



Approccio qualitativo per la definizione delle soluzioni integrate a protezione e rinverdimento di versanti stradali in erosione:

Nuove soluzioni e ruolo della vegetazione

***Massimo Salmi
Responsabile Ufficio Tecnico
Borghi Azio S.p.A.***



AMMASSO ROCCIOSO

OPERE DI TIPO ESTENSIVO CHE AUMENTANO LE FORZE STABILIZZANTI E TENDONO AL MIGLIORAMENTO DELLE CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DELL'AMMASSO ROCCIOSO

Si tratta di interventi realizzati su scarpate da ripide a verticali, con lo scopo di stabilizzare rispetto a fenomeni che interessano l'ammasso in superficie e fino a profondità dell'ordine dei 5-10 m.

La rete metallica a doppia torsione in questi sistemi costituisce un elemento di contenimento che impedisce i movimenti nell'ammasso trasferendo le sollecitazioni sugli ancoraggi e, tramite questi, alla roccia indisturbata in profondità





Intervento con rete semplice



Intervento con rete armata con reticolo di funi



SCARPATE IN TERRA O DETRITICHE





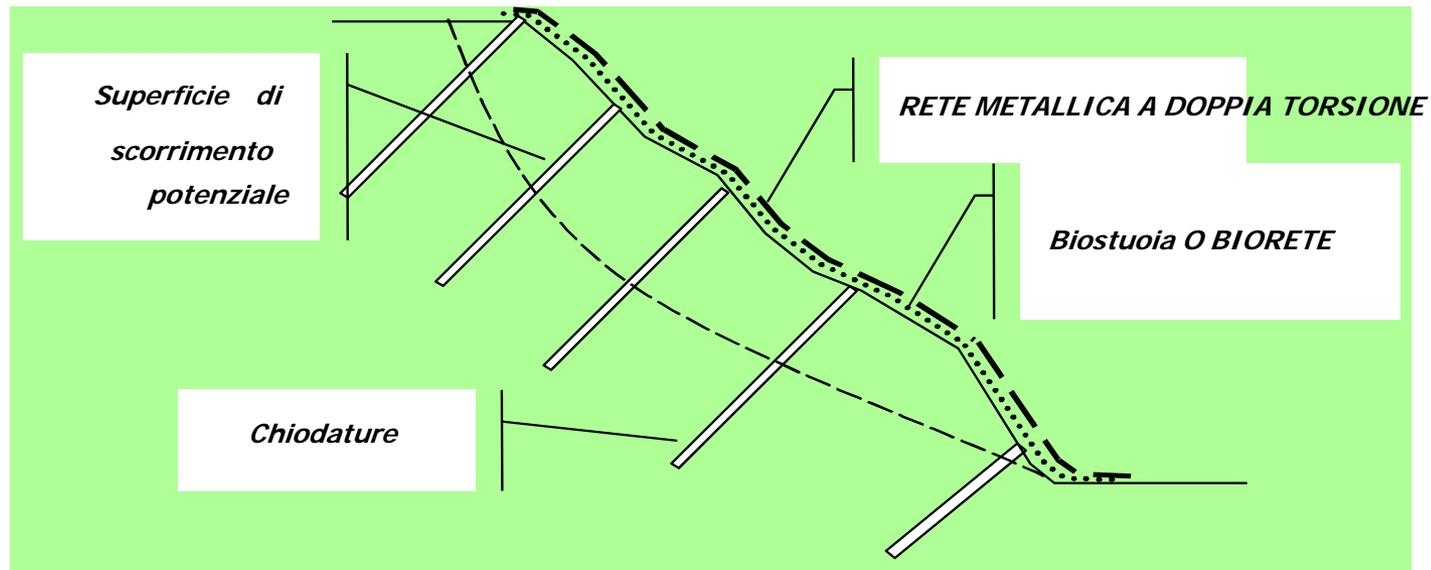
SCARPATE IN TERRA O DETRITICHE RIVESTIMENTI VEGETATIVI (APAT, 2001)

Stabilizzazione rispetto a fenomeni che interessano l'ammasso in superficie e fino a profondità dell'ordine degli 5-6 m.

1 - ELEMENTO DI CONTENIMENTO (RETE METALLICA A DOPPIA TORSIONE)

2- ELEMENTO ANTIEROSIVO

3 - EVENTUALMENTE ABBINATI AD ANCORAGGI E FUNI: hanno i compiti di conferire la stabilità globale





SCARPATE IN TERRA O DETRITICHE RIVESTIMENTI VEGETATIVI

Intervento di rinforzo corticale e rinverdimento con rete metallica a doppia torsione ACCOPPIATA IN OPERA con materiale antierosivo per il rinverdimento.

