MAGGIORE VELOCITÀ DI POSA
- GRANDE FACILITÀ DI MOVIMENTAZIONE
- RIDUZIONE EMISSIONI CO2
- MAGGIORE PRESTAZIONE





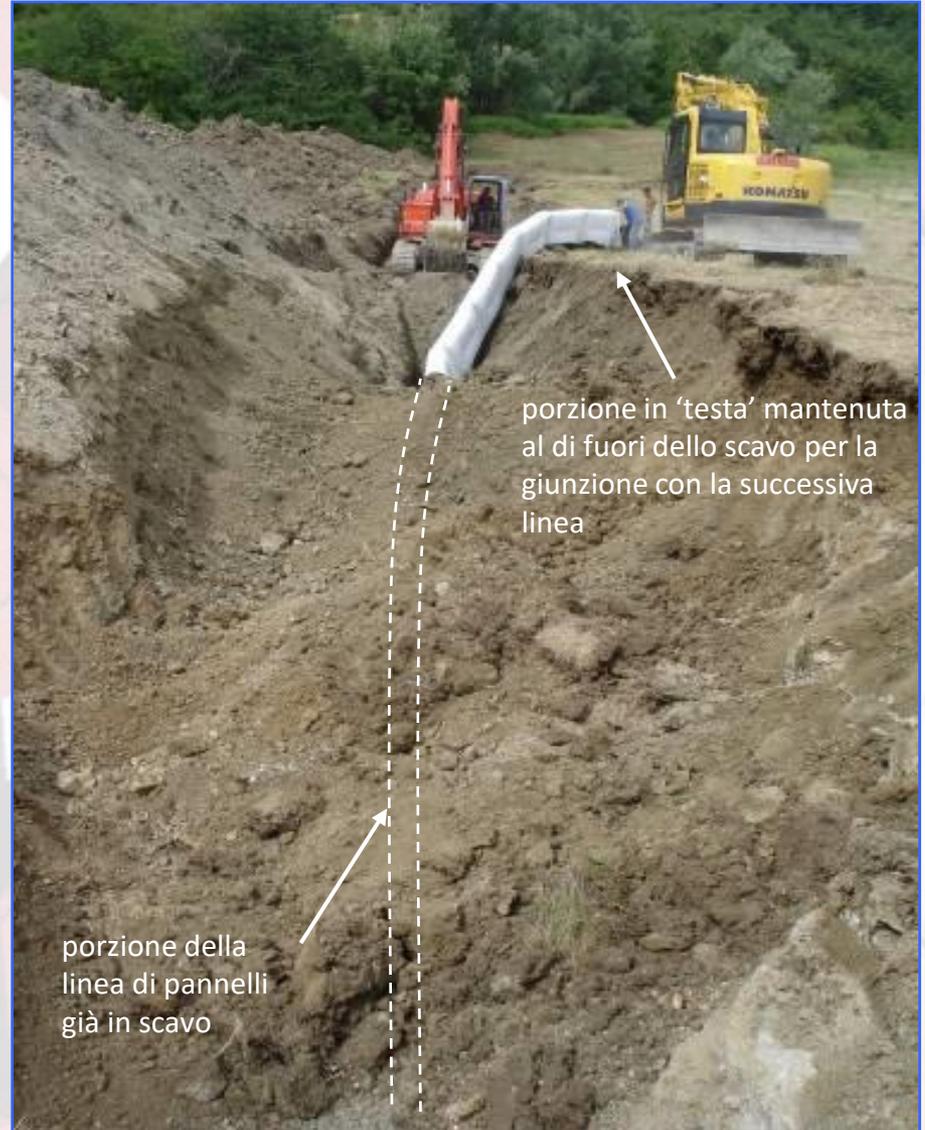
ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Vantaggi tecnici ed ambientali

- A parità di prestazione rispetto alla metodologia classica, riduzione di 2/3 circa dei tempi di posa, volumi di materiale, scavi, reinterri e trasporti;
- Riduzione delle emissioni di CO₂;
- Riduzione dei carichi transitanti;
- Alleggerimento delle aree in dissesto;
- Accessibilità anche in zone impervie grazie al ridottissimo peso;
- Sicurezza per le maestranze;
- Dimensionabilità del sistema;
- Contenimento dei;
- Aumento puntuale delle sezioni drenanti grazie alla tecnica dei camini.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia



porzione in 'testa' mantenuta
al di fuori dello scavo per la
giunzione con la successiva
linea

porzione della
linea di pannelli
già in scavo



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

CAMINI DRENANTI

- *Aumento della sezione drenante*
- *Maggior velocità del flusso di drenaggio*
 - *diminuzione del transitorio*
- *Valutazione in base al contesto geotecnico*





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

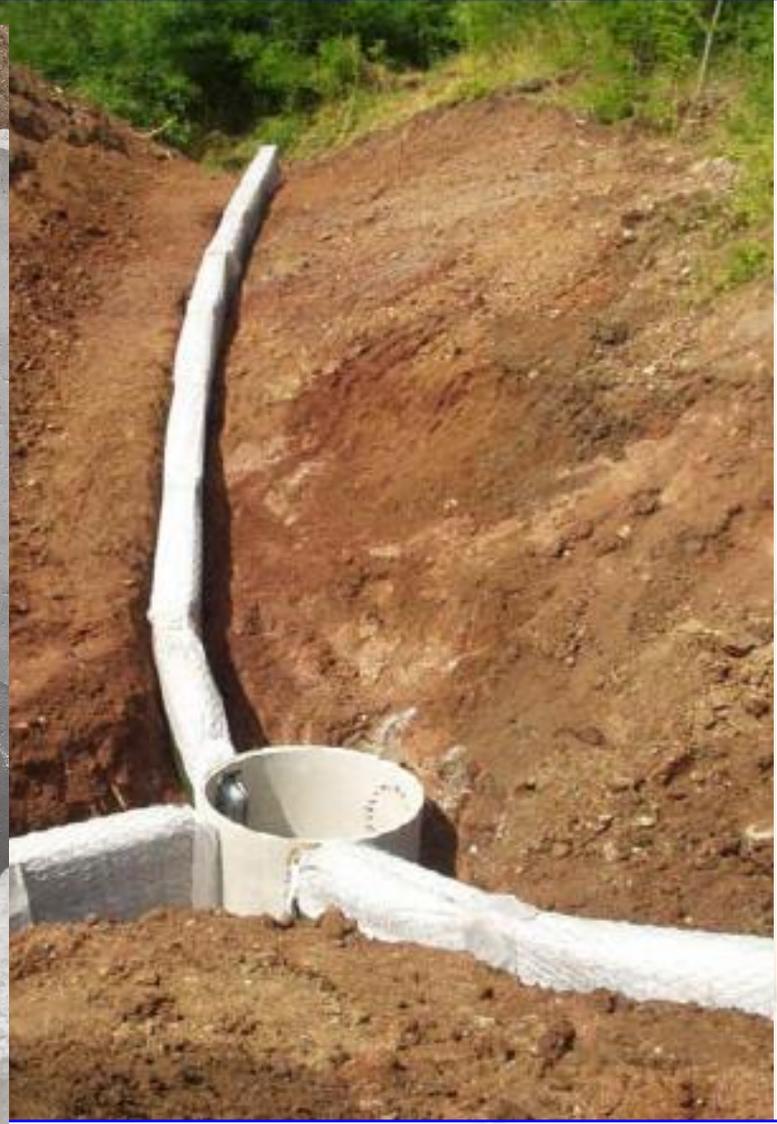
CAMINI DRENANTI





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

RACCOLTA – GESTIONE ACQUE





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

DRENAGGIO VERSANTE – SORI (GE)



DRENAGGIO DISSESTO MEZZANEGO (GE)





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

CINTURA DRENANTE IN SPAZI RISTRETTI A PROTEZIONE FONDAZIONI – PONTREMOLI (MS)





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

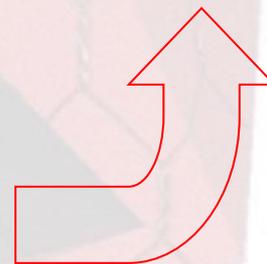
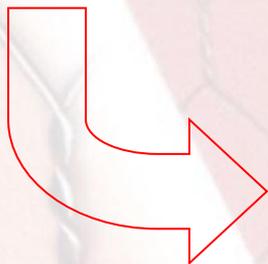
STABILIZZAZIONE DISSESTI IN AREE AGRICOLE DI PREGIO E DI DIFFICILE ACCESSO – RONCO SCRIVIA





APPLICAZIONI

DRENAGGI NEI CONSOLIDAMENTI DI CORPI STRADALI





APPLICAZIONI

DRENAGGI A TERGO GABBIONATE CHIODATE





APPLICAZIONI

DRENAGGI A TERGO MURI, OPERE DI SOSTEGNO





APPLICAZIONI

DRENAGGI A TERGO DI PALIFICATE





APPLICAZIONI

DRENAGGI A TERGO DI GABBIONATE E TERRE RINFORZATE





APPLICAZIONI PARTICOLARI

*ALLEGGERIMENTO E
DRENAGGIO DI MURI*





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Pannelli drenanti Drenar per la realizzazione di diaframmi drenanti a protezione dei rilevati arginali





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Pannelli drenanti Drenar per la realizzazione di diaframmi drenanti a protezione dei rilevati arginali





Pannelli drenanti Drenar per la realizzazione di diaframmi drenanti a protezione dei rilevati arginali





*Cantiere sperimentale di Pomarance (PI) in collaborazione con:
Unione Montana Alta Val di Cecina
Università Mediterranea di Reggio Calabria – Dip. Meccanica dei Materiali
Università di Bologna – Dip. Scienze della Terra e Geologico Ambientali*

