

Appendice 3 - TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA

Le schede delle Tecniche sono tratte dai seguenti Manuali:

- Sauli G., Cornelini P., Preti F. Manuale d'IN applicabile al settore idraulico. Regione Lazio - 2002
- Sauli G., Cornelini P., Preti F. Manuale 2 d'IN applicabile ai settori delle strade, cave, discariche e coste sabbiose. Regione Lazio - 2003
- Sauli G., Cornelini P., Preti F. Manuale 3 d'IN Sistemazione dei versanti. Regione Lazio – 2006

INDICE

INTERVENTI ANTIEROSIVI DI RIVESTIMENTO.....	2
Semina a spaglio.....	3
Idrosemina.....	6
Semina con fiorume	11
Biotessile in juta (geojuta)	15
Biotessile in cocco	20
Geostuoia tridimensionale sintetica	25
Geocelle a nido d'ape in materiale sintetico.....	30
Rete metallica a doppia torsione	36
Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione galvanizzata (e plastificata) e biostuoie.	40
Rivestimento vegetativo a materasso preconfezionato	45
INTERVENTI STABILIZZANTI.....	50
Messa a dimora di talee.....	51
Piantagione di arbusti.....	57
Piantagione di alberi.....	64
Trapianto dal selvatico di zolle erbose o ecocelle	70
Trapianto di rizomi e di cespi	75
Viminata viva	80
Gradonata viva	86
Cordonata viva	93
Fascinata viva su pendio	99
INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO.....	104
Grata viva su scarpata	105
Consolidatore rinverdito a piastra di ancoraggio <i>sec. Marrone</i>	113
Palificata viva di sostegno loricata <i>sec. Cornelini</i>	119
Palificata viva di sostegno a parete doppia	127
Palificata viva di sostegno Roma	138
Palificata viva di sostegno L'Aquila <i>sec. Cornelini</i>	145
Palificata viva di sostegno latina <i>sec. Cornelini</i>	153
Gabbionata in rete metallica zincata rinverdita.....	160
Terra rinforzata rinverdita.....	165
Rullo con ramaglia viva	173
Rullo spondale in fibra di cocco	176
Rollada viva riparial <i>sec. Sangalli, Sorolla e Cornelini</i>	180
Palificata spondale con palo verticale frontale	187
Palificata viva spondale.....	193
Pennelli e repellenti vivi	198
Materasso spondale in rete metallica rinverdito	204
Rampa a blocchi	211
Blocchi incatenati.....	215
Scogliera rinverdita	219
Briglia in legname e pietrame	224

INTERVENTI ANTIEROSIVI DI RIVESTIMENTO

Semina a spaglio.....	3
Idrosemina.....	6
Semina con fiorume.....	11
Biotessile in juta (geojuta).....	15
Biotessile in cocco.....	20
Geostuoia tridimensionale sintetica.....	25
Geocelle a nido d'ape in materiale sintetico.....	30
Rete metallica a doppia torsione.....	36
Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione galvanizzata (e plastificata) e biostuoie.....	40
Rivestimento vegetativo a materasso preconfezionato.....	45

Semina a spaglio

1

Descrizione sintetica

Spargimento manuale di miscele di sementi, di origine certificata, su superfici destinate alla rivegetazione in accordo con le condizioni stazionali sia pedoclimatiche che biologiche. Laddove ve ne sia la necessità, la semina è abbinata allo spargimento di concimanti organici e/o inorganici.

Campi di applicazione

Superfici piane o con pendenze inferiori a 30°.
Rinverdimenti temporanei per evitare erosione da ruscellamento ed eolica e limitare l'essiccamento.

Materiali impiegati

- Sementi di specie erbacee in composizioni strettamente legate alla località ed al contesto ambientale (suolo, roccia, microclima, analisi vegetazionale e floristica) e in quantità variabili da 30 a 60 g/m²
- Concimanti organici e/o inorganici

Modalità di esecuzione

- Preparazione del terreno mediante allontanamento del materiale più grossolano
- Spargimento manuale a spaglio della miscela di sementi, che dovranno essere leggermente ricoperte da terreno
- Spargimento manuale o con mezzo meccanico di sostanze concimanti e ammendanti in quantità tale da garantire nutrimento alle sementi nella prima fase di crescita
- Manutenzione mediante sfalcio per evitare che le specie erbacee a rapido accrescimento soffochino le specie arboree e arbustive eventualmente messe a dimora
- Una semina a strisce può essere impiegata nel caso di quantità di sementi insufficienti: in tal caso non si ha nel primo anno una copertura completa, tuttavia la presenza di spazi liberi da vegetazione erbacea può favorire l'accrescimento delle eventuali specie legnose

Prescrizioni

- La scelta delle sementi deve essere effettuata in seguito all'analisi stazionale, comprendente sia l'esame delle condizioni pedoclimatiche sia della composizione floristica e vegetazionale
- La miscela di sementi deve essere accompagnata da certificazione riguardante: origine specie, composizione della miscela, grado di purezza, grado di germinabilità

Limiti di applicabilità
<ul style="list-style-type: none"> • Pendenze eccessive • Stazioni sottoposte a forte rischio di ruscellamento • Substrati troppo poveri che richiedono apporto di nutrienti, fibra organica, concimanti, ecc.
Vantaggi
<p>Copertura rapida, di facile realizzazione, basso costo. Non sempre è necessaria la copertura con terreno vegetale.</p> <p>Se la semina viene effettuata con prevalenza di leguminose, si ottiene un arricchimento del terreno in azoto e pertanto una preparazione del terreno.</p>
Svantaggi
<p>Limitato effetto in profondità.</p> <p>La crescita rapida delle specie vegetali può compromettere lo sviluppo di eventuali specie arboree e arbustive, qualora la base delle stesse non sia protetta da dischi pacciamanti.</p> <p>Non esercita una immediata azione di difesa.</p>
Effetto
<p>Effetto antierosivo superficiale attraverso il reticolo radicale approfondito nel terreno (10 - 30 cm per le leguminose).</p>
Periodo di intervento
<p>Quello relativo alle semine, da marzo a ottobre (nel Lazio), con esclusione dei periodi di siccità estiva e di gelo invernale.</p>
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Semina fuori stagione • Sementi scadute, qualità e numero di specie non corrispondenti alla certificazione • Quantità in grammi non sufficiente

Voce di Capitolato

Semina a spaglio

Rivestimento di superfici di scarpate o sponde soggette ad erosione con inclinazione non superiore a 30° mediante spargimento manuale a spaglio o con mezzo meccanico di idonea miscela di sementi e di eventuali concimanti organici e/o inorganici in quantità e qualità opportunamente individuate.

L'esecuzione dovrà prevedere:

- preparazione del terreno mediante allontanamento del materiale più grossolano;
- spargimento della miscela di sementi che dovrà essere leggermente ricoperta dal terreno;
- spargimento delle sostanze concimanti ed ammendanti in quantità tale da garantire il nutrimento alle sementi nella prima fase di crescita;
- manutenzione mediante sfalcio per evitare l'esplosione delle infestanti e che le specie erbacee soffochino le specie arboree ed arbustive eventualmente messe a dimora.

La composizione della miscela, ove possibile di sementi autoctone, e la quantità di sementi per metro quadro (in genere valgono quantità da 30 a 60 g/m²) sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali della stazione. Dovranno essere certificate la provenienza delle sementi, la composizione della miscela, il grado di purezza e il grado di germinabilità.

Foto



Semina a spaglio, Ca' i Fabbri - Pesaro, 1996, Foto P. Cornelini

Descrizione sintetica

Rivestimento di superfici mediante lo spargimento con mezzo meccanico di una miscela di sementi e acqua.

Lo spargimento avviene mediante l'impiego di un'idroseminatrice dotata di botte, nella quale vengono miscelati sementi, collanti, concimi, ammendanti e acqua.

La miscela così composta viene sparsa sulla superficie mediante pompe con pressione adeguata al fine di non danneggiare le sementi stesse.

Campi di applicazione

Superfici caratterizzate da assenza o comunque scarsità di humus, superfici acclivi, aree di notevole sviluppo superficiale.

Materiali impiegati

- Sementi con certificazione di origine (30 – 60 gr/m²)
- Acqua
- Concimi
- Ammendanti
- Collanti
- Paglia, fieno o cellulosa

Modalità di esecuzione

- Ripulitura della superficie da idroseminare con allontanamento di sassi, radici
- Spargimento della miscela a strati dello spessore da 0,5 a 2 cm

Prescrizioni

- La percentuale dei componenti da impiegare per la preparazione della miscela varia da caso a caso. E' necessario pertanto effettuare un'analisi stazionale che consenta altresì di valutare la miscela dei materiali e lo spessore che è necessario spruzzare per ottenere un'adeguata copertura
- Per evitare la sedimentazione gravitativa delle sementi è necessario mantenere mescolata la miscela nell'autobotte
- E' da limitare l'uso di specie erbacee a rapido accrescimento ed effetto immediato, in quanto potrebbero esercitare una forte concorrenza nei confronti di quelle con ciclo vegetativo più lento

Limiti di applicabilità
Non conveniente per piccole superfici o in aree difficilmente raggiungibili dal mezzo meccanico.
Vantaggi
Rapido e facile rinverdimento di superfici. Consente il rinverdimento di superfici ripide o scarsamente accessibili, anche con scarso terreno vegetale.
Svantaggi
Azione antierosiva della superficie limitata a una profondità sino a 30 cm.
Effetto
Effetto antierosivo attraverso il reticolo radicale approfondito nel terreno (10 - 30 cm) Copertura a verde dell'intera superficie ottenibile in tempo breve. La presenza dei collanti garantisce la protezione delle sementi durante la prima fase della germinazione. Viene instaurato nel breve periodo un ambiente idoneo per la microfauna.
Periodo di intervento
Periodo vegetativo, da marzo a ottobre, con esclusione dei periodi di siccità estiva.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Semina fuori stagione • Sementi scadute, qualità e numero di specie non corrispondenti alla certificazione • Quantità in grammi non sufficiente • Utilizzo di pompe o ugelli che danneggiano i semi

Voce di Capitolato

Idrosemina

Rivestimento di superfici estese più o meno acclivi mediante spargimento meccanico per via idraulica a mezzo di idroseminatrice a pressione atta a garantire l'irrorazione a distanza e con diametro degli ugelli e tipo di pompa tale da non lesionare i semi e consentire lo spargimento omogeneo dei materiali.

L'idrosemina eseguita in un unico passaggio contiene:

- miscela di sementi idonea alle condizioni locali;
- collante in quantità idonea al fissaggio dei semi e alla creazione di una pellicola antierosiva sulla superficie del terreno, senza inibire la crescita e favorendo il trattenimento dell'acqua nel terreno nelle fasi iniziali di sviluppo; la quantità varia a seconda del tipo di collante, per collanti di buona qualità sono sufficienti piccole quantità pari a circa 10 g/m²;
- concime organico e/o inorganico in genere in quantità tali da evitare l'effetto "pompaggio" iniziale e successivo deficit delle piante;
- acqua in quantità idonea alle diluizioni richieste;
- altri ammendanti, fertilizzanti e inoculi.