Armatura in parete con chiodature e con reticolo di rinforzo in funi







PERCHE' LA PROTEZIONE ANTIEROSIVA?

Nel consolidamento e contenimento del terreno, ottenuto per mezzo di chiodature, funi di acciaio e rete a doppia torsione, è necessario conseguire una PROTEZIONE rapida per le seguenti ragioni :

1) la PROTEZIONE impedisce il progredire dei fenomeni erosivi che finirebbero con il mettere a nudo le chiodature e provocare la formazione di pericolose sacche di materiale eroso se non addirittura l'arretramento

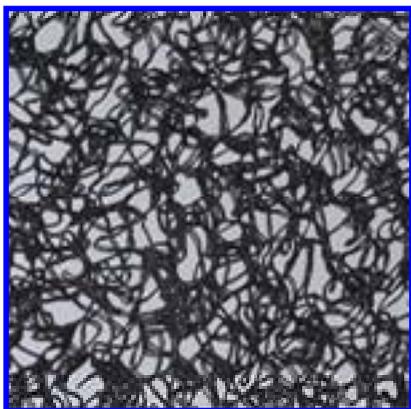
2) la vegetazione a medio e lungo termine è in grado di svolgere un'azione di regimazione delle acque superficiali (controlla l'infiltrazione ed aumenta la suzione), che diminuisce notevolmente la probabilità di innesco di movimenti franosi



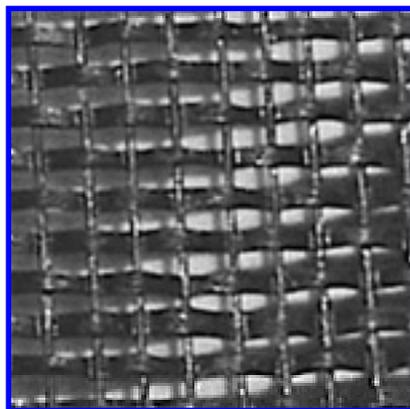


MATERIALI ANTIEROSIVI

- **PROTEZIONE E RINFORZO MECCANICO DEL TERRENO CONTRO IL DILAVAMENTO DEL TERRENO IN ATTESA DELLA CRESCITA VEGETATIVA (se ben aderente alla superficie)**
- **FAVORIRE LA CRESCITA VEGETATIVA NEL BREVE E MEDIO PERIODO ATTRAVERSO LA PROTEZIONE MECCANICA DEL SEME**
- **CREAZIONE DI UN MICROCLIMA ADATTO ALLO SVILUPPO VEGETATIVO (solo i materiali naturali)**



**Prodotti
sintetici**



**Prodotti
sintetici
rinforzati**



**Prodotti
biodegradabili a
maglia aperta**



**Prodotti
biodegradabili a
maglia chiusa**



RINVERDIMENTO

IDROSEMINA e/o PIANTUMAZIONE DI TALEE

SISTEMA DI RINVERDIMENTO CHE PREVEDE LA DISTRIBUZIONE AD ALTA PRESSIONE SUL TERRENO, ATTRAVERSO L'IMPIEGO DI MACCHINE IDROSEMINATRICI DOTATE DI AGITATORE MECCANICO, DI UNA MISCELA COMPOSITA IN SOLUZIONE ACQUOSA





IDROSEMINA QUALI PRODOTTI

- ***SEMENTI;***
- ***COLLANTE;***
- ***MULCH;***
- ***CONCIME;***
- ***HUMUS IN POLVERE E/O GRANULARE (SOSTANZA ORGANICA);***
- ***BIOSTIMOLATORI;***
- ***IDRORETENTORI.***

***IN QUANTITA' E TIPOLOGIA DIFFERENTE A SECONDA DEL CONTESTO IN CUI SI
OPERA***

***PRIMA DI INTERVENTIRE: DA VALUTARE SEMPRE CON
GRANDE ATTENZIONE***

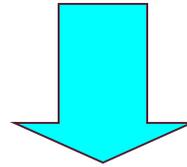
- ***CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE DELLA SCARPATA
(TIPOLOGIA DI TERRENO, GRADO DI EROSIONE, PRESENZA DI
SOLCHI EROSIVI, PENDENZA)***
- ***CARATTERISTICHE DEL SUOLO (PH, CONTENUTO IN S.O., MICRO E
MACROELEMENTI)***
- ***ALTITUDINE E LATITUDINE***
- ***ESPOSIZIONE***
- ***STAGIONE DI INTERVENTO***



RUOLO DELLA VEGETAZIONE

Influenza della vegetazione sul regime idrologico

- *La vegetazione svolge un'azione protettiva e di separazione tra suolo e atmosfera*
- *La vegetazione intercetta la pioggia con le parti aeree e sottrae umidità attraverso le radici*



- *Diminuisce l'energia di impatto delle gocce di pioggia*
 - *Riduce il ruscellamento*
 - *Diminuisce la velocità dell'acqua*
 - *Aumento della suzione*



SISTEMA R.E.C.S.