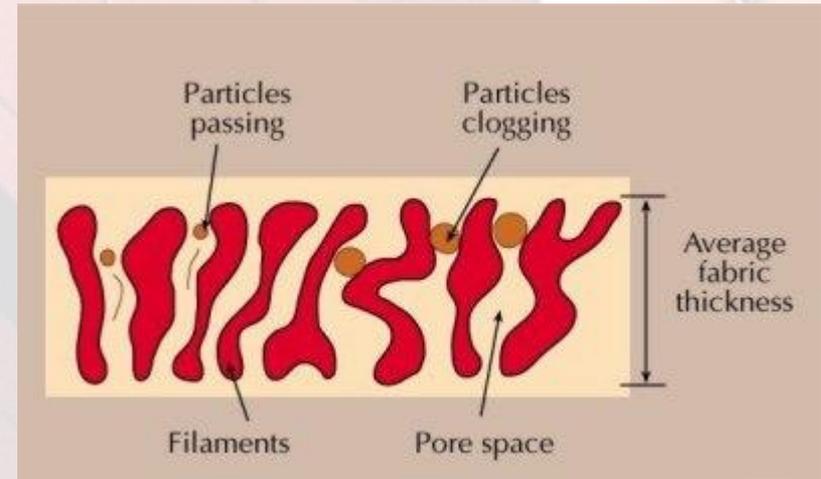
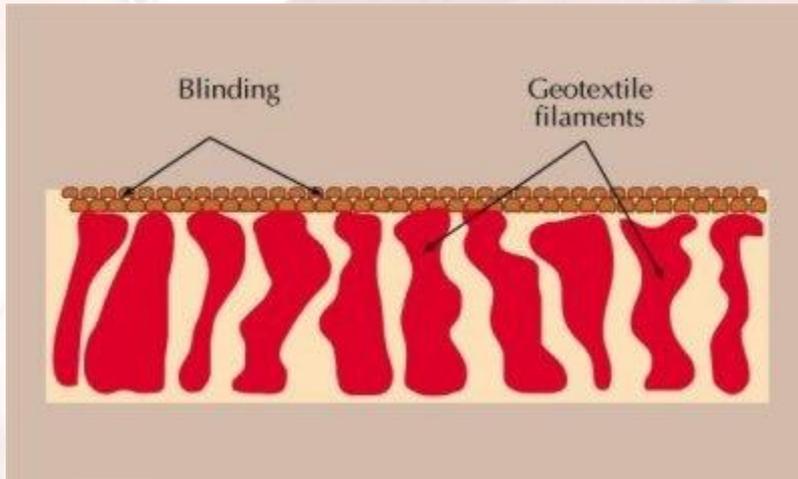
*Studio sperimentale dell'intasamento
nel tempo di due tipologie dei filtri di
geotessile applicati alle trincee drenanti prefabbricate a
pannelli*

*Risultati del monitoraggio a 5 anni dall'esecuzione delle
trincee*



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E SCELTA (PROGETTAZIONE) DEL GEOTESSUTO



TRATTENIMENTO DELLE PARTICELLE DEL TERRENO

GARANTIRE IL MAGGIOR AFFLUSSO DI ACQUA

COMPROMESSO TRA FILTRAZIONE DELL'ACQUA E TRATTENIMENTO
DELLE PARTICELLE

CRITERI FHWA (1998)

CRITERIO DI PERMEABILITA' $K_g > K_t$

CRITERIO DI RITENZIONE $0_{95\text{geotessile}} < D_{85\text{terreno}}$

CRITERIO DI RESISTENZA ALL'INTASAMENTO $0_{95\text{geotessile}} > D_{15\text{terreno}}$



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

GEOTESSILE TIPO 2
GEOTESSILE NONTESSUTO PER AGUGLIATURA A
STRUTTURA CAOTICA



GEOTESSILE TIPO 1
GEOTESSILE TESSUTO TRAMA/ORDITO
A MAGLIA APERTA



Filtrazione idrodinamica

Metodo CNR 145/92

GEOTESSILE TIPO 1

Tipologia del prodotto: geotessile tessuto per Farm. Dren. in trama/ordito da 300micron (2011)

Massa grezza nominale (μ) 232.3 gr/m²
 Provenienza del campione
 Data di prova: 17/11/2011
 Dimensione dei provini (diam.) 380 mm

Caratteristiche fisiche determinate sui provino quadrati (lato = 400 mm) prima della saggi circolari

	A	B	C	Valore medio
Massa grezza μ (gr/m ²)	238.4	202	256.6	232.3
Spessore sotto 2 kPa (mm)				

Risultati della prova di filtrazione:

Diametro dei grani corrispondente al 98% del terreno passante	d_{98} (μ m)	793
Diametro dei grani corrispondente al 95% del terreno passante, assunto come DIAMETRO D_f FILTRAZIONE	d_{95} (μ m)	723
Diametro dei grani corrispondente al 90% del terreno passante	d_{90} (μ m)	605
Percentuale di terreno inglobato nel geotessile	D (%)	1.1
Percentuale di terreno trattenuto sopra il geotessile	T (%)	21.9
Percentuale di terreno passante attraverso il geotessile	P (%)	77

GEOTESSILE TIPO 2

Tipologia del prodotto: tessuto non tessuto a trama caotica da 95micron (tipo Enkadrain o similari), prelevato in sito (2011)

Massa grezza nominale (μ) 412.6 gr/m²
 Provenienza del campione
 Data di prova: 24/11/2011
 Dimensione dei provini (diam.) 380 mm

Caratteristiche fisiche determinate sui provino quadrati (lato = 400 mm) prima della saggi circolari

	A	B	C	Valore medio
Massa grezza μ (gr/m ²)	322	551	364.7	412.6
Spessore sotto 2 kPa (mm)				

Risultati della prova di filtrazione:

Diametro dei grani corrispondente al 98% del terreno passante	d_{98} (μ m)	222
Diametro dei grani corrispondente al 95% del terreno passante, assunto come DIAMETRO D_f FILTRAZIONE	d_{95} (μ m)	181
Diametro dei grani corrispondente al 90% del terreno passante	d_{90} (μ m)	111
Percentuale di terreno inglobato nel geotessile	D (%)	7.3
Percentuale di terreno trattenuto sopra il geotessile	T (%)	52.3
Percentuale di terreno passante attraverso il geotessile	P (%)	40.4



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

*Cantiere sperimentale di Pomarance (PI)
in collaborazione con UMAVC e UNI RC*

CONCLUSIONI:

***INDICE DI CLOGGING PER IL TESSUTO DI TIPO 1
E' 7 VOLTE INFERIORE AL TESSUTO DI TIPO 2***

***INDICE DI BLINDING PER IL TESSUTO DI TIPO 1
E' 2,5 VOLTE INFERIORE AL TESSUTO DI TIPO 2***

PERCENTUALE DI TERRENO PASSANTE ATTRAVERSO IL TESSUTO

TIPO 1 – 77%

TIPO 2 – 40%



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

CONCLUSIONI:

UTILIZZO DI TESSUTO GEOTECNICO TIPO 1 NEL DRENAR:

***E' VEROSIMILE CHE I DATI SCATURITI DALLE ANALISI SIANO UNA
RAPRESENTAZIONE DI CIO' CHE AVVIENE NEI PRIMI MESI/SETTIMANE DI VITA
DELLE TRINCEE***

Si osserva un iniziale passaggio delle particelle più fini attraverso il tessuto (che non viene così intasato) e una asportazione delle stesse verso i pozzetti che avviene tramite trasporto all'interno delle trincee. Asportato il particolato all'interfaccia, che avrebbe potuto intasare il filtro esterno delle trincee, si osserva la stabilizzazione di un flusso idraulico privo di particelle in sospensione e una ottima funzionalità delle trincee drenanti



CONVENZIONE PER IL MONITORAGGIO SPERIMENTALE DEI CAMPI DI ANALISI
COMPARATIVA DELL'EFFICACIA DI TRINCEE
DRENANTI NELLA STABILIZZAZIONE DI PENDII



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Università di Bologna



DIPARTIMENTO di SCIENZE della TERRA e GEOLOGICO-AMBIENTALI



Responsabile
Alessandro Simoni

Responsabile
Lanfranco Zanolini

Studio comparativo a scala reale tra trincee drenanti tradizionali
e trincee drenanti prefabbricate con riempimento in polistirolo

Campo Sperimentale di Ozzola – Corte Brugnatella (PC) - ITALY

Attività di indagine e monitoraggio 2009/2014



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Campo sperimentale di Ozzola

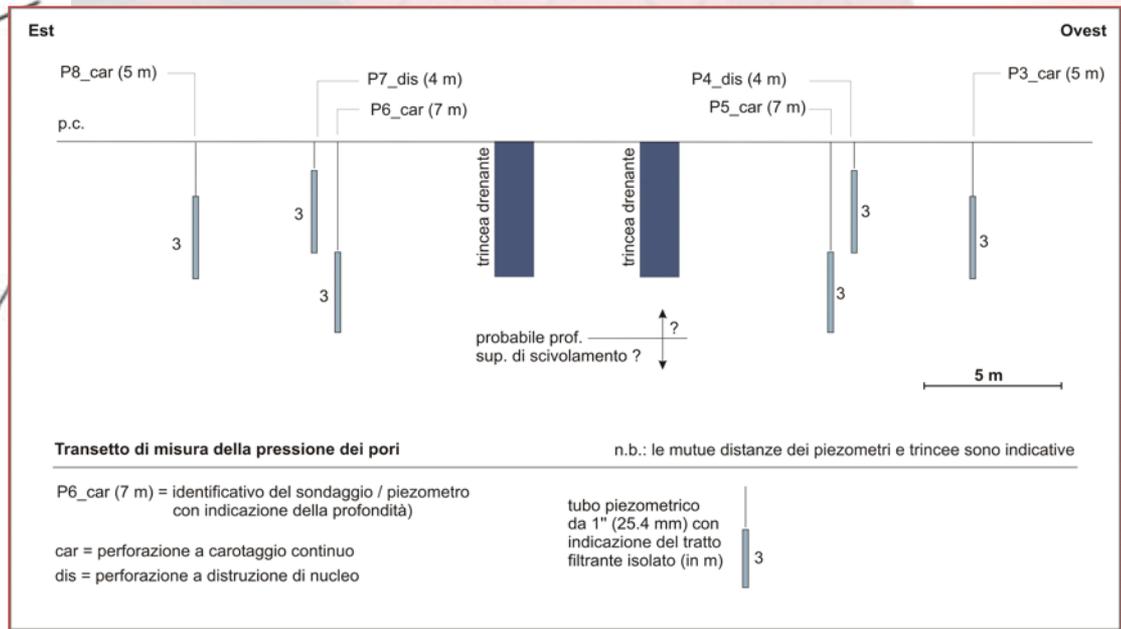
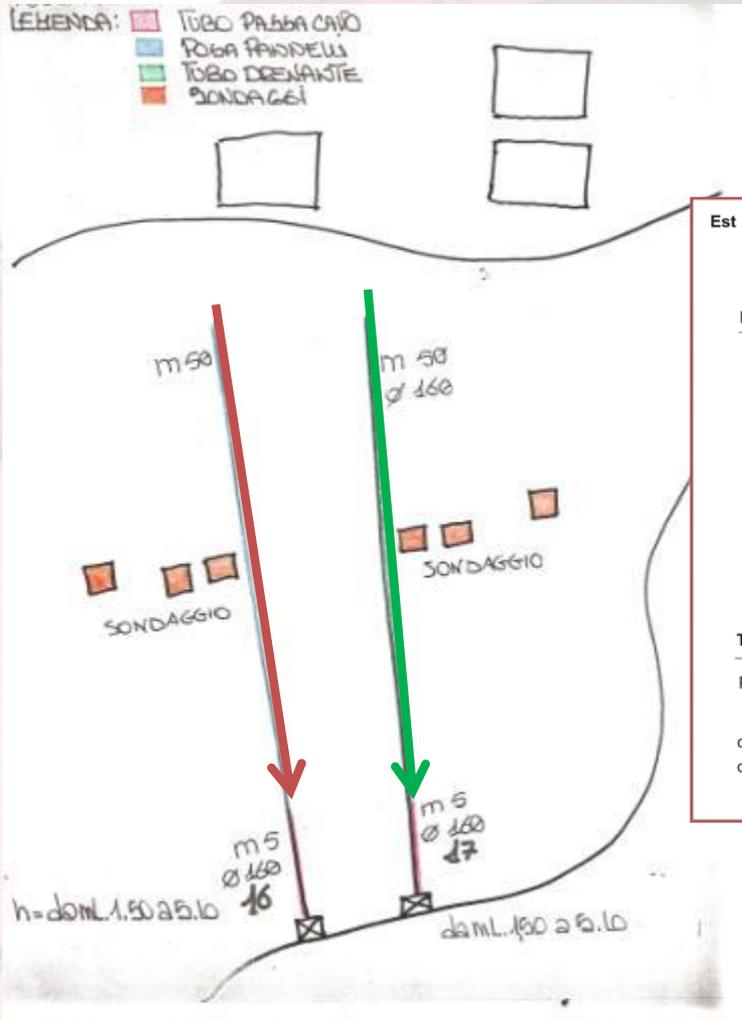