L'esecuzione dovrà prevedere:

- ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici;
- spargimento della miscela in un unico strato.

La composizione della miscela e la quantità di sementi per metro quadro sono stabilite in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali (in genere si prevedono 30 - 60 g/m²).

La provenienza e germinabilità delle sementi dovranno essere certificate e la loro miscelazione con le altre componenti dell'idrosemina dovrà avvenire in loco, onde evitare fenomeni di stratificazione gravitativa dei semi all'interno della cisterna.

Foto



Idroseminatrice, Atina (FR) 2002 - Foto T. Caldani



Idrosemina su terra rinforzata, Atina (FR) - Foto T. Caldani



Idrosemina su ghiaie sterili su tracciato di metanodotto in zona montana, Pontebba (UD), 2004 - Foto G. Sauli



Idrosemina lungo strada montana, Strada per Monte Osternig (UD) - Foto G. Sauli

Semina con fiorume

3

Descrizione sintetica

Spargimento manuale di miscuglio naturale di sementi e relativi steli derivato da fiorume ossia fienagione, su superfici destinate alla rivegetazione in accordo con le condizioni stazionali sia pedoclimatiche che biologiche.

Laddove ve ne sia la necessità, la semina è abbinata allo spargimento di concimanti organici e/o inorganici.

Campi di applicazione

- Superfici piane o con pendenze inferiori a 30°.
- Rinverdimenti per evitare erosione da ruscellamento ed eolica e limitare l'essiccamento in aree di pregio o soggette a tutela particolare.

Materiali impiegati

- Miscuglio naturale di sementi e relativi steli derivato da fienagione in quantità variabili a seconda del contesto ambientale (ovvero delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali della stazione) in genere tra i 0,5-2,0 kg/m² includendo anche la fienagione di raccolta.
- Concimanti organici e/o inorganici

Modalità di esecuzione

- Preparazione del terreno mediante allontanamento del materiale più grossolano
- Spargimento manuale a spaglio del fiorume.
- Eventuale spargimento manuale o con mezzo meccanico di sostanze concimanti e ammendanti in quantità tale da garantire nutrimento alle sementi nella prima fase di crescita
- Manutenzione mediante sfalcio per evitare che le specie erbacee a rapido accrescimento soffochino le specie arboree e arbustive eventualmente messe a dimora
- Una semina a strisce può essere impiegata nel caso di quantità di sementi insufficienti: in tal caso non si ha nel primo anno una copertura completa, tuttavia la presenza di spazi liberi da vegetazione erbacea può favorire l'accrescimento delle eventuali specie legnose

Limiti di applicabilità

- Pendenze eccessive
- Stazioni sottoposte a forte rischio di ruscellamento
- Substrati troppo poveri che richiedono apporto di nutrienti, concimanti, ecc.

Vantaggi
<ul style="list-style-type: none"> • Impiego di specie autoctone non reperibili in commercio, ottimale per interventi in aree di pregio o soggette a tutela particolare • Copertura rapida, di facile realizzazione, basso costo.
Svantaggi
<ul style="list-style-type: none"> • Reperimento solo laddove vi siano prati falciabili nelle vicinanze del cantiere • Reperimento in quantità modica • Limitato effetto in profondità. • La crescita rapida delle specie vegetali può compromettere lo sviluppo di eventuali specie arboree e arbustive, qualora la base delle stesse non sia protetta da dischi pacciamanti. • Non esercita una immediata azione di difesa.
Effetto
Effetto antierosivo superficiale attraverso il reticolo radicale approfondito nel terreno (10 - 30 cm per le leguminose).
Periodo di intervento
Quello relativo alle semine, da marzo a ottobre (nel Lazio), con esclusione dei periodi di siccità estiva e di gelo invernale.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Semina fuori stagione • Quantità in grammi non sufficiente • Raccolta in una sola epoca di maturazione

Voce di Capitolato

Semina con fiorume

Rivestimento di superfici di scarpata soggette ad erosione, su versanti e su sponde, mediante lo spargimento manuale a spaglio di fiorume unitamente agli steli (ovvero miscuglio naturale di sementi e relativi steli derivato da fienagione, ove necessario ripetuta per raccogliere le maturazioni di epoche diverse, su prati stabiliti naturali dell'area d'intervento) e di eventuali concimanti organici e/o inorganici in quantità e qualità opportunamente individuate.

L'intervento è raccomandato qualora si voglia intervenire con specie autoctone non reperibili in commercio, ad esempio in aree di pregio o soggette a tutela particolare. L'applicazione deve essere preceduta da ripulitura della superficie da trattare mediante allontanamento di sassi e radici.

La quantità di fiorume per m² è stabilita in funzione del contesto ambientale ovvero delle caratteristiche geolitologiche, pedologiche, microclimatiche, floristiche e vegetazionali della stazione ed è in genere tra i 0,5-2,0 kg/m² includendo anche la fienagione di raccolta.

Foto



Sfalcio per raccolta fienagione fiorume, Metanodotto del Carso - Foto: L. Raggi

Descrizione sintetica

Materiale impiegato negli interventi antiersivi di rivestimento di scarpate soggette a erosione eolica e meteorica.

La stuoia viene stesa e fissata al substrato mediante picchetti di varia forma. Viene normalmente abbinata a semina e messa a dimora di talee e/o arbusti.

Campi di applicazione

Scarpate a bassa pendenza, substrati denudati o di neoformazione anche irregolari possibilmente con substrato terroso in superficie.

Materiali impiegati

- Stuoie biodegradabili in juta, maglia minima 1x1 cm, massa areica non inferiore a 400 g/m²
- Staffe o picchetti in ferro acciaioso piegati a U \varnothing 8 ÷ 12 mm, L = 20 ÷ 40 cm o in legno L = 50 ÷ 70 cm o talee di L minima 50 cm
- Miscela di sementi (40 g/m²)
- Talee e arbusti autoctoni

Modalità di esecuzione

- Regolarizzazione ove possibile della scarpata mediante allontanamento di eventuali apparati radicali ed eliminazione di avvallamenti e dossi
- Formazione di un solco di 20 / 30 cm a monte della scarpata
- Posizionamento di un'estremità della stuoia all'interno del solco, fissaggio con staffe e copertura del solco con terreno
- Semina
- Stesura della stuoia lungo la scarpata e sovrapposizione dei teli contigui di almeno 10 cm
- Fissaggio della stuoia con staffe a U o picchetti o talee lungo le sovrapposizioni dei vari teli utilizzati e al centro della stessa. La densità dei picchetti aumenta all'aumentare della pendenza della scarpata: < 30° 1 picchetto per m², ≥ 30° 2-3 picchetti per m² ed è in funzione della consistenza del substrato
- Ricopertura dei bordi e fissaggio della stuoia al piede della scarpata
- Messa a dimora di talee mediante infissione e di arbusti mediante taglio a "L" della stuoia o allargamento delle maglie
- Eventuale semina di rincalzo, concimazione e irrigazione qualora si intenda abbinare la messa a dimora di arbusti autoctoni, è necessario intervenire sulla stuoia stesa con un taglio a croce o a L che consenta la formazione dello scavo per la messa a dimora della pianta
- Le stuoie fino alla messa in opera devono essere conservate in ambiente idoneo, onde evitare l'umidità e l'imbibizione di acqua

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • Qualora si intenda abbinare la messa a dimora di arbusti autoctoni, è necessario intervenire sulla stuoia stesa con un taglio a croce o a L che consenta la formazione dello scavo per la messa a dimora della pianta • Le stuoie fino alla messa in opera devono essere conservate in ambiente idoneo, onde evitare l'umidità e l'imbibizione di acqua
Limiti di applicabilità
La stuoia in juta non è idonea all'impiego su scarpate a forte pendenza, substrati aridi e a eccessivo drenaggio, scarpate in roccia.
Vantaggi
Protezione immediata della superficie dall'erosione meteorica ed eolica, facilità di impiego, adattamento a superfici irregolari e completa degradazione della stuoia nel breve periodo. L'acqua si infiltra, ma non ristagna e non erode.
Svantaggi
Scarsa durata (1 o 2 anni), scarsa resistenza a sollecitazioni (caduta massi, debris flow).
Effetto
Protezione immediata della superficie. Le maglie della stuoia consentono alle piante di crescere, assicurando in tal modo la protezione della superficie una volta che la stuoia ha subito la completa degradazione. Il materiale terroso sottostante la stuoia viene trattenuto, impedendone così il trasporto verso valle.
Periodo di intervento
Le stuoie possono in teoria essere posizionate in qualsiasi periodo dell'anno, sono però abbinate a semine e a piantagioni, pertanto i periodi di riferimento sono quelli primaverili-autunnali. Sono da evitarsi i periodi di gelo invernale e di aridità estiva.

Possibili errori

- Insufficiente picchettatura della stuoia al terreno
- Utilizzo di materiale deteriorato da lunga permanenza in ambiente umido
- Errata o insufficiente sovrapposizione dei teli contigui
- Scelta errata delle sementi e delle specie arbustive