Sono materiali precoppiati che svolgono più funzioni e vengono impiegati in applicazioni per il rinforzo corticale, il controllo dell'erosione superficiale e per il rinverdimento di scarpate.



Il sistema R.E.C.S.[®] (Reinforced Erosion Control System) consiste in una gamma di geocompositi precoppiati in fase di produzione per la realizzazione di opere di protezione, conservazione e rinverdimento del suolo. I geocompositi sono costituiti da rete metallica a doppia torsione accoppiata in fase di produzione con bioreti naturali in agave o cocco oppure geotessuti metallici o polimerici.



VANTAGGI DEL SISTEMA R.E.C.S.

- *realizzazione contestuale di un'opera di controllo antierosivo superficiale e consolidamento corticale (rivestimenti vegetativi)*
- *basso impatto ambientale e utilizzo di materiali biodegradabili*
- *possibilità di abbinarlo ad un'idonea idrosemina in modo da consentire un rapido rinverdimento (il biotessile facilita la crescita vegetativa)*
- *due prodotti applicati in un'unica soluzione consentono*

riduzione del rischio = 50%

riduzione dei tempi di posa = 50%



CAMPI APPLICATIVI R.E.C.S.



- *Protezione antierosiva dei versanti in terra e in roccia alterata dal ruscellamento delle acque meteoriche, dalla impregnazione dei terreni, dalle azioni eoliche e Rafforzamento corticale di ammassi rocciosi in combinazione con sistemi di chiodature, ancoraggi e reticoli in funi*
- *Protezione dalla caduta massi, contrasto dei rilasci gravitativi in parete e dei colamenti su sede stradale*
- *Protezione dalle azioni gelo/disgelo*
- *Rinverdimento di scarpate stradali e ferroviarie per contrastare il dilavamento del suolo*
- *Mitigazione dell'impatto ambientale di infrastrutture*
- *Opere Ingegneria Naturalistica per la mitigazione e compensazione ambientale attraverso la rivegetazione di scarpate denudate naturali o artificiali*
- *Riqualficazione paesaggistica e mitigazione visita*
- *Protezione, stabilizzazione e rinverdimento di scarpate fluviali dalle azioni erosive del flusso idraulico*



R.E.C.S. ACCOPPIATO A MATERIALI NATURALI BIODEGRADABILI



R.E.C.S.[®] AGAVE 700 gr/mq

Elevata resistenza meccanica della biorete (Resistenza a trazione media oltre 45 kN/m) è adatta per la maggior parte degli interventi con presenza o riporto di sostanza organica sul versante.

Geocomposito in rete metallica a doppia torsione preaccoppiato meccanicamente con biorete in agave biodegradabile al 100% indicato per ambienti secchi e aggressivi su scarpate in terra, in roccia alterata o miste fino a inclinazioni massime di 65°-70°.

Grazie alla elevata resistenza alla trazione ed alla degradazione il Geocomposito R.E.C.S. Agave è particolarmente indicato nel rivestimento e rinverdimento di scarpate in condizioni di forti avversità ambientali e geotecniche. In virtù della elevata capacità di ritenzione idrica è ottimale negli ambienti secchi dove accumula e ritiene per lungo tempo le acque meteoriche e l'umidità disponibili rilasciandole a beneficio dello sviluppo vegetale; inoltre assorbendo gli accumuli d'acqua in eccesso sul pendio riduce le infiltrazioni.

Protegge e ritiene efficacemente le essenze seminate dal dilavamento, dalle azioni eoliche e dagli impatti da pioggia e grazie alla trama sufficientemente aperta ne consente una ottimale ossigenazione e insolazione.