ordine degli ingegneri provincia di imperia

Campo sperimentale di Ozzola

- Installazione trincea gabbiodren agosto 2009
- Installazione trincea tradizionale settembre 2009
- Installazione stramazzi e misuratori di portata 1 ottobre 2009 – letture in continuo dal 04/10/09



Installazione piezometri e lettura sensori di pressione tipo Keller DCX-22 da settembre 2008

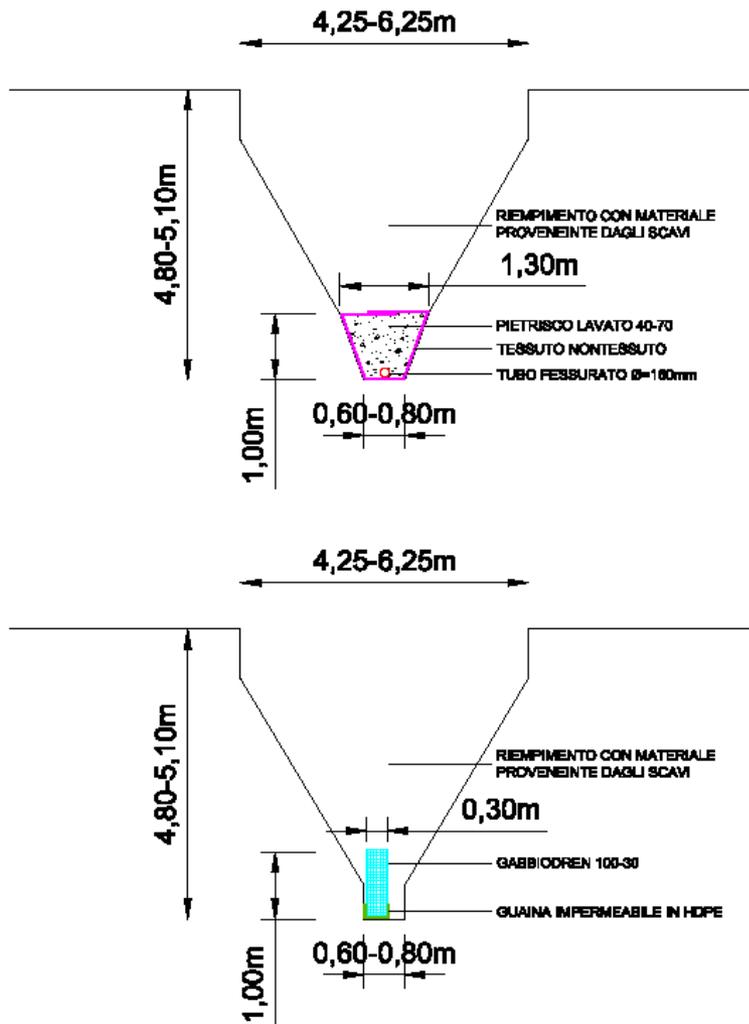


ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

INSTALLAZIONE CANTIERE PROVA

TRINCEA TRADIZIONALE
SEZIONE DRENANTE DEL
MANUFATTO 0,95 MQ

TRINCEA PANNELLI
DREANANTI
SEZIONE DRENANTE DEL
MANUFATTO 0,30 MQ





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

TRINCEA PANNELLI DRENANTI
SEZIONE DRENANTE DEL MANUFATTO
0,30 MQ



TRINCEA TRADIZIONALE
SEZIONE DRENANTE DEL MANUFATTO
0,95 MQ



COMPARAZIONE DELLE DUE TIPOLOGIE DI TRINCEE - AGOSTO 2009



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

EVIDENZE SPERIMENTALI

- le trincee contribuiscono a drenare un'aliquota significativa delle precipitazioni confermando il loro notevole impatto sul regime idrologico del versante confermando quindi la validità della tecnica negli interventi in frana e di consolidamento del versante
- La trincea tradizionale ha complessivamente drenato 2.990 MC (pari a 2.990.000 litri nel periodo agosto 2009 – giugno 2014)
- La trincea prefabbricata con riempimento in polistirolo ha complessivamente drenato 3.460 MC (pari a 3.460.000 litri nel periodo agosto 2009 – giugno 2014)



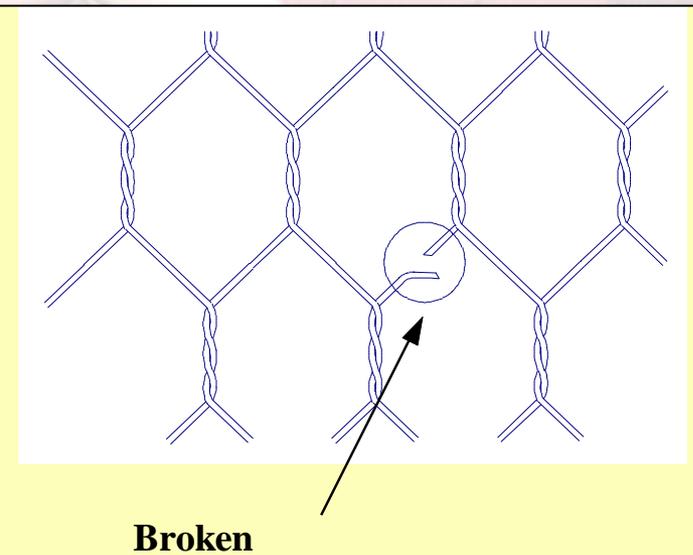
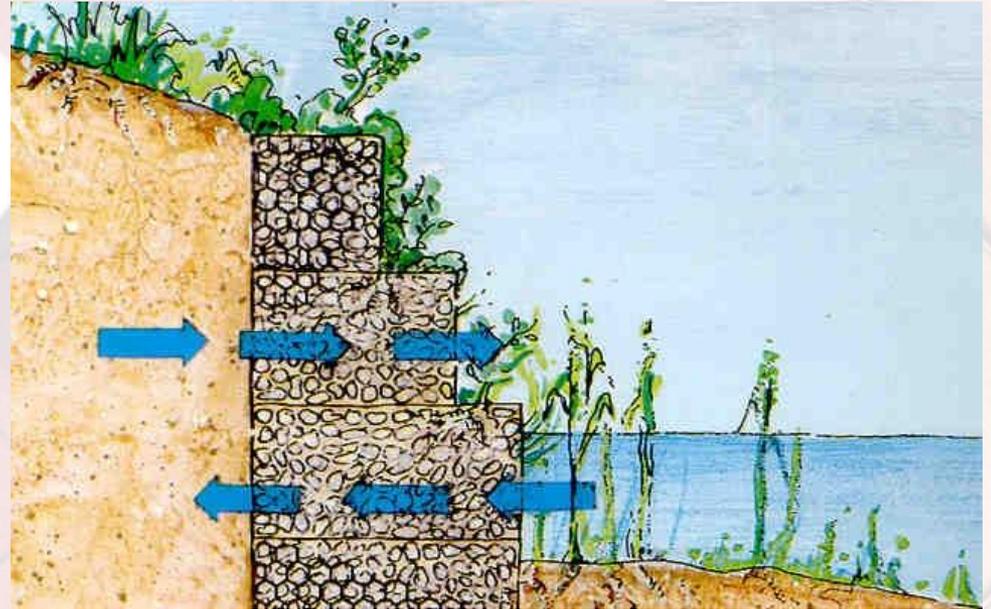
ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

**Opere di controripa o sottoscarpa, su versanti ed
ambiti idraulici con gabbionate, moduli prefabbricati
per terre rinforzate, materassi ed opere miste**



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opere strutturali in gabbioni





Opere strutturali in gabbioni a maglia esagonale doppia torsione

- Vantaggi:
- Elementi flessibili;
- Strutture permeabili che evitano il crearsi di pressioni idrauliche a tergo;
- La maglia esagonale favorisce la sedimentazione dei terreni;
- In caso di rotture puntuali, la doppia torsione evita la diffusione del danno all'interno della struttura;
- Sono opere ingegnerizzabili;
- Vita utile minima di queste strutture è normata;
- Opere a basso impatto ambientale



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opere strutturali in gabbioni





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opere strutturali in Biogabbioni a tasca vegetativa interna





Opere protezione di versante ed idraulica massicciata ferroviaria, Valenza Po (AL)



Messa in sicurezza idraulica e versante massicciata ferroviaria con tecniche miste (gabbioni, materassi, geocompositi Arco)



Opere strutturali in gabbioni a maglia esagonale doppia torsione – Possibili problemi

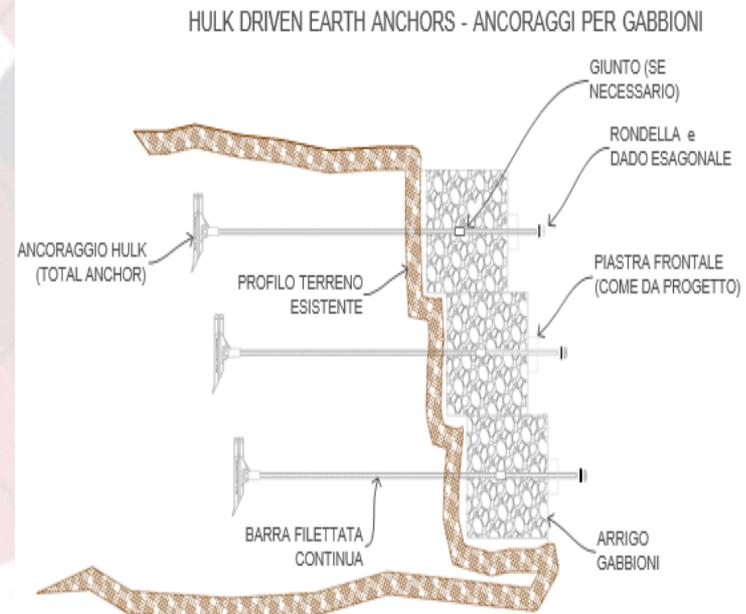
- Mancanza di sufficiente pietrame in situ;
- Spazi ed Accessibilità limitata;
- Costi da contenere;

In questi casi si può valutare l'opera ibrida Gabbioni Tirantati:

- Aumento del coefficiente di sicurezza senza aumentare i volumi;
- Riduzione di costi, movimentazioni e tempi;
- E' dimensionabile;
- Si tratta di un Nail Gabion.