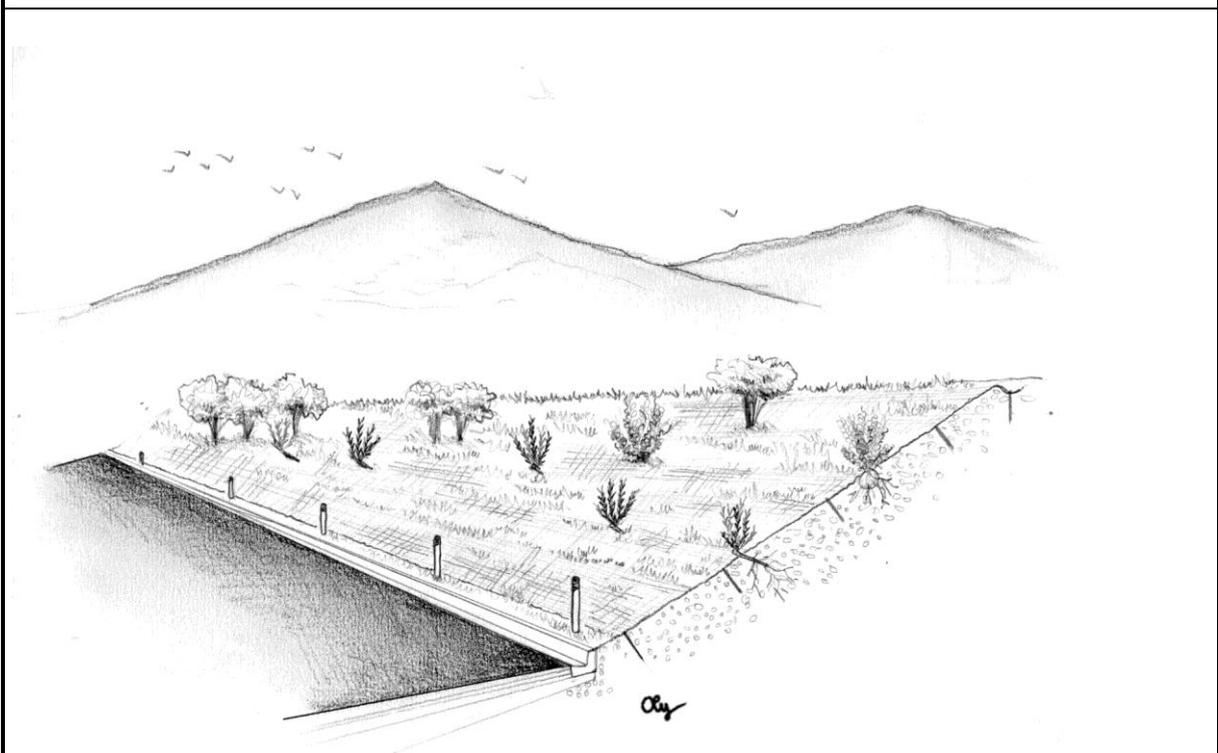
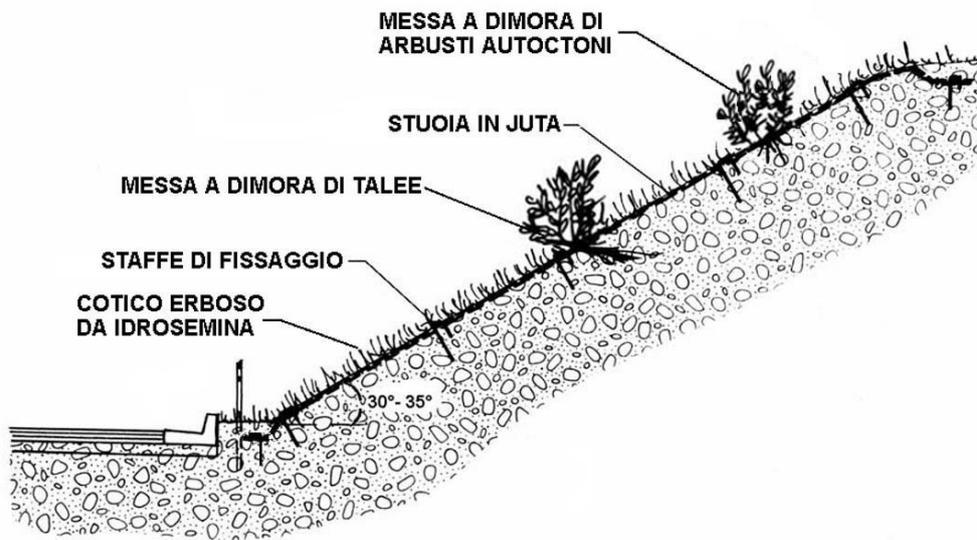
Voce di Capitolato

Biotessile in juta (geojuta)

Rivestimento di scarpate mediante stesura di un biotessile biodegradabile in juta, a maglia aperta di minimo 1x1 cm, massa areica non inferiore a 400 g/m². Il rivestimento verrà fissato alle estremità, a monte e al piede della sponda o della scarpata, in un solco di 20 - 30 cm, mediante staffe e successivo ricoprimento col terreno precedentemente predisposto. La geojuta verrà posata srotolandola lungo le linee di massima pendenza e fissandola alla scarpata, con picchetti a T o staffe realizzate con tondino ad aderenza migliorata in ferro acciaioso piegato a "U" Ø 8 mm, L = 20 – 40 cm, in ragione di 2 o più picchetti per m² in maniera da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso; i teli contigui saranno sormontati di almeno 10 cm e picchettati ogni 50 cm. La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad una semina o idrosemina con miscela di sementi (40 g/m²), con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone, corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

Sezione tipo





Particolare stuoia in juta - Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Tessuto in filo di cocco di notevole resistenza. Il materiale viene impiegato negli interventi antierosivi di rivestimento di scarpate soggette a erosione.

La stuoia viene stesa e fissata al substrato mediante picchetti di varia forma. Viene normalmente abbinata a semina e messa a dimora di talee e/o arbusti.

Campi di applicazione

Scarpate a pendenza sino a $40^\circ \div 45^\circ$ in rocce sciolte (ghiaie, argille).

Sin dall'installazione e per i primi mesi dell'applicazione presenta notevole resistenza.

Materiali impiegati

- Stuoia in filo di cocco intrecciato
- Staffe o picchetti in ferro acciaioso $\varnothing 8$ mm piegati a U, L = 20 ÷ 40 cm o in legno
- Talee
- Arbusti autoctoni
- Miscela di sementi (40 g/m²)

Modalità di esecuzione

- Regularizzazione della scarpata mediante allontanamento di eventuali apparati radicali ed eliminazione di avvallamenti e piccoli dossi (irregolarità superficiali)
- Formazione di un solco di 20 / 30 cm a monte della scarpata
- Posizionamento di un'estremità della stuoia all'interno del solco, fissaggio con staffe e copertura del solco con terreno
- Semina
- Stesura della stuoia lungo la scarpata e sovrapposizione dei teli contigui di almeno 10 cm
- Fissaggio della stuoia con staffe a U o picchetti o talee lungo le sovrapposizioni dei vari teli utilizzati e al centro della stessa. La densità dei picchetti aumenta all'aumentare della pendenza della scarpata: $< 30^\circ$ 1 picchetto per m², $\geq 30^\circ$ 2-3 picchetti per m² ed è in funzione della consistenza del substrato
- Ricopertura dei bordi e fissaggio della stuoia al piede della scarpata
- Messa a dimora di talee mediante infissione e/o arbusti mediante taglio a croce della stuoia
- Eventuale semina di ricalzo, concimazione e irrigazione

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • La stuoia di cocco è più facilmente abbinabile a talee che non alla messa a dimora di arbusti per la relativa difficoltà dell'operazione • Le stuoie fino alla messa in opera devono essere conservate in ambiente idoneo, onde evitare l'umidità e l'imbibizione di acqua
Limiti di applicabilità
Scarpate a substrato litoide e con pendenza superiore ai 45°.
Vantaggi
Protezione immediata della superficie, robustezza del materiale che ne facilita l'impiego, notevole durata nel tempo (minima 5-6 anni) ma completa degradazione finale della stuoia.
Svantaggi
Maggiore rigidità rispetto alle altre biostuoie e quindi necessità di superfici più regolarizzate. La stuoia drena l'acqua e non si presta quindi in situazioni climatiche di forte aridità.
Effetto
Protezione immediata della superficie e media durata del materiale. Le maglie della stuoia consentono alle piante erbacee di svilupparsi pur garantendo la funzione meccanica antierosiva data la media durata del materiale. Il materiale terroso sottostante la stuoia viene trattenuto, impedendone così il trascinarsi verso valle.
Periodo di intervento
Le stuoie possono essere posizionate in qualsiasi periodo dell'anno. Qualora vi siano abbinati semine e piantagioni i periodi di riferimento sono quelli primaverili-autunnali. Sono da evitarsi i periodi di gelo invernale e aridità estiva.

Possibili errori

- Insufficiente picchettatura della stuoia al terreno (tipo di picchetto, lunghezza, quantità al m²)
- Errata sovrapposizione dei teli contigui
- Utilizzo di materiale deteriorato da lunga permanenza in ambiente umido
- Scelta errata delle sementi e delle specie arbustive
- Errato periodo di semina e quindi rischio di distacco

Voce di Capitolato

Biotessile in cocco

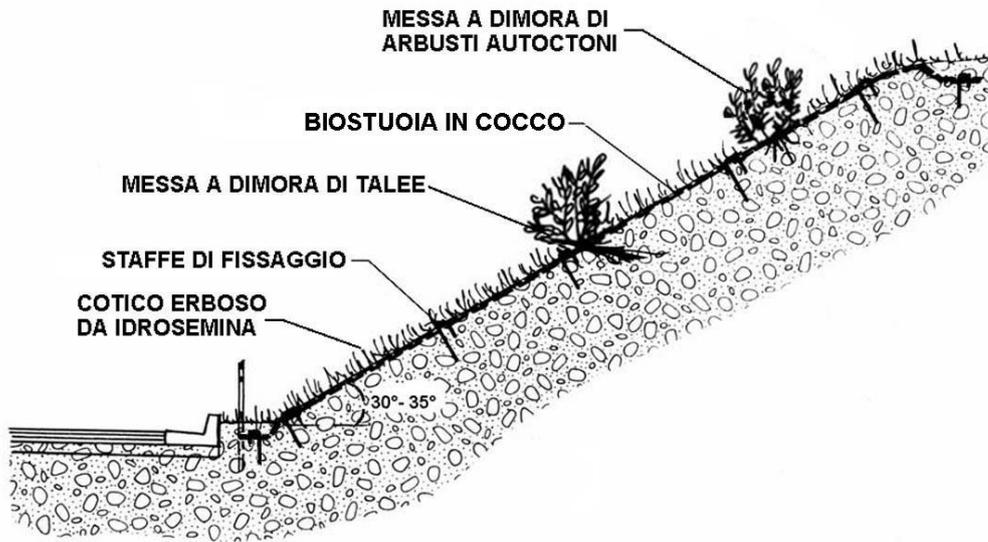
Rivestimento di scarpate mediante stesura di stuoia biodegradabile in fibra di cocco con le seguenti caratteristiche minime:

- massa areica 400 g/m²;
- resistenza longitudinale a trazione 10 kN/m;
- maglia 1x1 cm.

Il rivestimento verrà fissato alle estremità, a monte e al piede della sponda o della scarpata, in un solco di 20 - 30 cm, mediante staffe e successivo ricoprimento col terreno precedentemente scavato. La biostuoia verrà posata srotolandola lungo le linee di massima pendenza e fissandola alla scarpata, con picchetti a T o staffe realizzate con tondino ad aderenza migliorata in ferro acciaioso piegato a "U" Ø 8 mm, L = 20 - 40 cm, oppure con talee di lunghezza minima 50 cm, in quantità e di qualità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della biostuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso. A tale proposito, la densità dei picchetti dovrà essere direttamente proporzionale alla pendenza della scarpata ed in funzione della consistenza del substrato (<30°, 1 picchetto per m², ≥30°, 2-3 picchetti al m²). I teli contigui saranno sormontati di almeno 10 cm e picchettati ogni 50 cm, nel caso di sponde con sormonti effettuati a tegola tenendo conto della direzione di scorrimento dell'acqua. La posa del rivestimento dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici.

Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad una semina o idrosemina con miscela di sementi (40 g/m²), con le modalità di cui ai punti precedenti, e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone, corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

Sezione tipo



Foto



Stuoia in fibra di cocco, Tresa – Canton Ticino, 2004 - Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Rivestimento di scarpate soggette a erosione superficiale con stuoia tridimensionale costituita da filamenti sintetici aggrovigliati in modo da trattenere le particelle di materiale inerte terroso.