R.E.C.S. ACCOPPIATO A MATERIALI NATURALI BIODEGRADABILI



R.E.C.S.® – COCCO 700 gr/mq

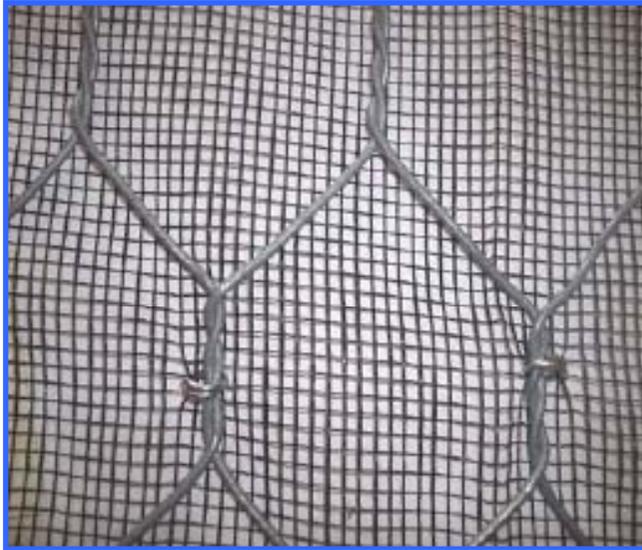
***Buona resistenza meccanica della biorete
(Resistenza a trazione longitudinale 20 kN/m)
è adatta per la maggior parte degli interventi
con presenza o riporto di sostanza organica
sul versante.***

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

Grazie alla 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, dalle azioni eoliche e dagli impatti da pioggia e grazie alla trama sufficientemente aperta ne consente una ottimale ossigenazione e insolazione.

R.E.C.S. ACCOPPIATO A MATERIALI SINTETICI



R.E.C.S.® – GS

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

Indicata su pareti costituite da materiale fine o finissimo in presenza di condizioni ambientali particolarmente penalizzanti tali da far supporre tempi molto lunghi per la nascita della vegetazione. Il Geocomposito R.E.C.S. – GS può essere utilmente applicato anche a contrasto di possibili fenomeni di colate di fango e detrito (debris flow) di modesta entità, la particolare composizione del geocomposito consente infatti di separare e trattenere la parte solida dalla parte liquida producendo una defluidificazione della massa e limitandone in tal modo la mobilità.

Applicabile su scarpate e pareti verticali e subverticali.

Gli accumuli di materiali più fini favorisce lo sviluppo vegetale da parte di specie rustiche pioniere, la maglia tessuta in polietilene possiede una apertura sufficiente a non ostacolare il radicamento e lo sviluppo da parte della vegetazione pioniera.