Opera mista Gabbioni Tirantati tipo Hulk



PROCEDURA D'INSTALLAZIONE:

1. PREPARE SCARPATA/TERRAZZAMENTO
2. ANCORAGGI HULK A TRAZIONE E BLOCCAGGIO DEL CARICO
3. POSIZIONARE I GABBIONI E RIEMPIRI PER METÀ CON LA ROCCIA
4. INSTALLARE TUTTE LE BARRE FILETTATE I PASSANTI, LA RONDELLA E IL DADO
5. RIEMPIRE COMPLETAMENTE IL GABBIONE CON LA PIETRA SECONDO DIMENSIONI TIPICHE
6. AVVITARE IL DADO COME RICHIESTO



Opera mista Gabbioni Tirantati tipo Hulk – ricostruzione muretti a secco Cinque Terre





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

PRODOTTO - SISTEMA

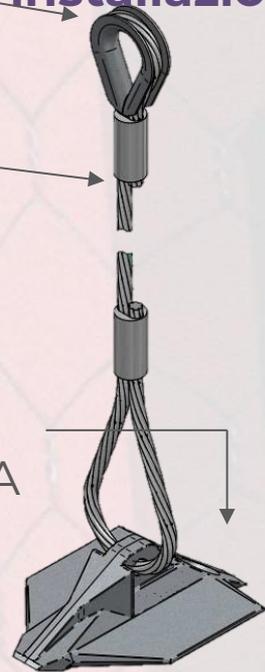
CON CAVO
piccole
installazioni

OCCHIELLO

CAV
O

FORO PER
INSERIMENTO ASTA
DI INFISSIONE

TESTA
RECRINABILE



CON BARRA
Installazioni più
profonde

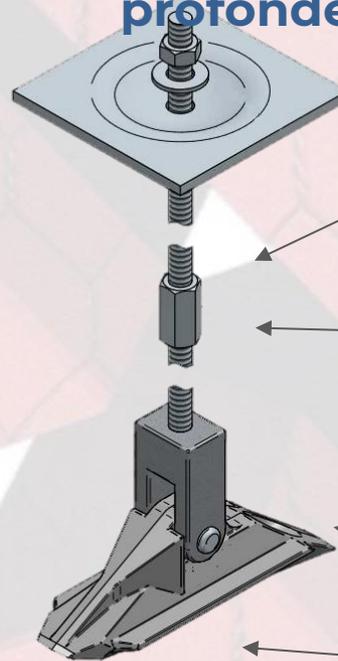
PIATTO DI
CHIUSURA

BARRA FILETTATA

GIUNZIONE SE
NECESSARIA

FORO PER
INSERIMENTO ASTA
DI INFISSIONE

TESTA
RECRINABILE





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

CAPACITA' DI TENUTA



	SPT (N)	HULK H50	HULK H80	HULK H110	HULK HG100	HULK HG180	HULK HG320
Massimo carico di rottura	N/A	45kN	45kN	45kN	280kN	280kN	280kN
Sabbie molto dense/cementate; ghiaia grossolana e ciottoli.	60+	45kN (1,3)	45kN (1,3)	45kN (1,3)	140-280kN (1,3)	N/A (5)	N/A (5)
Sabbie fitte fini compatte; Limi molto duri o argille.	45-60	27-45kN (2,3,4)	45kN (2,3)	45kN (2,3)	105-140kN (2,4)	170-280kN (1,3,4)	201-280kN (1,3)
Argille dense, sabbie e ghiaie; Limi e argille dure	35-50	18-27kN (4)	24-36kN (4)	45kN (2,3)	75-100kN (2,4)	113-170kN (2,4)	160-201kN (2,3,4)
Ghiaia sabbiosa di media densità; Limi e argille da rigidi a duri.	24-40	13-18kN (4)	18-22kN (4)	23-30kN (4)	60-90kN (4)	85-95kN (2,4)	121-170kN (2,4)
Sabbia grossolana mediamente densa e ghiaia sabbiosa; Limi e argille da rigidi a molto rigidi.	14-25	9-13kN (4)	14-18kN (4)	18-23kN (4)	45-60kN (4)	40-95kN (4)	90-121kN (4)
Sabbia da sciolta a mediamente densa, da fine a grossolana; Argille e limi da compatti a rigidi.	7-14	7-11kN (4)	9-16kN (4)	13-20kN (4)	35-50kN (4)	47-71kN (4)	70-90kN (4)
Sabbia fine e sciolta; depositi alluvionali, Argille molli; sabbia limosa fine e satura	4-8	4-7kN (4,6)	6-10kN (4,6)	8-13kN (4,6)	25-40kN (4,6)	38-56kN (4,6)	45-70kN (4,6)

- 1) Foro campione per un'installazione efficiente.
- 2) La facilità dell'installazione può essere migliorata praticando un foro pilota
- 3) Capacità di tenuta limitata dalla resistenza massima degli ancoraggi
- 4) Capacità di tenuta limitata dalla struttura del suolo.
- 5) Non consigliata in questi suoli.
- 6) le differenti proprietà del suolo riducono l'accuratezza della previsione. Si consiglia il test su campo pre-costruzione.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

RETI





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

ERRATA



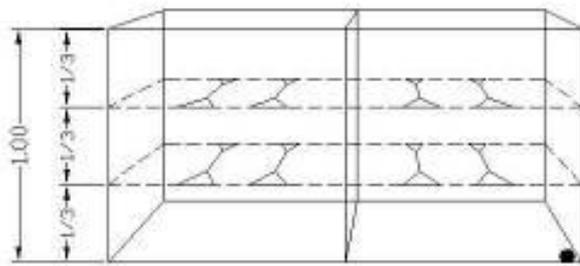
CORRETTA



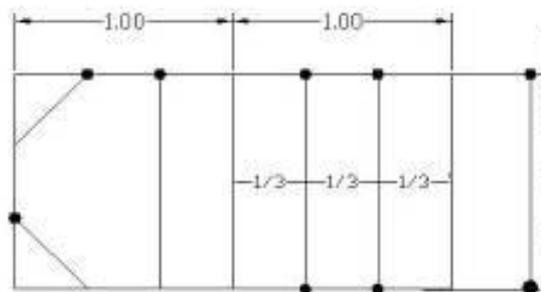
LEGATURE DELLA STRUTTURA



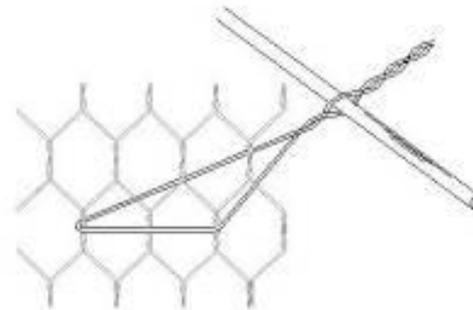
CARATTERISTICHE TIRANTI INTERNI



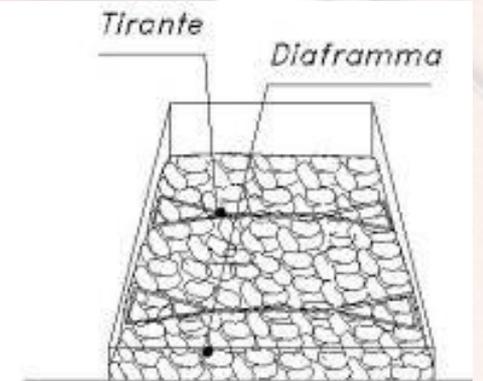
Vista di fronte



Vista dall'alto



MODALITA' DI
TESATURA DEI
TIRANTI



CABIGLIONE AL TERMINE DELLA POSA E
TIRANTI



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

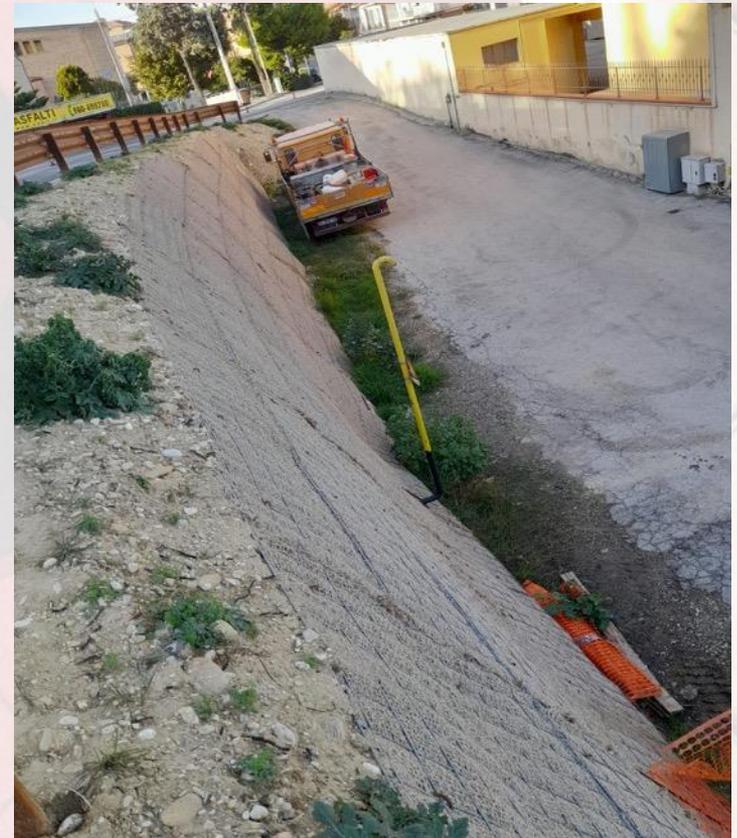
Terre rinforzate prefabbricate a paramento inclinato tipo ArrTerr - Vantaggi