La stuoia viene assicurata al terreno mediante l'infissione di picchetti e interrata in solchi appositamente approntati sia a monte che a valle del versante.

La stuoia deve essere abbinata ad un intasamento con materiale inerte terroso e ad una semina o idrosemina.

Possono essere messe a dimora anche talee ed arbusti autoctoni.

Campi di applicazione

Rivestimento di scarpate molto regolari, prive di asperità e con scarsità di terreno vegetale. Zone a contatto costante con acqua.

Materiali impiegati

- Geostuoia sintetica tridimensionale in fili aggrovigliati di nylon, polipropilene, polietilene e polietilene ad alta densità di spessore da 9 mm a 25 mm (EN 965), annerita al nero fumo per attenuare l'aggressione da parte dei raggi UV
- Picchetti in ferro o staffe metalliche ad U Ø min. 6 mm
- Inerte terroso fine
- Sementi (40 g/m²)
- Arbusti o talee

Modalità di esecuzione

- Regolarizzazione della scarpata mediante allontanamento di eventuali apparati radicali e eliminazione di avvallamenti e piccoli dossi (irregolarità superficiali)
- Formazione di un solco di almeno 30 cm di profondità a monte della scarpata
- Posizionamento di un'estremità della geostuoia all'interno del solco, fissaggio con staffe e copertura del solco con terreno
- Stesura della geostuoia lungo la scarpata e sovrapposizione dei teli contigui di almeno 10 cm, assicurandosi che la stessa sia a contatto con il terreno sottostante, senza essere troppo tesa
- Fissaggio della stuoia con staffe o picchetti a U lungo le sovrapposizioni dei vari teli utilizzati e al centro della stessa. La densità dei picchetti aumenta all'aumentare della pendenza della sponda o scarpata: < 30° 1 picchetto per m², ≥ 30° 2-3 picchetti per m² ed è in funzione della consistenza del substrato
- Ricopertura dei bordi e fissaggio della stuoia al piede della scarpata
- Semina
- Intasamento con inerte terroso
- Eventuale messa a dimora di talee mediante infissione e di arbusti mediante taglio della stuoia

<ul style="list-style-type: none"> • Eventuale semina di ricalzo, concimazione e irrigazione
Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • Geostuoie adiacenti devono essere sormontate lateralmente per almeno 10 cm • L'operazione di intasamento della stuoia con inerte terroso a granulometria fine, va fatta con cura, infatti l'inerte va steso sulla stuoia con spazzoloni, in modo da intasare la stuoia stessa, senza seppellirla • La stuoia lavora in abbinamento col cotico erboso ed è quindi necessario effettuare la posa nel periodo adatto alle semine. In caso di mancato o parziale attecchimento la semina va ripetuta
Limiti di applicabilità
Scarpate a substrato irregolare e con pendenza superiore ai 45°.
Vantaggi
Di rapida esecuzione; immediato e duraturo effetto antierosivo superficiale.
Svantaggi
Maggiore rigidità rispetto ad altre stuoie e quindi necessità di superfici più regolarizzate; permanenza del materiale sintetico sul terreno; visibilità antiestetica della stuoia in caso di mancato sviluppo del cotico erboso; aggredibilità da parte dei raggi UV e dall'effetto gelo-disgelo, in particolare per le plastiche più scadenti e quindi scarsa durata nel tempo.
Effetto
<p>Protezione immediata e permanente della superficie. Il rapporto pieno-vuoto della stuoia consente alle piante erbacee di svilupparsi completando la funzione meccanica antierosiva della stuoia.</p> <p>Il materiale terroso sottostante la stuoia viene trattenuto, impedendone così il trascinarsi verso valle.</p>
Periodo di intervento
<p>Le stuoie possono essere posizionate in qualsiasi periodo dell'anno.</p> <p>Qualora vi siano abbinate semine e piantagioni i periodi di riferimento sono quelli primaverili-autunnali. Sono da evitarsi i periodi di gelo invernale e aridità estiva.</p>
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Mancato intasamento con inerte terroso • Insufficiente picchettatura • Inefficienti sormonti e fissaggi in testa o al piede • Scelta errata delle sementi e delle specie arbustive • Semine in periodo sbagliato e quindi rischio di distacchi

Voce di Capitolato

Geostuoia tridimensionale sintetica

- a) nylon
- b) polipropilene
- c) polietilene
- d) polietilene ad alta densità

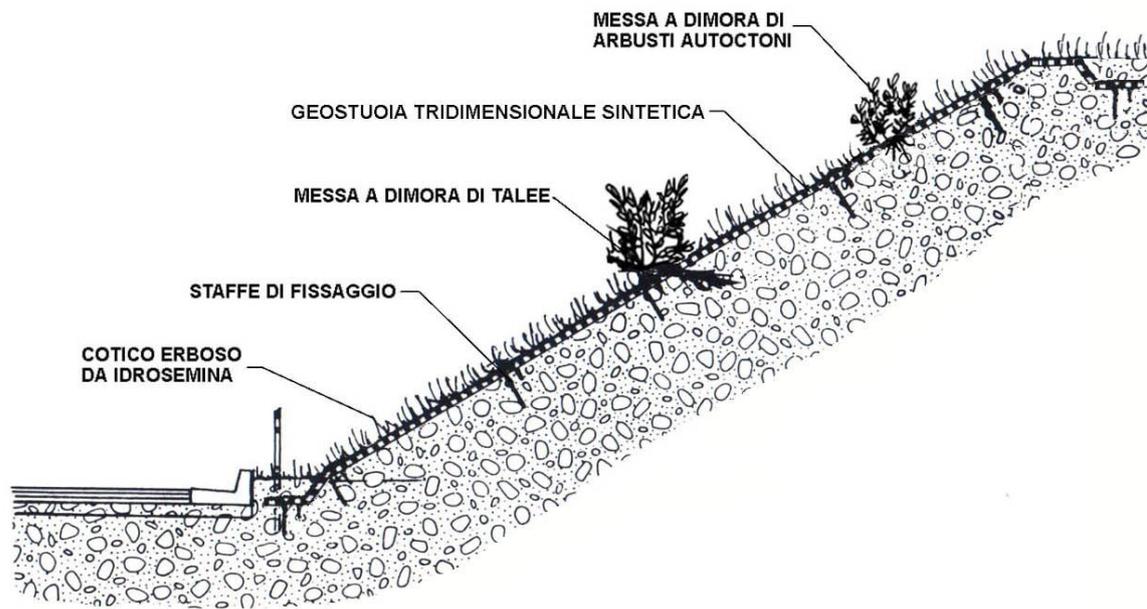
Rivestimento di scarpate o di sponde mediante stesura di geostuoia tridimensionale in materiale sintetico (nylon, polipropilene, polietilene e polietilene ad alta densità) in possesso di totale inerzia chimica, con le seguenti caratteristiche minime:

- spessore variabile in funzione della pendenza della scarpata ed di altre condizioni locali da 9 mm a 25 mm (EN 965);
- grado di vuoto non inferiore al 90%;
- resistenza a rottura a trazione longitudinale non inferiore a 0,7 kN/m (EN ISO 10319);
- resistenza a rottura a trazione trasversale non inferiore a 0,7 kN/m (EN ISO 10319);
- limitata riduzione della flessibilità o della resistenza per una temperatura compresa tra -15° e + 60°;

con fissaggio della stessa mediante interro alle estremità in apposito solco per almeno 30 cm e picchettature con staffe o picchetti, di qualità, dimensioni e quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della stuoia sino ad accrescimento avvenuto del cotico erboso, normalmente in ferro acciaioso piegati a "U" Ø 6 – 12 mm, L = 15 – 50 cm, o in legno L = 30 – 70 cm, oppure con talee di lunghezza minima 50 cm. La densità dei picchetti dovrà essere direttamente proporzionale alla pendenza della scarpata ed in funzione della consistenza del substrato.

Nei casi di stesura per fasce parallele lungo sezione, dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm effettuati a tegola tenendo conto della eventuale direzione di scorrimento dell'acqua. Tali rivestimenti devono essere sempre abbinati ad un intasamento con uno strato di terreno vegetale e ad una semina con miscela di sementi (40 g/m²), con le modalità di cui ai punti precedenti e possono essere seguiti dalla messa a dimora di specie arbustive autoctone corredate da certificazione di origine, previa opportuna esecuzione di tagli a croce nel rivestimento.

Sezione tipo



Foto



Stesura geostuoia tridimensionale sintetica, Linea direttissima RM-FI, Valdarno 1991 - Foto P. Cornolini

Descrizione sintetica

Rivestimento di versanti in terra mediante struttura sintetica tridimensionale a forma di celle esagonali, che nel complesso rappresentano una struttura a “nido d’ape”.

Le celle vengono completamente riempite con terreno vegetale e successivamente viene eseguita una semina ed eventualmente messi a dimora arbusti autoctoni e talee.

Campi di applicazione

Versanti ripidi, con scarso terreno vegetale e limitato spazio a disposizione.

Materiali impiegati

- Geocelle in non tessuto poliestere o in polietilene estruso
- Picchetti di ferro acciaioso sagomati ad U di lunghezza 40-50 cm
- Terreno vegetale
- Semina
- Arbusti autoctoni in zolla o talee prelevate dal selvatico

Modalità di esecuzione

- Regolarizzazione della superficie e allontanamento di apparati radicali, pietrame, ecc.
- Formazione di uno scavo a monte del versante
- Fissaggio delle strisce all’interno del solco con picchetti sagomati a U
- Stesura delle strisce di geocelle lungo il versante e loro apertura a fisarmonica
- Fissaggio delle celle lungo il versante con picchetti sagomati a U (dovranno risultare celle di forma esagonale)
- Riempimento con terreno vegetale
- Semina a spaglio o idrosemina
- Messa a dimora di specie arbustive autoctone in zolla o per talea con prelievo in loco dal selvatico

Prescrizioni

- La quantità minima di picchetti deve essere di 1 ogni 2 celle
- Ulteriori ancoraggi saranno effettuati lungo il versante in ragione di almeno due ancoraggi/m²