CASI APPLICATIVI

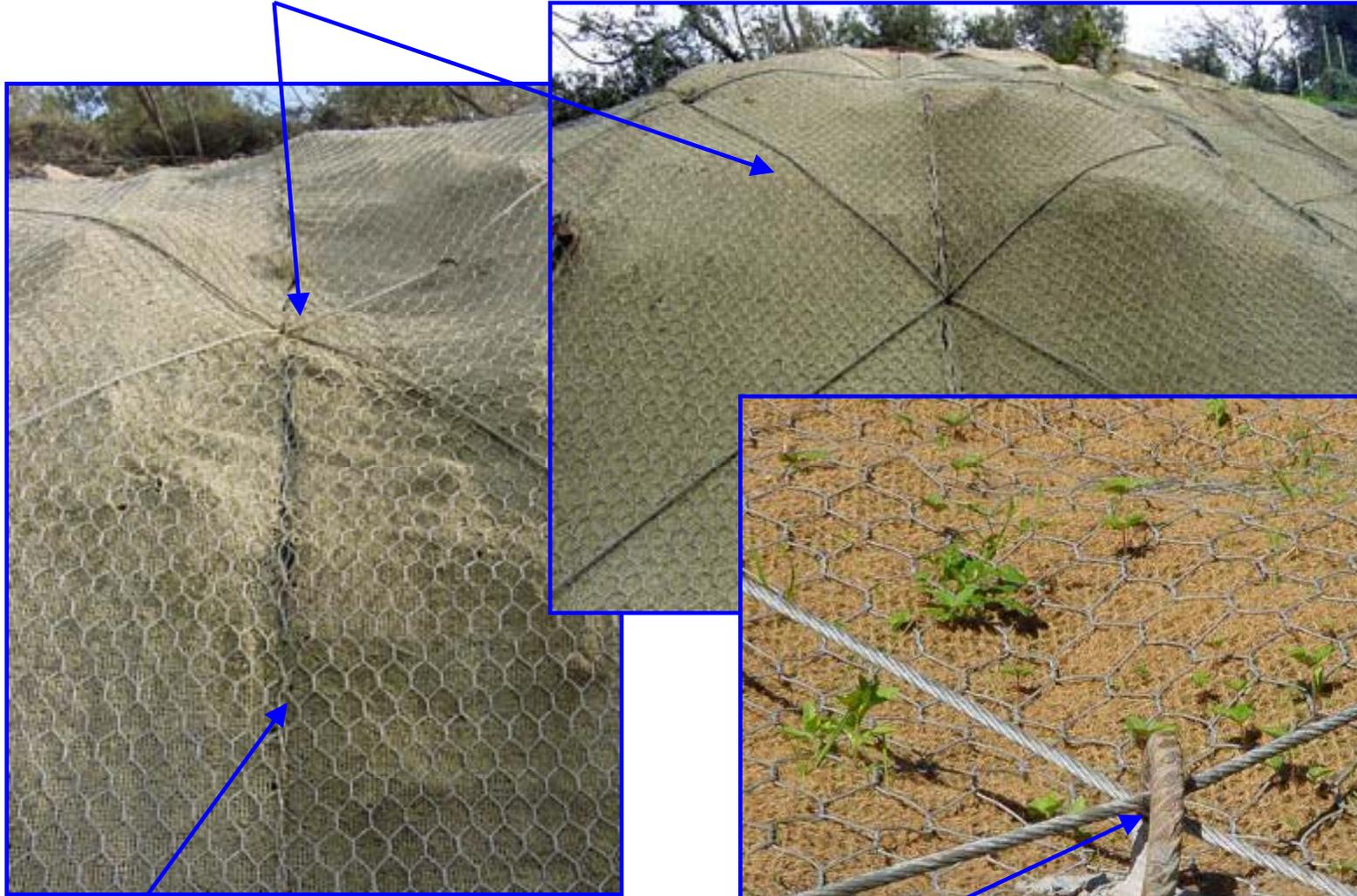


CESANA TORINESE (TO)



CASI APPLICATIVI

Reticolo di rinforzo



Particolare giunzione dei teli

Testa dell'ancoraggio

LAIGUEGLIA (SV)



CASI APPLICATIVI



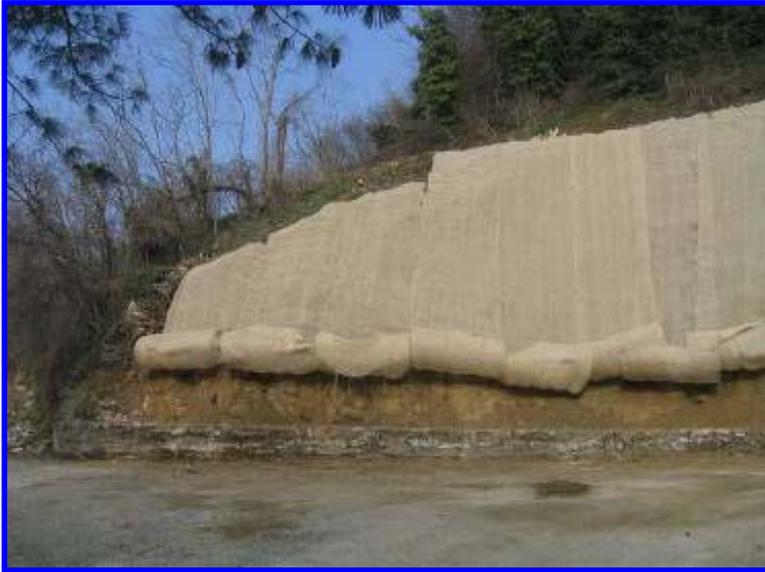
CAPRIATE (BG)