- Ridottissimo creep;
- Elementi già preassemblati;
- Maggiore velocità = Riduzione di circa 2/3 dei tempi di posa;
- Riduzione di circa 2/3 dei trasporti;
- Riduzione di circa 2/3 dei rischi per le maestranze;
- Riduzione del rischio di errore durante le fasi di lavorazione;
- Sagomatura ed elementi corrispondenti a quanto previsto dai progettisti;
- Il Dente d'appoggio aumenta la resistenza a scivolamento dei conci superiori e consente di lavorare non a sbalzo;
- Migliore risultato estetico grazie a geometrie ben definite



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Terre rinforzate prefabbricate per consolidamento sottoscampa stradale – La Spezia





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Terre rinforzate prefabbricate a paramento inclinato prefabbricato, importanza della chiusura angolare



Rilevati in terre rinforzate preassemblate ArrTerr: consolidamenti sottoscarpa
– Sestola Monte Cimone (MO) e Villafranca in Lunigiana (MS)



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Terre rinforzate prefabbricate ArrTerr dune bifacciali antisivio e vallo, Vado Ligure





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Terre rinforzate prefabbricate a paramento inclinato, importanza dente di appoggio e drenaggio a tergo



Rilevato arginale combinato terre rinforzate ArrTerr con nuovo dente di sicurezza per sormonto e trincea drenante prefabbricata a tergo





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia



MATERIALI DI RIEMPIMENTO NON IDONEI

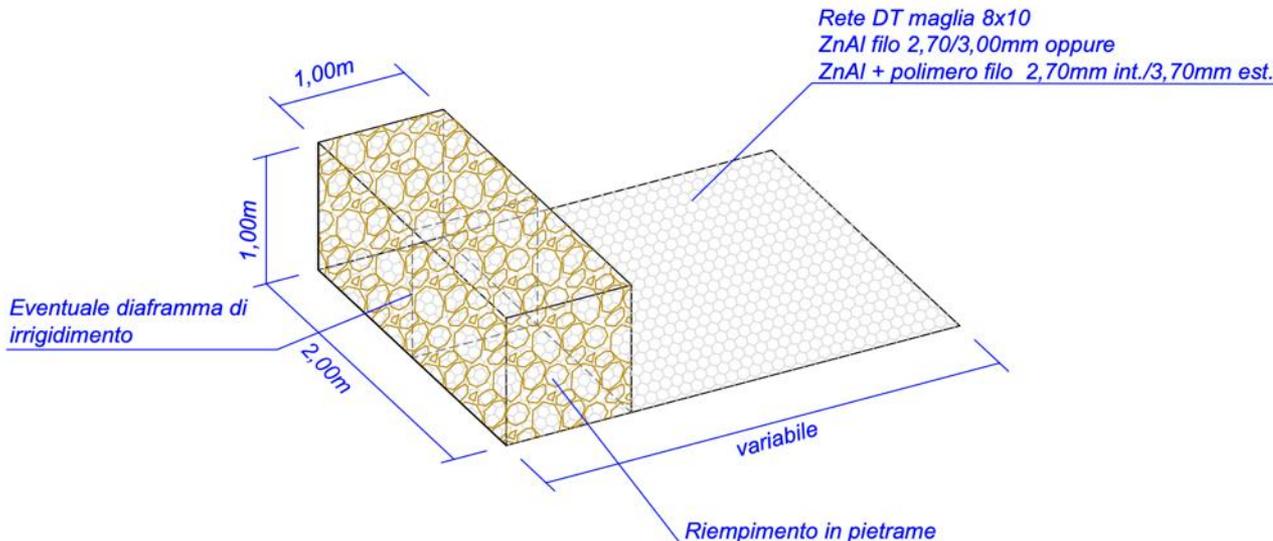


ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Terre rinforzate preassemblate a paramento litoide verticale ArrSytem – Comano (MS)

Esistono sistemi preassemblati di terre rinforzate “miste” (che unisce le caratteristiche dei gabbioni in rete metallica esagonale e quella delle terre rinforzate preassemblato a paramento inclinato).

Il sistema è costituito da una struttura frontale a gabbione (riempita con pietrame) a paramento verticale in rete metallica a doppia torsione, preassemblata con un elemento planare di rinforzo avente le medesime caratteristiche.





Terre rinforzate preassemblate a paramento litoide verticale ArrSytem – Comano (MS)

PRINCIPALI VANTAGGI APPLICATIVI:

- 1. La verticalità del gabbione frontale consente di ridurre gli ingombri;*
- 2. Il gabbione frontale consente di svolgere una buona azione drenante grazie alla presenza del pietrame;*
- 3. La presenza del gabbione frontale consente di trattenere il terreno posto a tergo come riempimento del rilevato, senza necessitare di idrosemina o rinverdimento dell'opera (nel caso si può prevedere di inserire delle tasche vegetative o delle talee nel gabbione);*
- 4. Essendo un sistema preassemblato, consente di ridurre i tempi, i costi ed i rischi di messa in opera;*
- 5. Il sistema viene fornito presagomato in base alle esigenze di progetto;*
- 6. La modularità geometrica del sistema, lo rende idoneo anche alla realizzazione di opere miste con altre tecniche;*
- 7. La conformità rispetto alla Linea Guida Cons. Sup. LL.PP. 69/2013 e marcature CE.*



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Terre rinforzate preassemblate a paramento litoide verticale ArrSytem





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opera ibrida ripristino frana di sottoscarpa stradale e protezione idraulica



Rilevati misti in terre rinforzate preassemblate ArrTerr e gabbioni – Ponte alle Armi (SI):



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Esempi applicativi sistemi difesa suolo a basso impatto



Sistemazione alveo e versante Rio Marotto – Sestri Ponente Genova; tecniche combinate a basso impatto: gabbioni, terre rinforzate preassemblate ArrTerr, e pannelli drenanti Drenar



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Esempi applicativi sistemi difesa suolo a basso impatto





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opere miste - esempi





Opera mista consolidamento controripa a basso impatto



Messa in sicurezza versante in controripa stradale, in area vincolata, con utilizzo di Gabbioni Verdi, Geocompositi rete+cocco (Arco), gabbionate e muro rivestito in pietrame



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opera mista in frana d'alveo – Villafranca in Lunigiana – Piena del Magra 2014





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opera mista in frana d'alveo – Villafranca in Lunigiana – Piena del Magra 2014





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opera mista in frana d'alveo – Villafranca in Lunigiana – Piena del Magra 2014





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opera mista in frana d'alveo – Villafranca in Lunigiana – Piena del Magra 2014





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Valutazione applicativa di opere in rete metallica a doppia torsione in ambito idraulico: cenni sui limiti d'uso e considerazioni di approccio



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

ASPETTI DA VALUTARE:

- 1. *Trasporto solido ed abrasione;***
- 2. *Trascinamento;***
- 3. *Punzonamento;***
- 4. *Velocità critica e velocità limite;***
- 5. *Accessibilità di cantiere e reperibilità del pietrame;***
- 6. *Eventuale integrazione con materiali di rivestimento (gavete);***
- 7. *Vita utile presunta del materiale (ai sensi delle Linee Guida Cons. Sup. LL.PP. 69/2013, i sistemi in rete metallica a doppia torsione, se applicati secondo prescrizioni normative, devono garantire vita utile presunta non inferiore a 120 anni);***
- 8. *Impatto ambientale ed economico.***



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

OPERE LONGITUDINALI

VELOCITA' DELLA CORRENTE



fino 2 - 3 m/sec.

fino 3,5 - 5,5 m/sec.

fino 6 - 8 m/sec.



**RIVESTIMENTI LEGGERI
CON GEOCOMPOSITI
E RINVERDIMENTO**

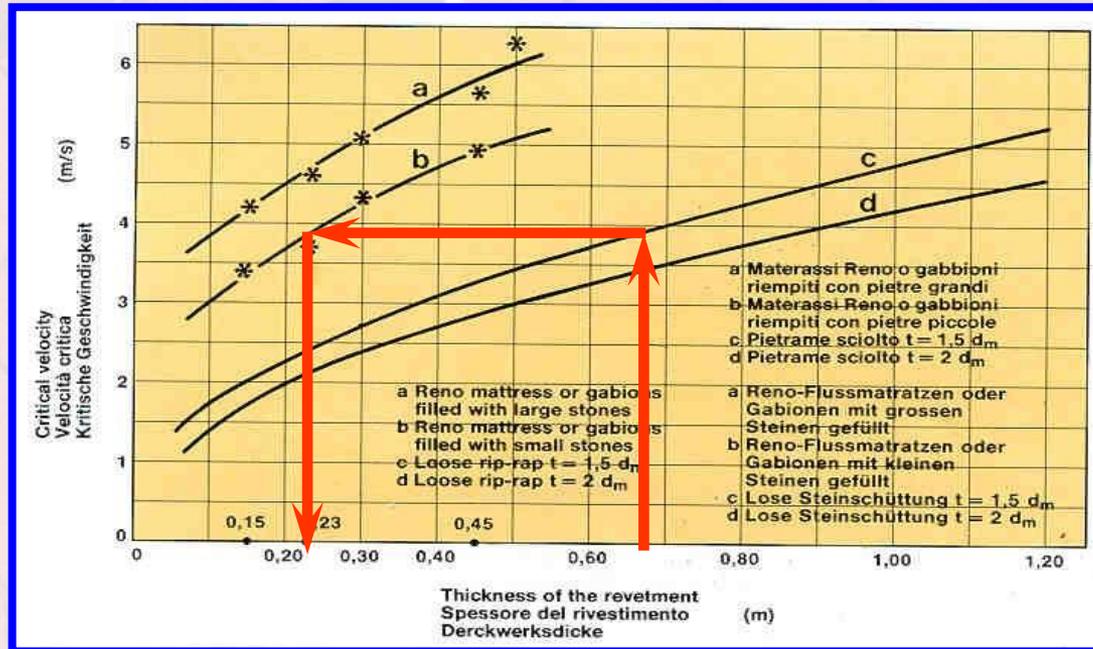
**RIVESTIMENTI CON
MATERASSI RENO O
MATERASSI RINVERDIBILI**

**OPERE DI SOSTEGNO E
PROTEZIONE CON GABBIONI
O GABBIONI RINVERDITI**



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

CONFRONTO TRA PIETREME SCIOLTO, MATERASSI METALLICI E GABBIONI



Tratto da "Strutture flessibili in gabbioni e materassi nelle aste torrentizie e fluviali, Agostini et al., 1988)