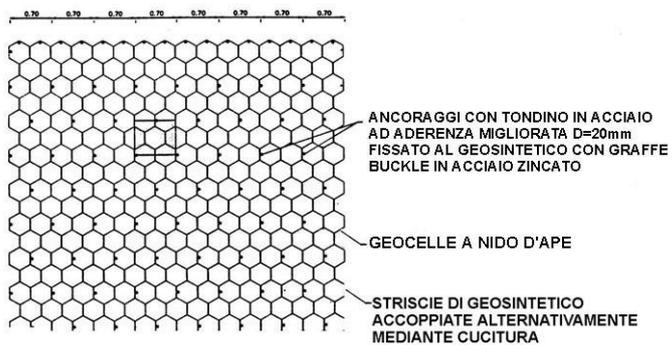
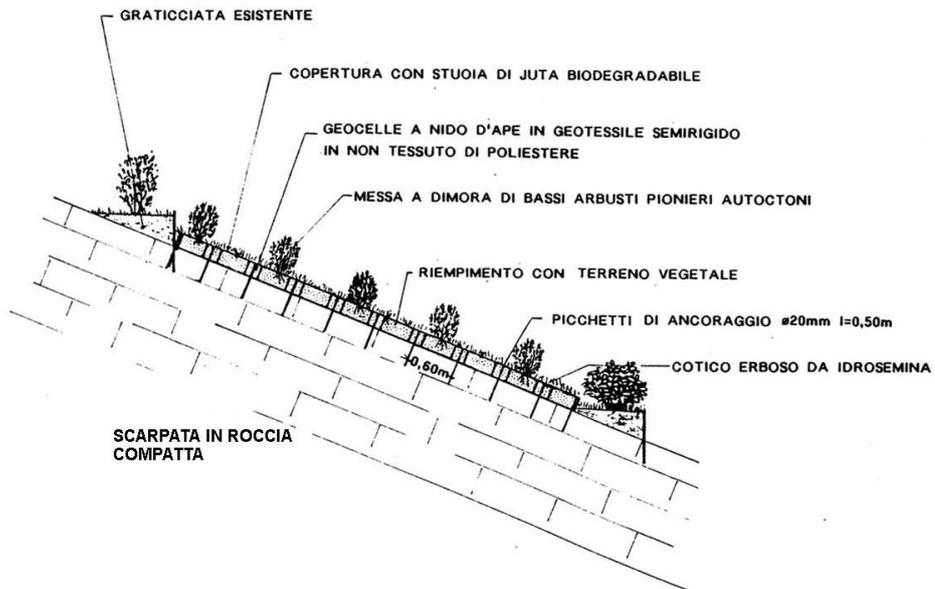
Limiti di applicabilità

Pendenza della scarpata superiore a 40°

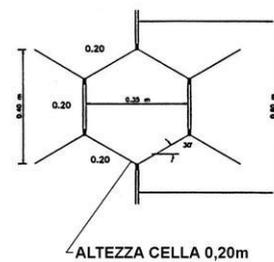
Vantaggi
Struttura elastica, che si adatta al terreno. E' un rivestimento di tipo elastico.
Svantaggi
Limitata altezza costruttiva.
Effetto
Contenimento e rinforzo del terreno superficiale.
Periodo di intervento
Le geocelle possono essere posizionate in qualsiasi periodo dell'anno. Qualora vi siano abbinate semine e piantagioni i periodi di riferimento sono quelli primaverili-autunnali. Sono da evitarsi i periodi di gelo invernale e aridità estiva.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Insufficiente picchettatura

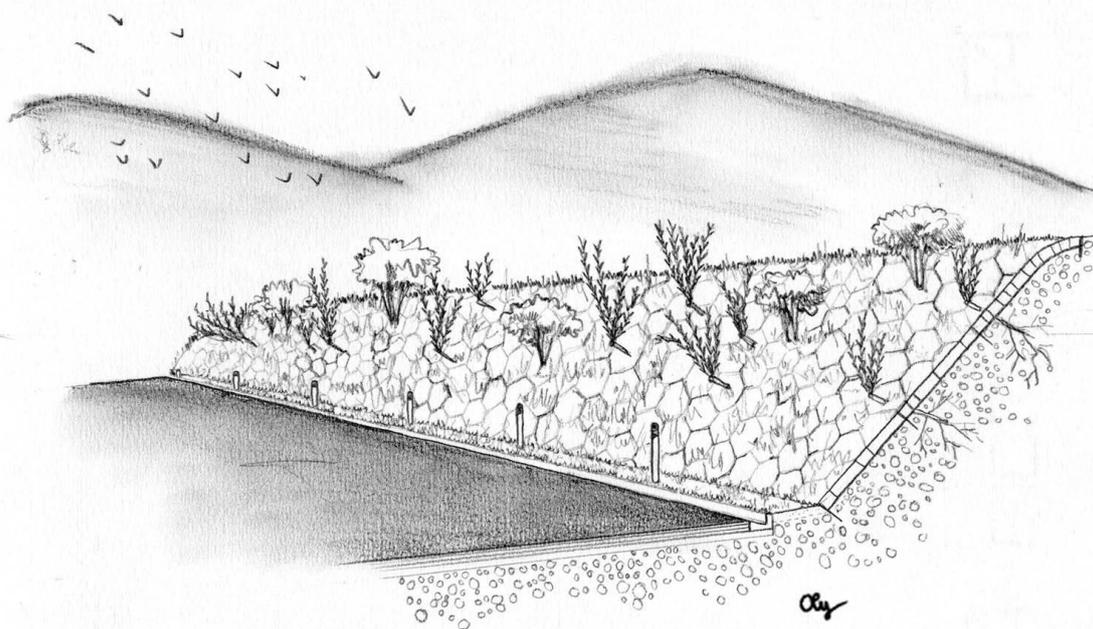
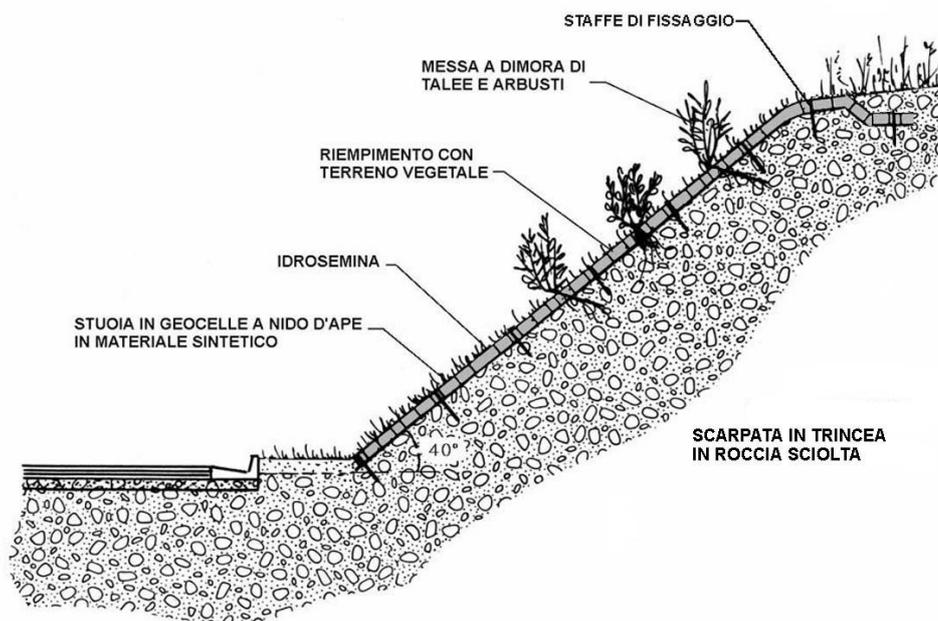
Voce di Capitolato
<p><i>Geocelle a nido d'ape in materiale sintetico</i></p> <p>a) non tessuto poliestere b) polietilene ad alta densità estruso</p> <p>Protezione di scarpate in terra mediante struttura sintetica a geocelle a nido d'ape costituita da strisce di altezza minima 100 mm apribili a fisarmonica e collegate tra loro a formare una struttura tridimensionale a celle di forma ovoidale, romboidale o esagonale aventi diametro compreso tra 100 e 500 mm. La connessione tra strisce adiacenti dovrà essere di tipo aperto, in modo da consentire il collegamento idraulico tra le celle ed impedire il ristagno dell'acqua. La posa delle geocelle dovrà avvenire su scarpate stabili precedentemente regolarizzate e liberate da radici, pietre, ecc. I pannelli andranno fissati in trincea in sommità con picchetti di ferro acciaioso sagomati ad "U" o "L" di diametro non inferiore a 14 mm e in quantità variabile da 1 a 5 per m² e di dimensioni tali da garantire la stabilità e l'aderenza della geostuoia sino ad accrescimento avvenuto delle piante. Effettuata la posa si procederà al completo riempimento con terreno vegetale e quindi alla semina con le modalità di cui ai punti precedenti. In determinate condizioni di pendenza e di granulometria del terreno di riempimento le geocelle andranno rivestite in superficie con una stuoia di juta con funzione antierosiva. L'intervento va di regola abbinato con la messa a dimora di specie arbustive autoctone in zolla corredate da certificazione di origine o per talea con prelievo in loco dal selvatico.</p>

Sezione tipo



PARTICOLARE CELLA







Stesura geocelle a nido d'ape - Foto G. Sauli



Geocelle a nido d'ape su rilevato, Caresana (TS), 2003 - Foto V. Zago



Geocelle a nido d'ape, Strada per Flumendosa (CA), 2003 - Foto G. Sauli

Rete metallica a doppia torsione

8

Descrizione sintetica

Rivestimento di scarpate in roccia soggette a erosione, con distacco di materiale lapideo di varie dimensioni mediante stesura di rete metallica zincata e/o plastificata, adeguatamente ancorata al substrato con tondini di ferro ad aderenza migliorata.

Gli ancoraggi possono essere collegati da funi in acciaio per aumentare l'efficacia dell'intervento e contrastare le sollecitazioni a cui è sottoposta la rete per il distacco di materiale roccioso.

Campi di applicazione

Scarpate formate da ammassi rocciosi particolarmente instabili soggetti ad alterazione.

Materiali impiegati

- Rete metallica a doppia torsione
- Chiodi in tondino di ferro acciaiato, ad aderenza migliorata di diametro minimo 24 mm, aventi lunghezza infissa non inferiore a 40 cm e con l'estremità libera sagomata ad "U" o barre filettate con flangia e dado
- Boiacatura con miscela acqua e cemento
- Funi d'acciaio
- Idrosemina a spessore o semina a strato

Modalità di esecuzione

- Regolarizzazione della superficie con allontanamento del materiale più instabile
- Stesura della rete lungo la scarpata
- Fissaggio della rete in testa mediante chiodi e corda d'acciaio
- Fissaggio della rete lungo la scarpata mediante chiodi in ferro eventualmente assicurati al substrato con malta cementizia
- Sovrapposizione dei teli contigui e loro unione con filo di ferro
- Eventuale collegamento dei punti di ancoraggio con una fune in acciaio
- Eventuale fissaggio della parte di rete al piede della scarpata
- Idrosemina a spessore

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • La rete deve essere ben adattata alle irregolarità della superficie • La quantità di ancoraggi varia a seconda del substrato, e non deve comunque essere inferiore a 1 ancoraggio/m² • È necessaria una periodica pulitura della parte bassa della rete, dove si ha l'accumulo del materiale sciolto • Il dimensionamento delle maglie della rete deve essere valutato in rapporto alle dimensioni del materiale che si vuole intercettare
Limiti di applicabilità
Distacco di massi troppo grossi o di quantità eccessive di roccia anche sciolta.
Vantaggi
Fuzionalità immediata. Vengono intercettati e trattenuti i sassi che si staccano dal pendio.
Svantaggi
Presenza permanente della rete metallica con pericolo per gli animali su scarpate a bassa pendenza.
Effetto
Protezione immediata della superficie rocciosa.
Periodo di intervento
Le reti possono essere posizionate in qualsiasi periodo dell'anno. Qualora vi siano abbinate le semine i periodi di riferimento sono quelli primaverili-autunnali. Sono da evitarsi i periodi di gelo invernale e aridità estiva.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Insufficiente ancoraggio della rete alla superficie rocciosa • Non sovrapposizione e cucitura dei teli contigui