CASI APPLICATIVI

SANTA MARIA VALVERDE - MARANO VALPOLICELLA



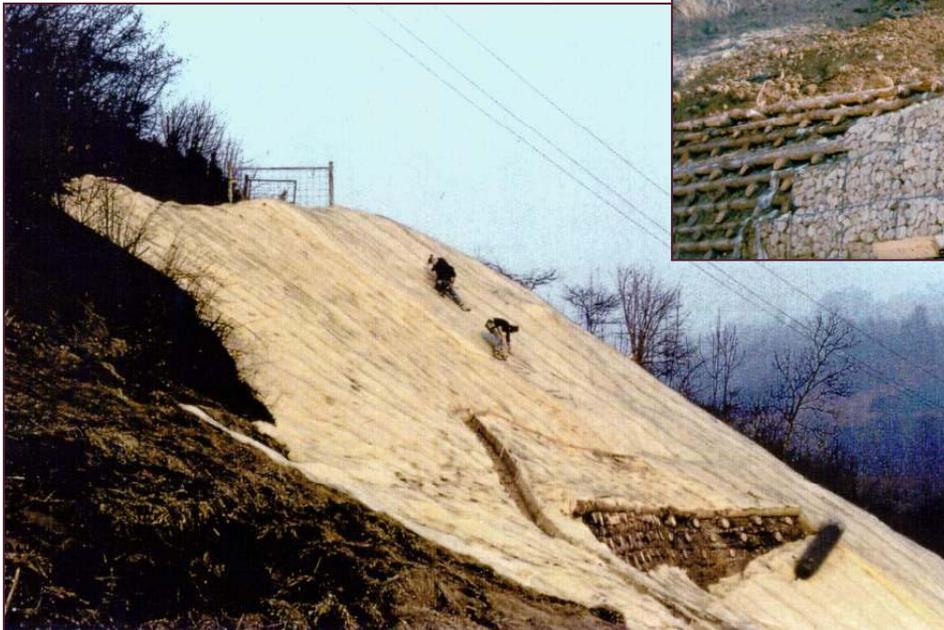


SANTA MARIA VALVERDE - MARANO VALPOLICELLA





CASTO - BRESCIA

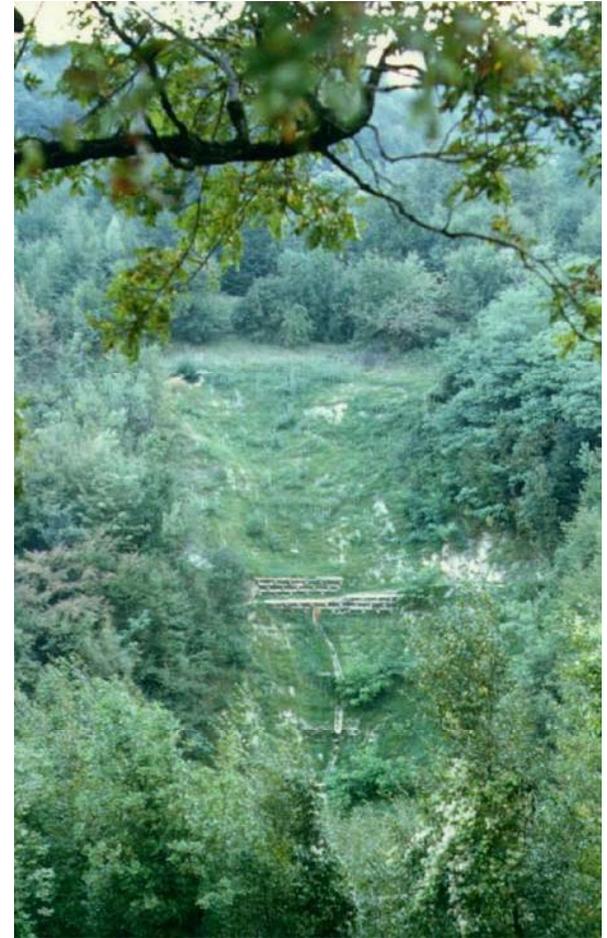
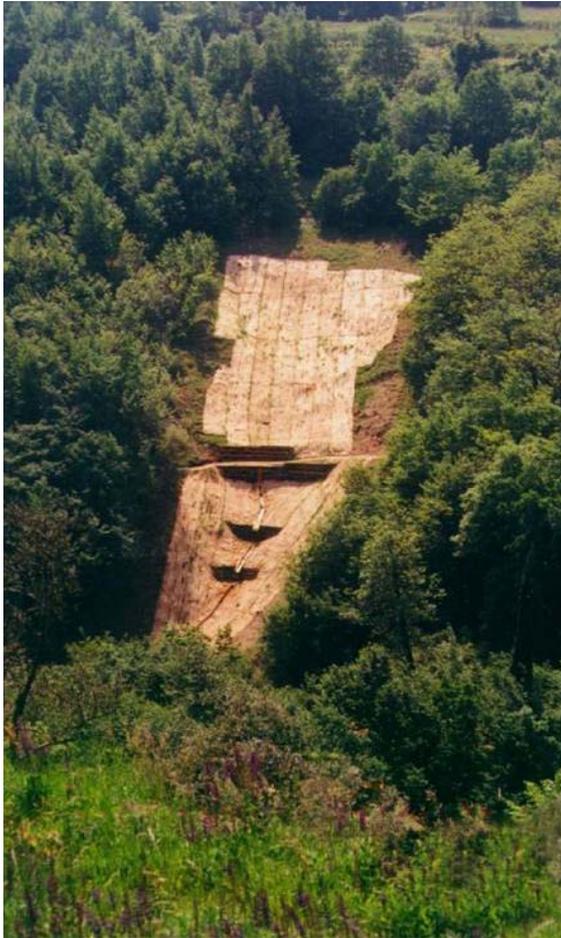