- A parità di spessore del rivestimento il materiale contenuto dalla rete metallica è in grado di mobilitare una resistenza al trascinamento maggiore rispetto al pietrame sciolto
- La condizione di primo movimento nel pietrame sciolto è la condizione limite oltre la quale può avvenire la dinamica erosiva



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opere protezione idraulica miste con Gabbioni

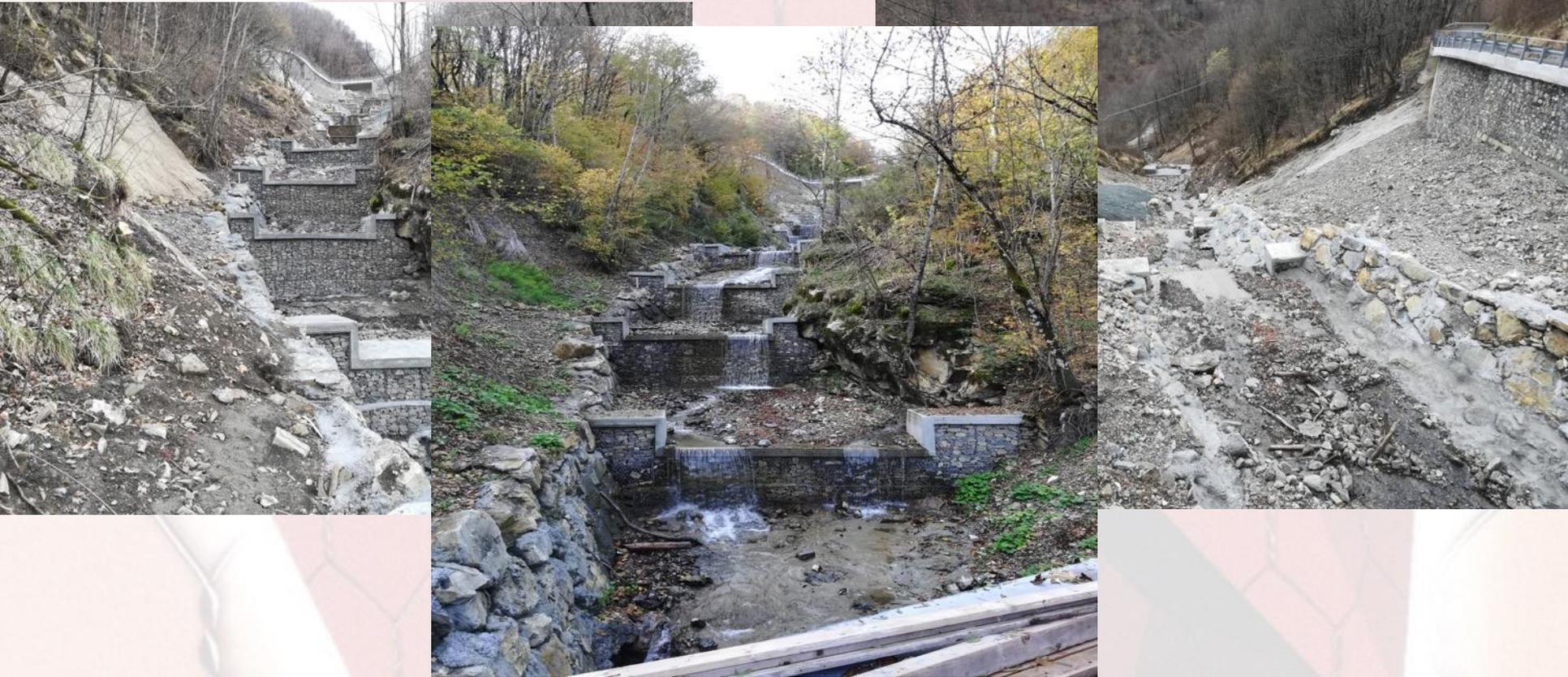


Messa in sicurezza idraulica e versanti con tecniche miste (gabbioni, materassi, geocompositi Arco, scogliere, palificate doppia e briglia selettiva) – Comune di Genova – Rivi Via Montelungo, zona Struppa



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opere protezione idraulica miste con Gabbioni



Messa in sicurezza idraulica e versanti con tecniche miste (briglie in gabbioni con gaveta e scogliere) – Rio Noce – Propata (GE)



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opere protezione idraulica miste con Gabbioni

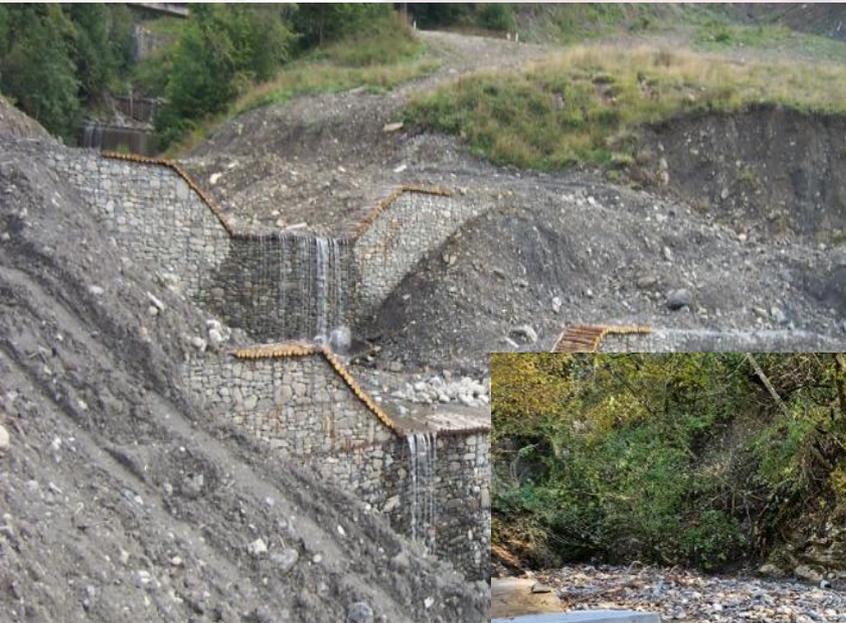


Messa in sicurezza idraulica e versante con briglie, soglie e spalle in gabbioni – Comune di San Colombano Certenoli – Caruggio Vignale



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Valutazione della gaveta





Protezione idraulica con pennelli in gabbioni

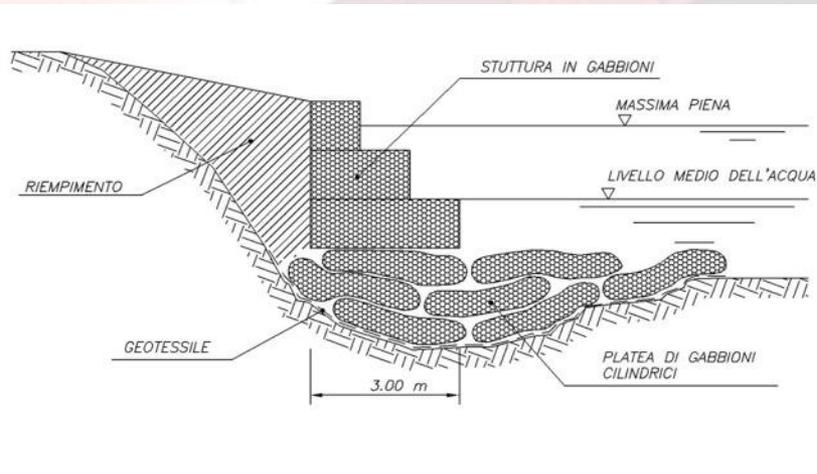


Messa in sicurezza idraulica con pennelli – foto dx Torrente Baganza, loc. Castellaro di Sala Baganza (PR)



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Burghe per protezioni idrauliche longitudinali, trasversali, sostegni di versanti e berme



- Velocità di esecuzione;
- Risposta elastica alle sollecitazioni;
- Economicità;
- Drenante;
- Capacità di interazione con altre opere strutturali;
- Trattenimento dei limi e terreni con più rapida rinaturazione;
- Dimensionabile;
- Eccellente anche in funzione di piede antiscivolo.





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Burghe per protezioni idrauliche longitudinali, trasversali, sostegni di versanti e berme



- Protezione longitudinale Fiume Scrivia (AL);
- Sostegno rilevato arginale con burghe in verticale – Fiume Arda (PC);
- Pennello idraulico (Ponte della Becca – Pavia)





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Burghe per piede antiscalzo di gabbioni in difesa spondale – Cattolica (RN)

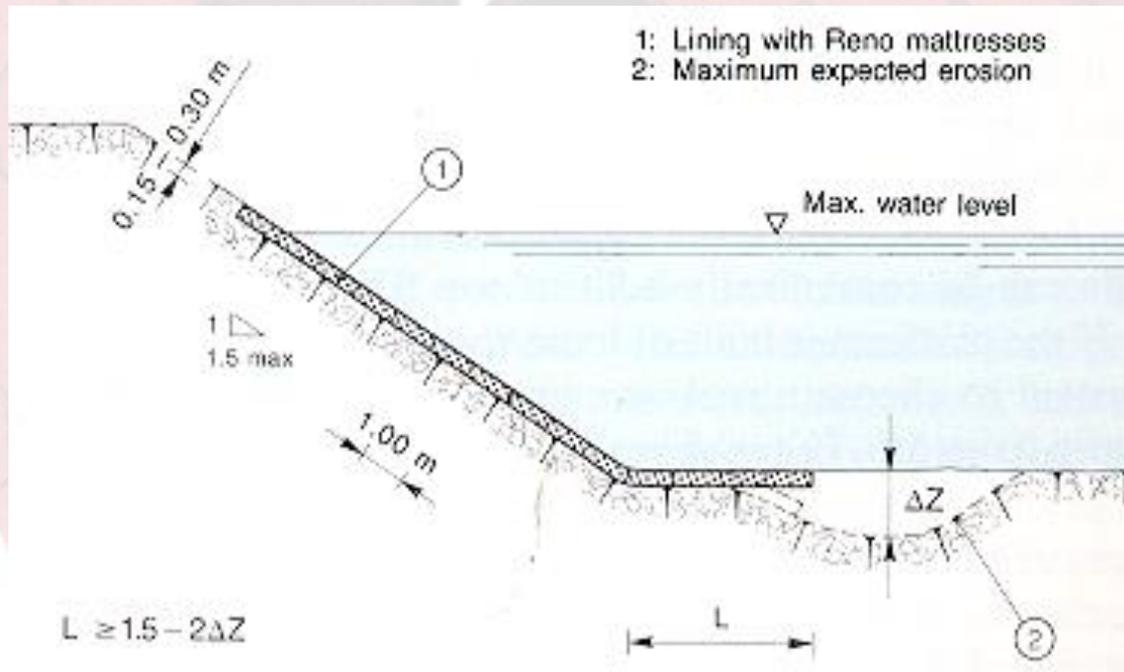




ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

RIVESTIMENTI IDRAULICI CON MATERASSI METALLICI

Vengono impiegati quando è necessario impedire solo l'erosione del terreno. I rivestimenti con materassi hanno uno spessore variabile tra 0.23 e 0.30 m.