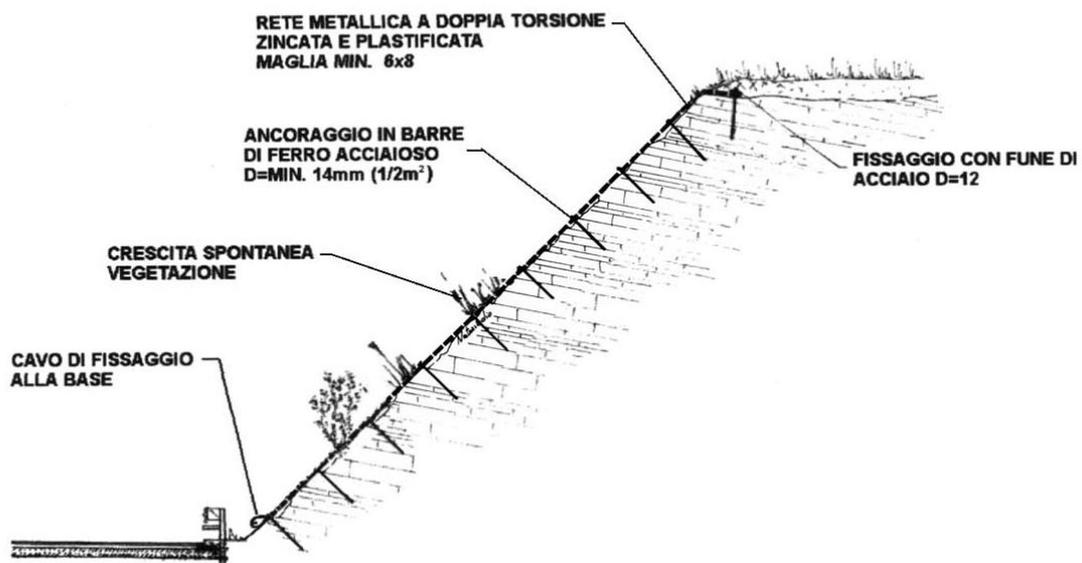
Voce di Capitolato

Rete metallica a doppia torsione

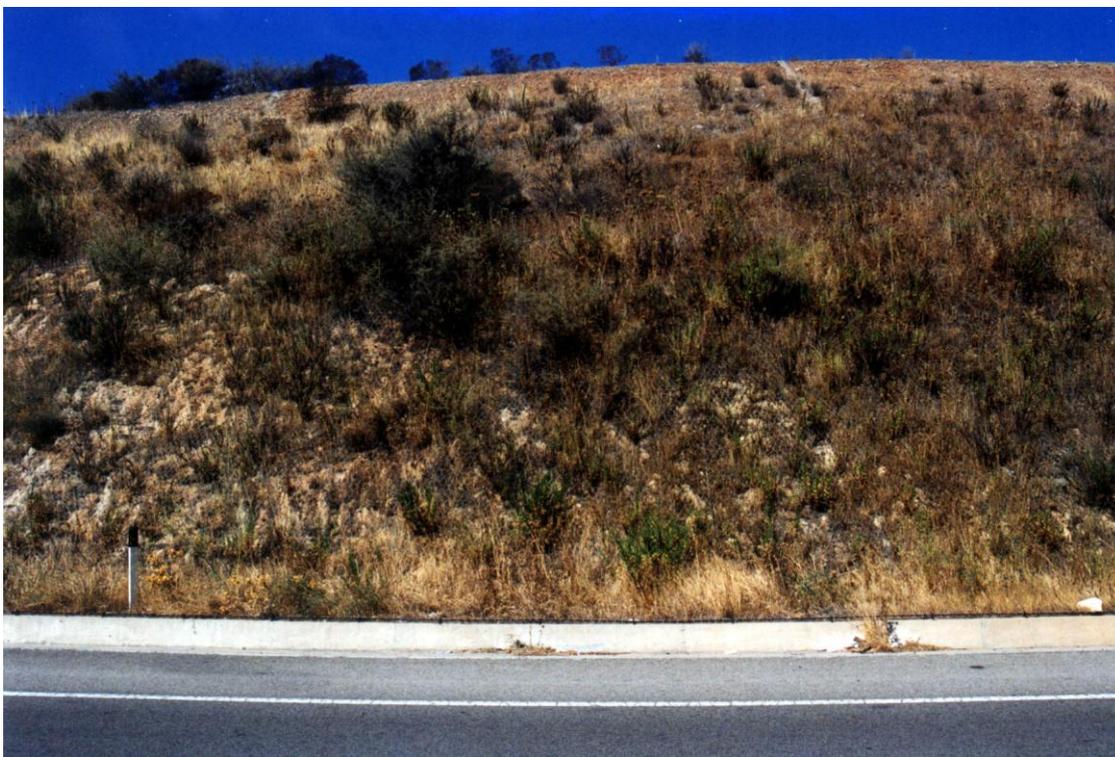
Rivestimento di superfici in rocce poco compatte, più o meno degradate superficialmente e soggette ad erosione accelerata, mediante stesura di rete metallica a doppia torsione di maglia tipo 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3) e filo di diametro 2,7/3,7 mm (conforme alle UNI EN 10218) protetto con galvanizzazione in lega Zn-Al 5% MM (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab 2, minimo 255 gr/m²) e plasticatura (conforme alle UNI EN 10245-2 e/o 3), il tutto debitamente teso ed ancorato al substrato. L'ancoraggio sarà a mezzo di barre in tondino di ferro acciaioso, ad aderenza migliorata di diametro minimo 24 mm, inserite in fori praticati nella roccia fino ad approfondirsi nel livello compatto per una lunghezza non inferiore a 40 cm e con l'estremità libera filettata su cui viene montata una piastra con relativo bullone per il fissaggio in aderenza della rete. Le barre verranno solidarizzate alla roccia mediante boiaccatura con miscela acqua e cemento. Gli ancoraggi andranno realizzati con densità tale da garantire la stabilità e l'aderenza della rete ed inoltre il fissaggio in testa e al piede andrà garantito anche a mezzo fune d'acciaio Ø 12 mm, al fine di trasferire correttamente le sollecitazioni dalla rete agli ancoraggi e consentire lo svuotamento quando necessario. Lungo le giunzioni tra teli contigui dovrà essere garantita la continuità mediante cuciture con filo di ferro zincato/plastificato di diametro uguale al filo della rete o con punti metallici meccanizzati per le operazioni di legatura che saranno costituiti sempre in acciaio a forte zincatura con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm².

Tale rivestimento andrà abbinato con idrosemina a spessore ed ha unicamente una funzione di stabilizzazione superficiale finalizzata al controllo dell'erosione.

Sezione tipo



Foto



Rete metallica con funzione antierosiva, Nuova SS195, Km per Pula (CA) - 2003 - Foto G. Sauli

Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione galvanizzata (e plastificata) e biostuoie

9

Descrizione sintetica

Copertura di versanti soggetti a erosione mediante la stesura di biostuoie - biofeltri sormontati da una rete metallica a doppia torsione zincata e plastificata.

Rete e stuoie vengono fissati al terreno mediante picchetti o barre metalliche, legati a monte e a valle con una fune di acciaio. Nel caso di versanti molto ripidi e particolarmente friabili, tutti i picchetti della superficie vengono collegati mediante fune d'acciaio per migliorare l'aderenza al substrato.

Il rivestimento viene abbinato a idrosemina a spessore e messa a dimora di arbusti autoctoni e di talee di specie con capacità di propagazione vegetativa.

Campi di applicazione

Versanti in roccia molto ripidi o in roccia friabile con terreni poco evoluti.

Materiali impiegati

- Biotessili di grammatura minima 300 g/m² (possono anche essere preseminati)
- Picchetti in acciaio (di dimensioni dipendenti dal tipo di substrato)
- Rete metallica a doppia torsione di maglia minima 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3) in filo di diametro minimo 2,7 mm (conforme alle UNI EN 10218)
- Fune di acciaio
- Idrosemina a mulch o a spessore
- Talee e/o arbusti autoctoni

Modalità di esecuzione

- Regolarizzazione del versante con allontanamento di radici, massi, riduzione dossi e riempimento avvallamenti
- Stesura per file parallele dei teli di biostuoia, avendo cura di sovrapporre lateralmente i teli per almeno 10 cm
- Fissaggio della stuoia a monte e lungo il versante mediante picchetti in acciaio, secondo quantità variabili dipendenti dalla pendenza del versante stesso
- Stesura e fissaggio della rete metallica a doppia torsione al disopra della geostuoia
- Qualora si renda necessario per motivi di ancoraggio dei tondini, gli stessi dovranno essere posti in opera previa perforazione e successiva boiacatura con miscela di acqua e cemento
- Legatura dei tondini, dotati di anello, mediante fune di acciaio sia a monte che a valle del versante
- Idrosemina a mulch o a spessore con miscela di specie idonee alla località
- Messa a dimora di talee e arbusti, previa formazione nelle stuoie di un taglio a croce

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • Biostuoie e rete metallica dovranno essere perfettamente aderenti al substrato • Le idrosemine devono essere eseguite a rivestimento completato con miscela di specie idonee alla località • Le talee devono al meglio avere una lunghezza non inferiore a 0,8-1 m, rispettando il verso di crescita • La parte fuori terra dovrà essere potata a circa 10-15 cm dal terreno
Limiti di applicabilità
<p>Gli interventi su roccia friabile e sino a 40° consentono oltre le semine, la messa a dimora di talee e piante radicate.</p> <p>Gli interventi su rocce solidali consentono il solo impiego di idrosemine.</p>
Vantaggi
Rivestimento rapido di versanti soggetti a erosione superficiale.
Svantaggi
Costo elevato e scarsa possibilità di rivegetazione
Effetto
Rivestimento immediato delle superfici e trattenimento del materiale lapideo sciolto e valido effetto visuale.
Periodo di intervento
<p>Per un miglior risultato la raccolta e l'inserimento di talee di salice deve avvenire durante il periodo di riposo vegetativo.</p> <p>La stesura di reti e biostuoie può avvenire in qualsiasi momento dell'anno, mentre le semine dovranno venire eseguite in primavera o autunno con esclusione dei mesi di aridità estiva e gelo invernale.</p>
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Insufficiente picchettatura della stuoia al terreno (tipo di picchetto, lunghezza, quantità al m²) • Errata sovrapposizione dei teli contigui • Utilizzo di materiale deteriorato da lunga permanenza in ambiente umido

Voce di Capitolato

Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione galvanizzata e plastificata e biostuoie

- a) in paglia
- b) in cocco
- c) in fibre miste
- d) in trucioli di legno

Rivestimento di superfici in rocce sciolte (21.1) o compatte più o meno degradate superficialmente (21.2), mediante stesura di biotessili di grammatura minima 300 g/m^2 , eventualmente preseminati e preconciati abbinati con rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale tipo 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3) in filo di diametro minimo 2,7 mm (conforme alle UNI EN 10218) protetto con lega Zn-Al 5%-MM (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab 2, minimo 255 gr/m^2) ed eventuale rivestimento plastico (conforme alle EN 10245-2 e/o 3) di spessore nominale 0,4 mm.