CASTO - BRESCIA

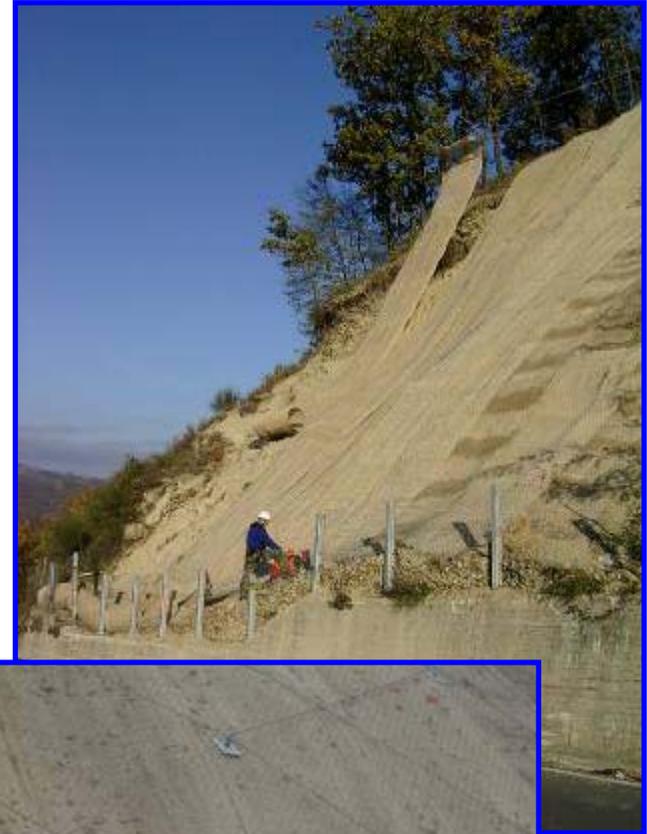


S.C. DEL CISTERNINO - BRESCIA



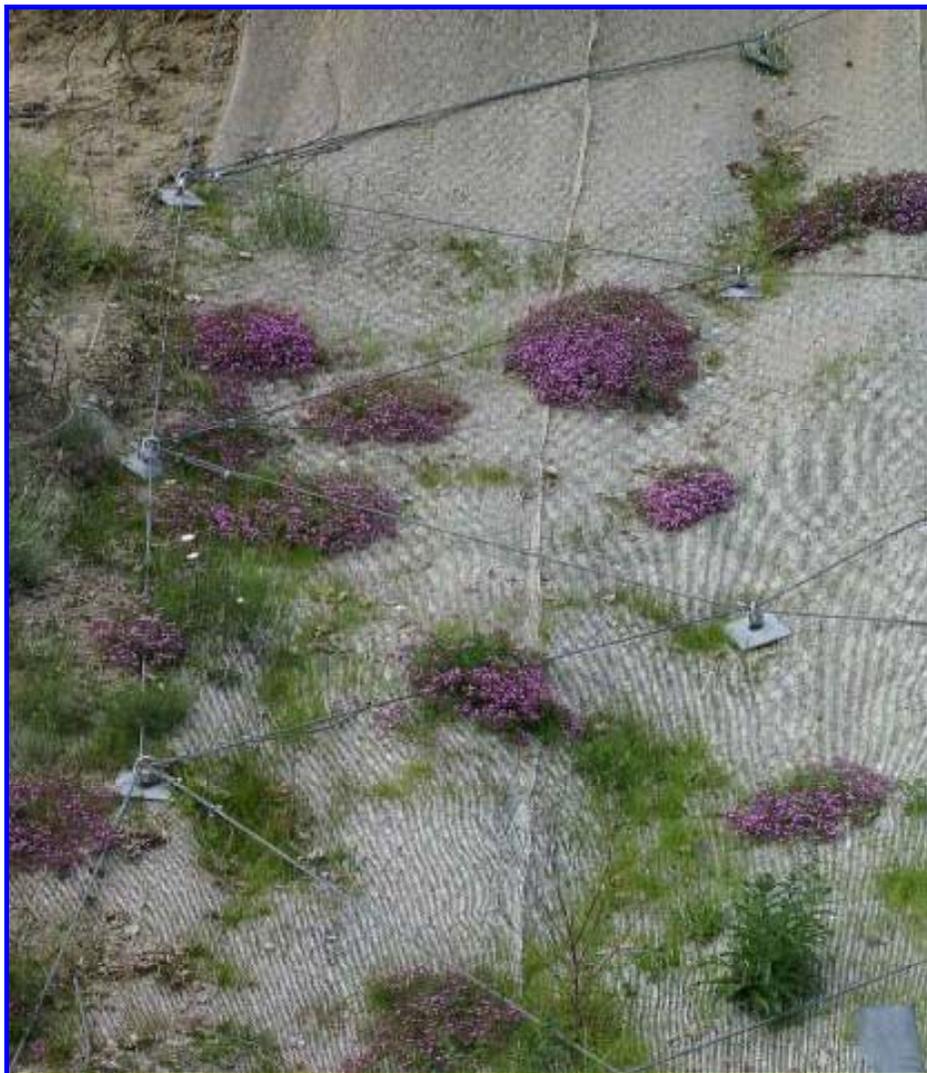


CASI APPLICATIVI



SEDRIO (RE)