Una protezione ottimale del piede del rivestimento si ottiene estendendolo per una lunghezza di 1.5-2 volte la profondità di erosione prevista in alveo.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Materassi metallici semplici o con geocompositi per protezione antiersiva arginale o di rilevati, vasche di laminazione



- Vantaggi:
- Non necessitano di sbancamenti voluminosi;
- Flessibilità antiersiva elevata;
- Capacità di filtrazione idraulica;
- Trattenimento delle matrici fini per rapida rinaturazione;
- Costi contenuti;
- Dimensionabile;
- Eccellente anche in funzione di piede antiscivolo:
- Capacità di interazione con altre tecniche.
- Riutilizzo del terreno di scotico per copertura ed antitaglio.



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Materassi metallici semplici o con geocompositi per protezione antierosiva arginale o di rilevati, vasche di laminazione





Opere di protezione arginale idraulica bacini con materassi



Unione Montana del Territorio
Biellese Orientale
REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI BIELLA
Comuni di VALDILANA e VALLANZENGO

**REALIZZAZIONE DI UN INVASO ARTIFICIALE
CONNESSO AL POTENZIAMENTO
DELL'INNEVAMENTO ARTIFICIALE DEL
COMPRESORIO SCIISTICO DELL'AREA
BIELMONTE - OASI ZEGNA**
C.I.G. 8184139527 - C.U.P. D75H18000340009

COMMITTENTE: Unione Montana dei Comuni
del Biellese Orientale
Via Rossetti 1, 13866 Casapinta (BI)

PROGETTISTA
COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI
PROGETTAZIONE
Ing. Franco Girardo
Corso Nizza 67/A, 12100 Cuneo (CN)
franco@feranegraudio.com - 0171/480247

GEOLOGO Massimo Gobbi
GEOLOGO Mattia Bianchi
Reg. Casolo 1, 13011 Borgosesia (VC)
info@green-geo.it - 0163/209163

RESPONSABILE DEI LAVORI
Geom. Alessia Pozza - Unione Montana dei Comuni del Biellese Orientale
Via Rossetti 1, 13866 Casapinta (BI)
tecnica@unionebielleseorientale.it - 015/737773

DIRETTORE DEI LAVORI
COORDINATORE SICUREZZA IN FASE DI ESECUZIONE
Ing. Claudio Francione
Via Umberto I 63, 13019 Varallo (VC)
claudio.francione@gmail.com

DIRETTORE DI CANTIERE
Geom. Marco Carlucci c/o Defabiani S.r.l.
info@impressedefabiani.it

DATA INIZIO LAVORI: Aprile 2021
DURATA LAVORI PRESUNTA: 90 gg
TOTALE IMPORTO DEI LAVORI INCLUSA IVA: 760.509,05 €
DI CUI ONERI PER LA SICUREZZA: 14.000,00 €

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI IMPRESE:

Defabiani
Impresa Defabiani S.r.l.
Via S. Silvia 1, Friz. Roccapiotra
13018 Varallo (VC)
info@impressedefabiani.it - 0163/54201

F.lli Paoletto
Impresa Paoletto F.lli S.r.l.
Via Mazzini, 127
13835 - Valdilana (BI)
paolettofo@gmail.com - 015/737215

DEMACLENKO
Demaclenko It S.r.l.
Via Gabriel Leitner, 1
39049 - Vipiteno (BZ)
sales.italy@demaclenko.com - 0472/061601



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opera integrata in materassi, massi e calcestruzzo per vasca di laminazione



*Vasca di laminazione per messa in sicurezza idraulica Rio Rezza –
Lavagna (GE)*



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opera integrata in materassi, massi e calcestruzzo per vasca di laminazione

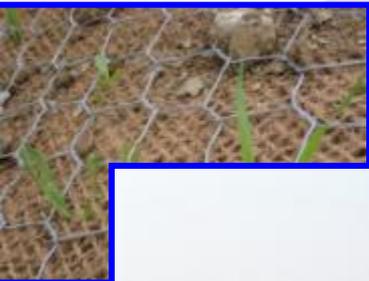


*Vasca di laminazione per messa in sicurezza idraulica Rio Rezza –
Lavagna (GE)*



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opera in materassi rinverdibili misto litoide-terrame e geocomposito rinverdibile Arco – dopo 6 mesi

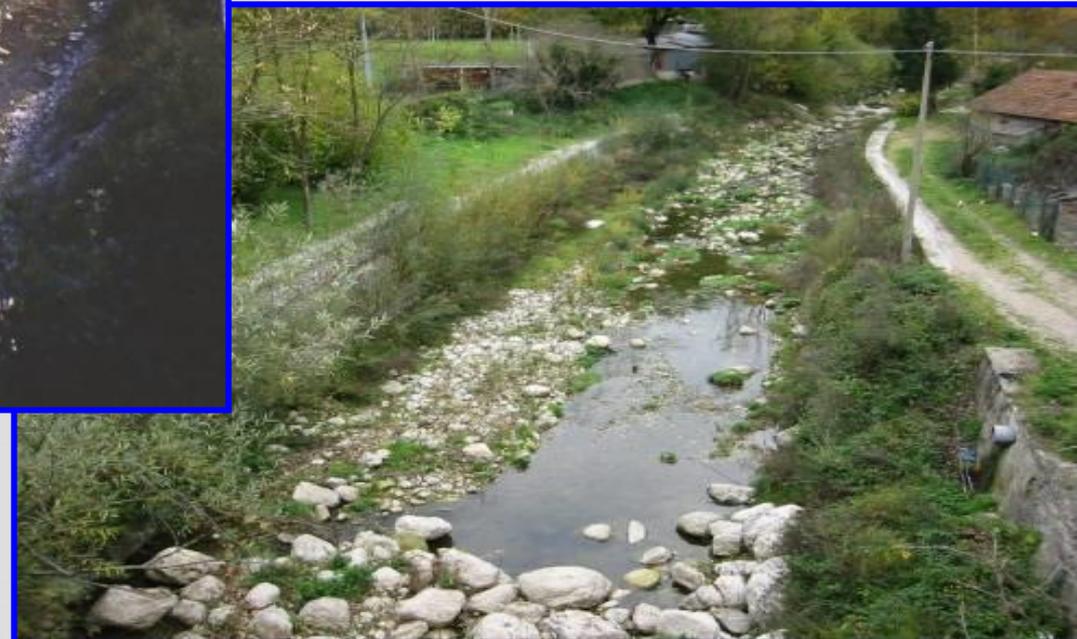


Protezione arginale Rio Parcarello (MN) – Area SIC – Opere OG13



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Protezione arginale e di alveo mista gabbioni e materassi intasati



Fiume Ceno, Loc. Ponte Ceno – Bedonia (PR)



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Rivestimento di protezione idraulica ed antierosiva mista materassi e geocomposito



scarpata ferroviaria– Linea Ferroviaria del Sempione – RFI - Domodossola



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

Opere in materassi per bacini montani



Impermeabilizzazione e protezione idraulica del nuovo bacino di innevamento ed antincendio, con guaine e Materassi Reno – Bielmonte/Monte Rosa Ski (BI)



ARRIGO GABBIONI ITALIA S.R.L.

Reti e geocompositi protezione arginale da erosione ed animali fossori





ARRIGO GABBIONI ITALIA S.R.L.

massimoborghi2018@gmail.com
www.arrigogabbioni.com



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

IMPATTO DELLE OPERE IN DT CON IL CONSUMO DI SUOLO E LA PRODUZIONE DI CO₂



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

COSTI DI UN'OPERA PUBBLICA

- COSTO ECONOMICO
- COSTO PER LA DURABILITA'/MANUTENZIONE
- COSTO PER IL CONSUMO ENERGETICO
- COSTO AMBIENTALE E CONSUMO DI SUOLO

→ Codice degli appalti D.Lgs 50/2016 – Art.95 *Criteria di aggiudicazione con offerta economicamente più vantaggiosa* e Art.96 *Costi del ciclo di vita*

**NEL CAMPO DELLE OPERE PUBBLICHE SI
ANALIZZA IL SOLO COSTO ECONOMICO**



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

COSTO PER LA DURABILITA'



IL LEGNO HA :

- UNA DURABILITA' DI 20 ANNI CONTRO 100 ANNI DI ALTRE SOLUZIONI
- UNA DURABILITA' MINORE A CONTATTO CON ACQUA E AGENTI ATMOSFERICI



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

COSTO PER IL CONSUMO ENERGETICO



Consumo gasolio = Inquinamento ambientale; < Minor Qualità della vita

**Esempio: Trasporto su gomma 1 camion porta 4 massi
in dettaglio nella foto**



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

CONSUMO DI SUOLO E CO₂ PER TRASPORTI



DURABILITA' OPERA: 20 ANNI



DURABILITA' OPERA: 10 ANNI

CAVE PER APPROVVIGIONARE PIETrame
DISTANTI ANCHE 200 KM



CONSUMO DI SUOLO E CO₂ PER TRASPORTI

UTILIZZO DI PIETREME IN LOCO:

- NO CAVE
- NO CONSUMO DI SUOLO
- MINOR TRASPORTO CON CAMION



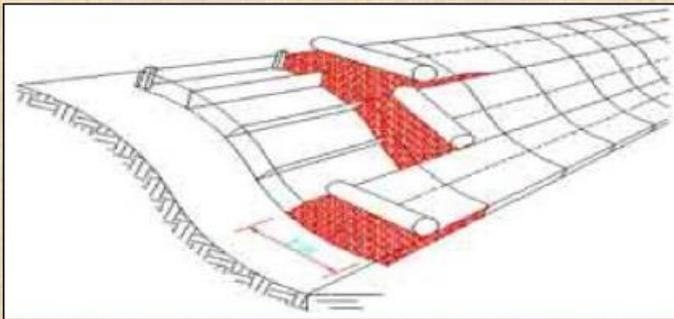


ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

CARBON FOOTPRINT DELLE SOLUZIONI IN RETE DT

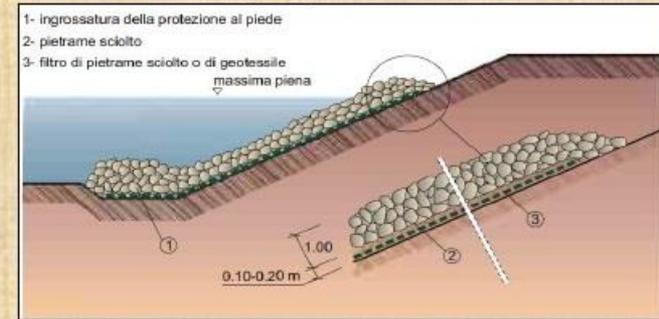
Rivestimento spondale (5400 m²)

Materassi reno 0,30 m



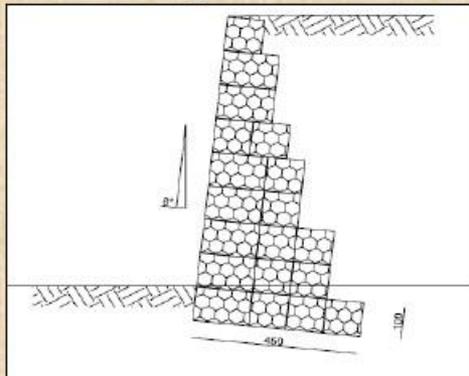
VS.