Il biotessile potrà essere collegato alla rete metallica in fase di produzione della rete metallica stessa.

Le superfici da trattare per il rivestimento dovranno essere liberate da radici, pietre, ecc. ed eventuali vuoti andranno riempiti in modo da ottenere una superficie uniforme affinché la biostuoia e la rete metallica possano adagiarsi perfettamente al suolo.

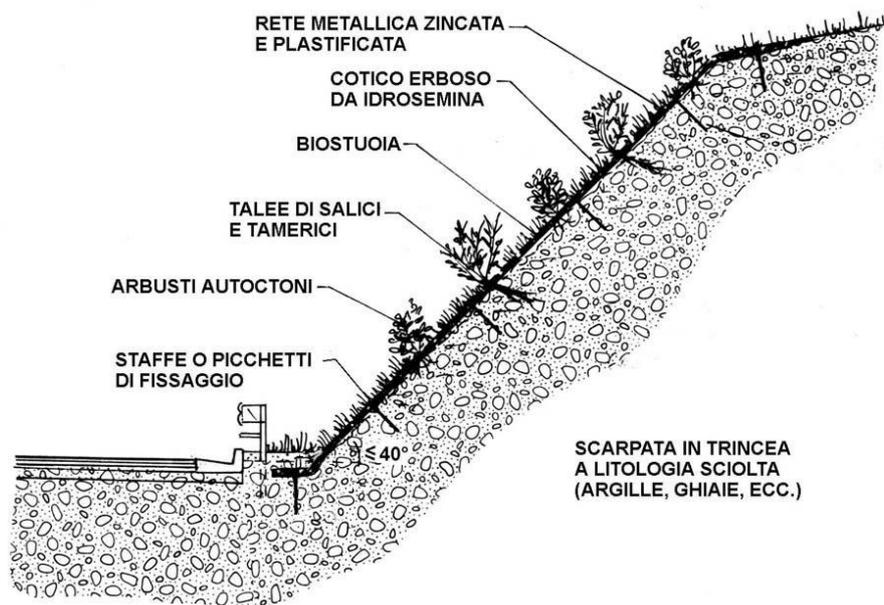
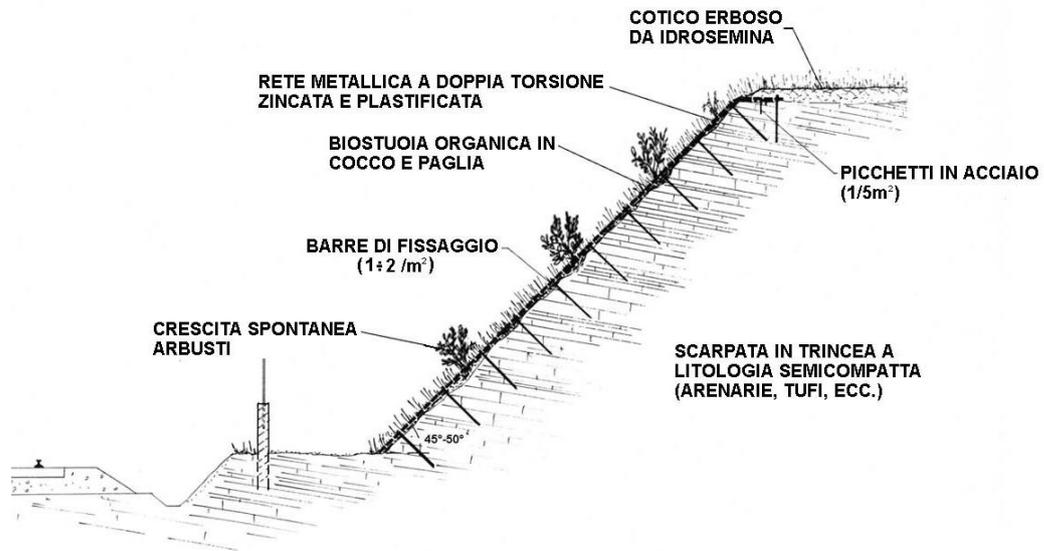
In un primo tempo si stenderà sulla pendice la biostuoia che verrà picchettata a monte, mentre i teli verranno stesi verticalmente uno vicino all'altro con una sovrapposizione di circa 5-10 cm onde evitare l'erosione fra le fasce.

La picchettatura in scarpata sarà in ragione di 1-2 picchetti/ m^2 ; gli stessi saranno metallici a forma di cambretta o a T, formati con tondino d'acciaio del \varnothing di 6 mm e della lunghezza di 20 cm.

Successivamente verrà fissata al terreno la rete metallica: essa verrà picchettata a monte e lungo le fasce con picchetti d'acciaio a T, della lunghezza di 50 - 100 cm e dello spessore di 12 - 14 mm (in funzione della consistenza del terreno di posa); la picchettatura sulla rete metallica sarà in ragione di 1 -2 picchetti/ m^2 a seconda della regolarità della superficie del terreno, inclusa eventuale perforazione e boiaccatura con miscela acqua e cemento, compreso il fissaggio in testa e al piede a mezzo fune d'acciaio; il tutto nelle quantità tali da garantire la stabilità e l'aderenza della rete alla scarpata. Nel caso di rocce particolarmente friabili verranno operate delle legature in fune d'acciaio anche tra i chiodi lungo la superficie a miglioramento dell'aderenza delle rete al substrato.

Tale rivestimento va in genere abbinato con un'idrosemina a mulch a forte spessore realizzata con le modalità descritte agli articoli precedenti, prima della posa del rivestimento.

Sezione tipo





Rivestimento vegetativo versanti in rete metallica e biostuoia, Valbruna (UD), 2004 - Foto G. Sauli



Particolare rivestimento vegetativo versanti in rete metallica e biostuoia, Valbruna (UD), 2015 - Foto G. Sauli

Rivestimento vegetativo a materasso preconfezionato

10

Descrizione sintetica

Materassi in rete metallica di moduli 1,00 x 2,00 x 0,23 m o 2,00 x 4,00 x 0,23 m e diaframmi con interasse 1 m. La struttura viene montata sul posto ed è rivestita internamente con stuoie o feltri organici e viene riempita con materiale inerte, terreno vegetale, ammendanti e concimanti. Il coperchio del materasso è rivestito a sua volta internamente con una stuoia organica o sintetica.

I moduli e le parti dei moduli vengono tenuti assieme da punti metallici in acciaio zincato, in modo tale da costituire una struttura continua monolitica, ancorata al substrato con barre metalliche.

La superficie esterna viene seminata o idroseminata e vengono messe a dimora talee e arbusti radicati.

Campi di applicazione

Rivestimento di scarpate rocciose con superfici regolarizzate.
Versanti in roccia sciolta o compatta con pendenza massima 45°.
Scarpate ferroviarie e stradali.

Materiali impiegati

- Materassi in rete metallica
- Stuoie e feltri organici e sintetici
- Inerte e terreno vegetale
- Punti metallici
- Barre metalliche
- Miscela di sementi per semina a spaglio o idrosemina
- Talee di salice e/o arbusti radicati

Modalità di esecuzione

- Posizionamento della base del materasso e rivestimento con biofeltro (biostuoia)
- Riempimento con materiale inerte e terreno vegetale
- Chiusura del coperchio in rete metallica del materasso foderato internamente con una stuoia organica o sintetica
- Unione dei vari moduli mediante impiego di punti metallici
- Ancoraggio con barre metalliche in quantità tali da garantire la stabilità degli elementi
- Semina a spaglio o idrosemina
- Inserimento a mazza delle talee di salice sui substrati sciolti
- Messa a dimora di arbusti radicati, previo taglio di alcune maglie della rete

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • Talee e arbusti vanno inseriti in preferenza in concomitanza di scarpate in roccia sciolta (ghiaie, sabbie) • La parte fuori terra delle talee dovrà essere potata a circa 10 cm dalla superficie del materasso • Numero, diametro e profondità delle barre di fissaggio sono da calcolarsi in funzione della litologia di supporto, inclinazione, piovosità, ecc.
Limiti di applicabilità
Inclinazione scarpata.
Vantaggi
Copertura di superfici in roccia compatta.
Svantaggi
Costi elevati in rapporto al luogo di realizzazione. Eccessivo geometrismo soprattutto nel primo periodo.
Effetto
Visivo puntuale.
Periodo di intervento
Per un miglior risultato la raccolta e l'inserimento di materiale vegetale vivo deve avvenire durante il periodo di riposo vegetativo.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Errata composizione del terreno di riempimento • Uso di non tessuti che impediscono la radicazione delle piante • Scelta errata del periodo semina • Scelta errata delle specie vegetali

Voce di Capitolato

Rivestimento vegetativo a materasso preconfezionato in rete metallica a doppia torsione zincata (e plastificata) con:

- a) Geostuoie tridimensionali in materiale sintetico
- b) Biostuoie - Biofeltri (paglia, cocco, fibre miste)