DOPO CIRCA 20 GIORNI DALLA POSA



SEDRIO (RE)



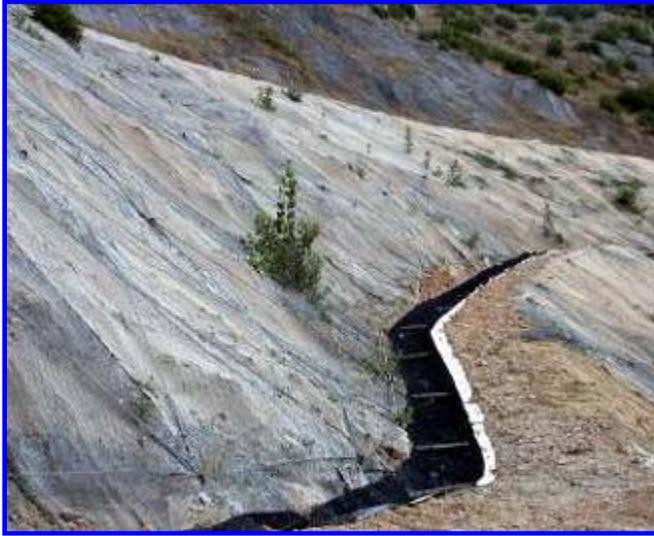
CASI APPLICATIVI







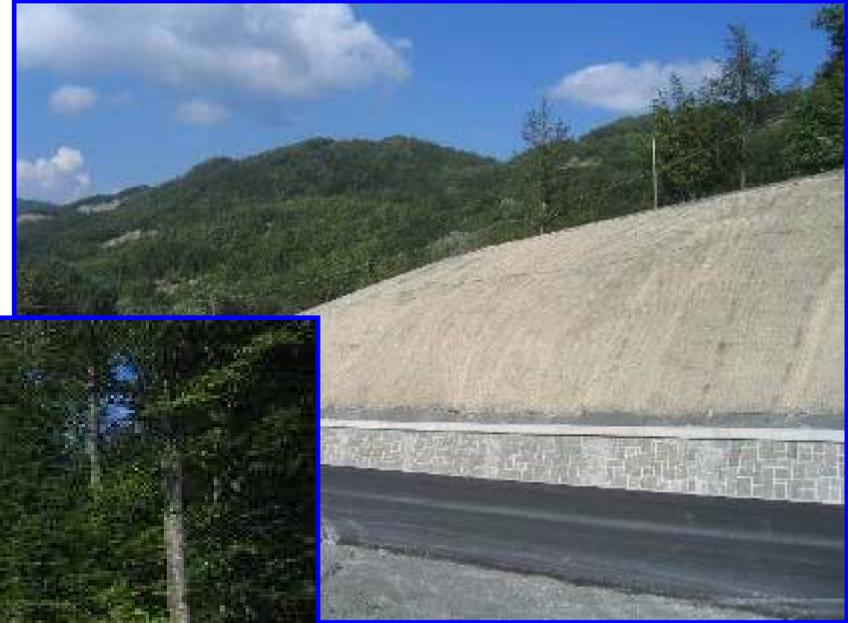
CASI APPLICATIVI



PALLARE (SV)



CASI APPLICATIVI



FONTANALUCCIA (MO)



CASI APPLICATIVI



FONTANALUCCIA (MO)



ERRORI COSTRUTTIVI

**MANCATA IDROSEMINA E/O
RIPORTO DI TERRENO VEGETALE**



SCARSA ADESIONE AL SUBSTRATO



ERRORI COSTRUTTIVI



***NESSUNA ADERANZA AL SUBSTRATO
(opera sospesa, impossibile il
rinverdimento)***



***ERRORI PROGETTUALI E
REALIZZATIVI (sottovalutazioni
delle azioni sulle reti)***



ERRORI COSTRUTTIVI



***ERRATA DISPOSIZIONE
DEI TELI***

***PICCHETTATURE
INSUFFICIENTI***

***MANCATA GESTIONE DELLE ACQUE DA
MONTE (imbibizione e colamenti della
coltre non ancora stabile e ancorata
dal reticolo radicale)***

CATTIVA MANUTENZIONE