Rip rap 1,00 m



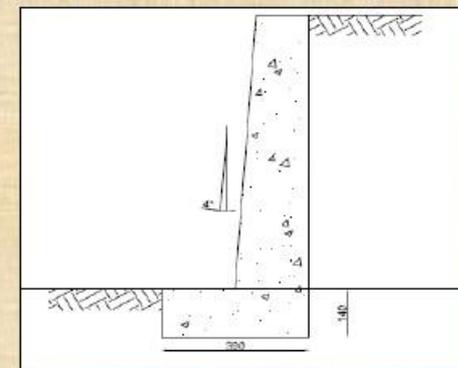
Muro di sostegno (80 m²)

Muro in gabbioni



VS.

Muro in calcestruzzo a gravità





ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

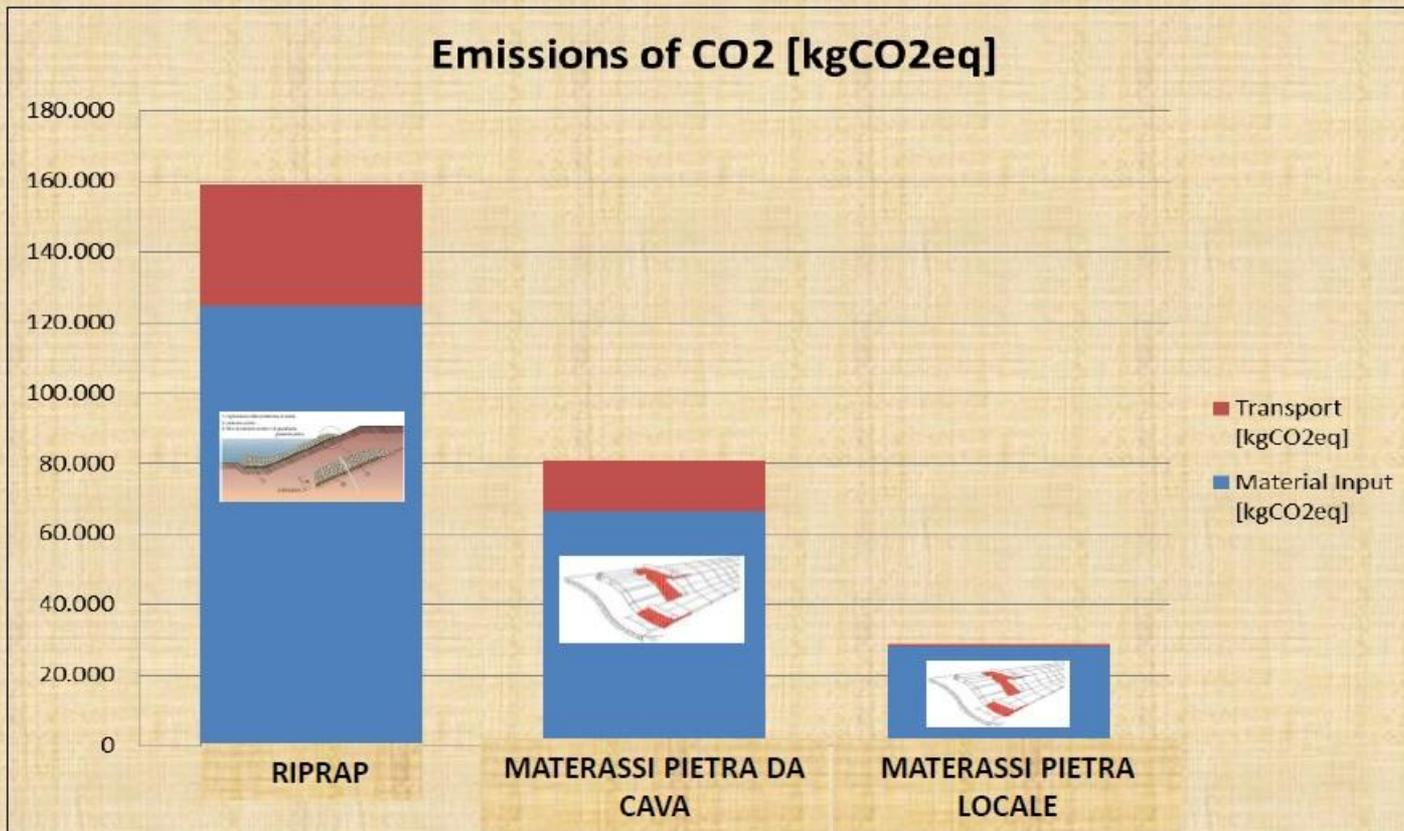
CARBON FOOTPRINT DELLE SOLUZIONI IN RETE DT

- La ricerca (effettuata da APMC, Italia) è stata realizzata in ottemperanza alle seguenti normative internazionali
 - ✓ GHG Protocol – Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard
 - ✓ World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development
- L'analisi ha considerato tutte le fasi del ciclo di vita dell'unità funzionale in esame:
 - Produzione dei materiali base (rete, pietre, cemento....)
 - Trasporto al cantiere
 - Installazione



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

EMISSIONI TOTALI CO2 – RIVESTIMENTO SPONDALE

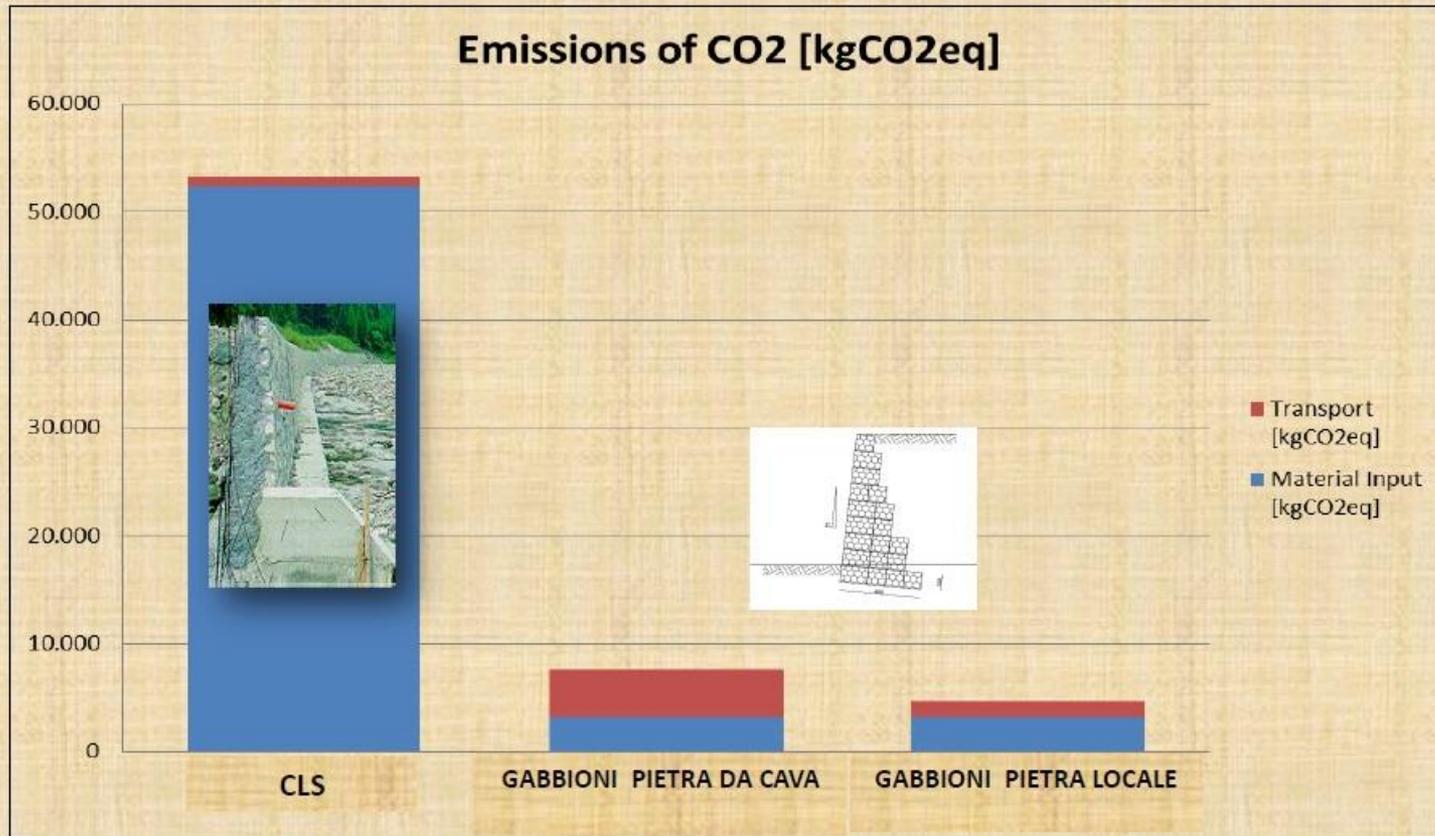


MATERASSI - RIDUZIONE DELLE EMISSIONI > 50 %



ordine degli
ingegneri
provincia di
imperia

EMISSIONI TOTALI CO2 – MURO DI SOSTEGNO



GABBIONI - RIDUZIONE DELLE EMISSIONI > 80 %



GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Dott. Massimo Borghi

E-mail: tecnico@arrigogabbioni.com

www.arrigogabbioni.com



ARRIGO GABBIONI ITALIA S.R.L.

<https://www.arrigogabbioni.com>

E-mail: arrigogabbioni@gmail.com

- FABBRICA GABBIONI PER ARGINI
- RETI PARASASSI
- RETI METALLICHE E PLASTIFICATE
- TRINCEE DRENANTI DRENAR
- TERRE RINFORZATE PREASSEMBLATE
- GEOCOMPOSITI ANTIEROSIVI
- SISTEMI PER LA DIFESA DEL SUOLO