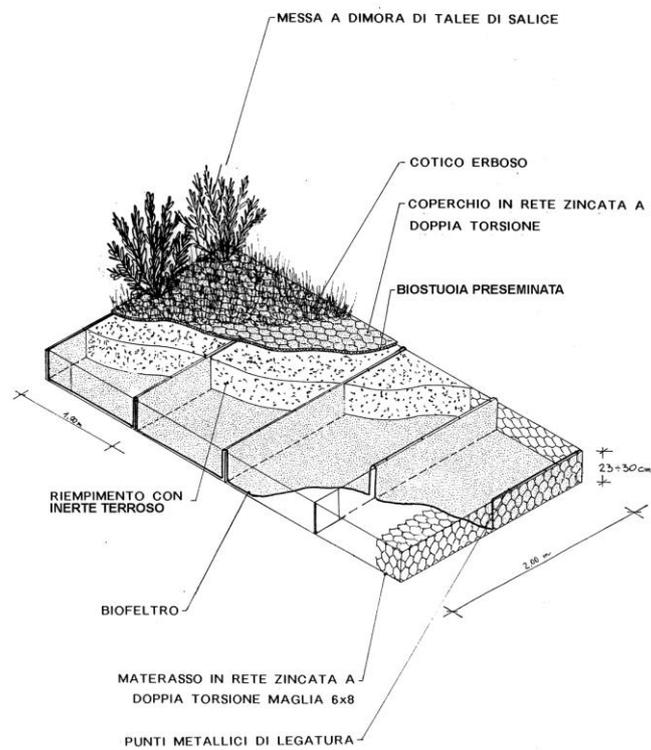
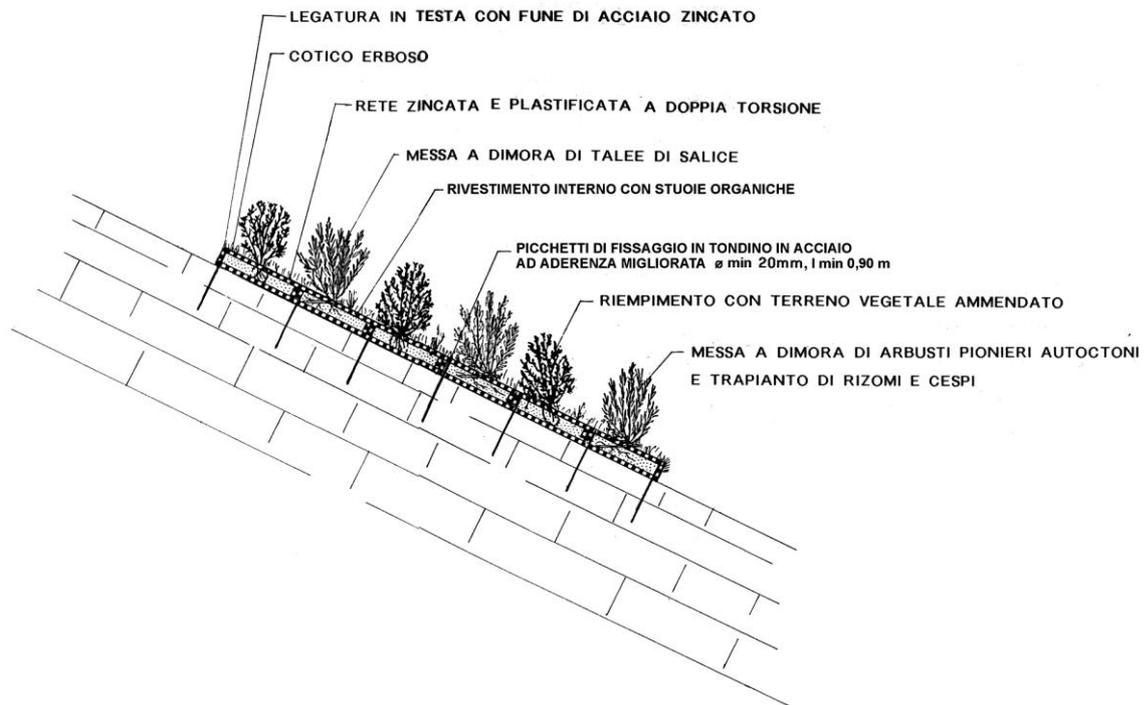
Rivestimento di superfici in rocce sciolte o compatte più o meno degradate superficialmente, mediante formazione di un materasso preconfezionato in rete metallica realizzato con una rete metallica zincata e plastificata a doppia torsione di maglia 8x10 cm e filo di diametro 2,7 mm, rivestito in PVC di spessore minimo di 0,4-0,5 mm. Il materasso avrà moduli di 1x 2 x 0,23 m o 2 x 4 x 0,23 m e diaframmi con interasse 1 m.

La struttura viene montata sul posto ed è rivestita internamente con stuoie o feltri organici e viene riempita con materiale inerte, terreno vegetale, ammendanti e concimanti. Il coperchio del materasso è rivestito a sua volta internamente con una stuoia organica o sintetica. I moduli e le parti dei moduli vengono tenuti assieme da punti metallici in acciaio zincato, in modo tale da costituire una struttura continua monolitica, ancorata al substrato con barre metalliche di diametro 20 mm zincate filettate, disposte in quantità di 1-2 per m², inserite nella roccia previa perforazione di profondità idonea a sostenere il peso del materasso e fissate mediante boiacatura.

Le barre in ferro acciaiolo zincato, devono essere filettate per consentire l'efficace appressaggio, mediante flangia e dado, del geocomposito costituito da rete e geostuoia. Il tutto debitamente teso ed ancorato.

Il materasso verrà rivegetato mediante idrosemina e messa a dimora di talee ed arbusti radicati di specie autoctone.

Sezione tipo





Rivestimento vegetativo a materasso, Tarviso (UD), 2000 - Foto G. Sauli

INTERVENTI STABILIZZANTI

Messa a dimora di talee	51
Piantagione di arbusti.....	57
Piantagione di alberi.....	64
Trapianto dal selvatico di zolle erbose o ecocelle.....	70
Trapianto di rizomi e di cespi.....	75
Viminata viva.....	80
Gradonata viva	86
Cordonata viva	93
Fascinata viva su pendio.....	99

Descrizione sintetica

Infissione di talee legnose e/o ramaglie di specie vegetali con capacità di propagazione vegetativa nel terreno o nelle fessure tra massi, inserimento in palificate vive, gabbioni e terre rinforzate.

E' classico l'impiego dei salici, ma anche di altre specie quali il ligustro e le tamerici, specie quest'ultima resistente a condizioni alterne di forte aridità e presenza di sali nel terreno.

Da non confondere con barbatelle e getti radicati che non consentono la lavorabilità della talea legnosa.

Campi di applicazione

Scarpate a pendenza limitata; interstizi e fessure di scogliere, muri, gabbionate, terre rinforzate; come picchetti vivi nella posa di reti, stuoie, fascinate, viminate.

Vasta applicabilità con esclusione di substrati litoidi e particolarmente xerici.

Materiali impiegati

- Getti non ramificati, di 2 o più anni, \varnothing 2 ÷ 5 cm, L = 0,50 ÷ 0,80 m, di piante legnose in genere arbustive con capacità di propagazione vegetativa (salici) da infiggere nel terreno
- Ramaglie vive di L 1 ÷ 5 m e \varnothing 1-5 cm da inserire in fase di costruzione in strutture quali: palificate vive, scogliere, gabbionate, terre rinforzate
- Talee e ramaglie vive per la realizzazione di gradonate, cordonate, fascinate, viminate ecc.
- Per le tamerici vengono usate di preferenza le ramaglie in fronda mentre la talea vera e propria ha minori capacità di rigetto

Modalità di esecuzione

- Infissione perpendicolare o leggermente inclinata delle talee nel terreno, mediante mazza in legno, previa eventuale formazione di un foro con una punta di ferro o previo taglio a punta della talea stessa
- L'infissione deve avvenire secondo il verso di crescita delle piante (parte più grossa verso il terreno)
- Dopo l'infissione o la messa in posto si pratica un taglio netto con cesoie da potatura
- Le talee devono sporgere dal terreno in genere per non più di 10-15 cm
- La densità di impianto varia a seconda della necessità di stabilizzazione (2 ÷ 10 talee per m²)
- Qualora le talee vengano poste nelle fessure di muri o scogliere, le fessure dovranno essere intasate con materiale fine, non necessariamente terreno vegetale
- Nel caso di inserimento in materassi, gabbionate e palificate vive l'inserimento va effettuato durante il riempimento con disposizione sparsa sulla superficie dei gabbioni stessi e le talee devono avere lunghezza tale da raggiungere il terreno naturale retrostante la struttura

<ul style="list-style-type: none"> • Anche nelle terre rinforzate l'inserimento va effettuato durante la costruzione per consentire il massimo approfondimento (sino a 3-4 m ma almeno 1-2 m) e quindi garantire le migliori condizioni di radicazione e quindi di efficacia naturalistica e funzionale
<p>Prescrizioni</p>
<ul style="list-style-type: none"> • La densità di impianto aumenta all'aumentare della pendenza del terreno: da 2-5 talee/m² a 5-10 talee/m² • Se le talee vengono raccolte molto tempo prima della messa a dimora, dovranno essere conservate in celle frigorifere a basse temperature (4-5°C) e 90 % di umidità o sommerse in vasche di acqua fredda • La messa a dimora va effettuata nei periodi di ripresa vegetativa con esclusione dei periodi di aridità estiva o gelo invernale
<p>Limiti di applicabilità</p>
<p>Altitudine e condizioni pedoclimatiche limite relativamente alle specie impiegate. Le varie specie di salici ad esempio coprono una vasta gamma di ambienti dal livello del mare sino ai 2000 m s.l.m. ed oltre, ma temono le condizioni di forte aridità dei climi stenomediterranei, la salinità del substrato (vicinanza al mare, terreni calanchivi), l'eccesso di ombreggiamento; le tamerici resistono meglio a tali condizioni ma non sono impiegabili a quote superiori ai 3-400 m s.l.m.</p>
<p>Vantaggi</p>
<p>Rivegetazione e stabilizzazione di superfici di neoformazione a basso prezzo, di semplice realizzazione ed approvvigionamento, con azione puntuale inizialmente ma estesa e coprente dopo lo sviluppo (6 mesi ÷ 1-2 anni).</p>
<p>Svantaggi</p>
<p>La stabilità della scarpata e il consolidamento superficiale del terreno sono limitati sino allo sviluppo di un adeguato apparato radicale. Vanno eseguite saltuarie potature di irrobustimento e sfoltimento per evitare popolamenti monospecifici. La intrinseca difficoltà di ritornare su opere collaudate può essere efficacemente superata programmando successivi approvvigionamenti per altre opere, prelevando appunto talee mediante potatura in aree di precedenti interventi.</p>
<p>Effetto</p>
<p>Copertura delle scarpate con cespugli. Effetto di drenaggio (i salici sono delle vere e proprie "pompe dell'acqua") dovuto ad assorbimento e traspirazione del materiale vivo impiegato. Più lunghe sono le talee conficcate nel terreno, maggiore è l'effetto stabilizzante/consolidante in profondità.</p>

Periodo di intervento

Periodo di riposo vegetativo.

Possibili errori

- Talee troppo corte (lunghezza inferiore a 50-60 cm) e quindi destinate a morire per appassimento o gelo
- Diametro della talea eccessivamente piccolo (molti vivaisti sono abituati ad usare talee verdi di legni del primo anno il cui attecchimento è efficace solo in condizioni controllate)
- Periodo troppo lungo tra raccolta e messa a dimora, esposizione prolungata al sole. In genere le talee e ramaglie vanno tagliate e messe in opera in giornata
- Le talee non vengono infisse nel terreno in contropendenza rispetto alla scarpata
- Le talee vengono infisse nel verso contrario a quello di crescita
- La parte che rimane al di fuori del terreno si secca perché troppo lunga e quindi eccessivamente esposta agli agenti atmosferici (gelo, vento, sole)
- Scelta del periodo di raccolta e messa a dimora inadeguato (es. periodo di fruttificazione per i salici; periodi di aridità estiva in genere)

Voce di Capitolato

Messa a dimora di talee

- a) Salici
- b) Tamerici
- c) altre specie

Fornitura e messa a dimora di talee legnose di specie arbustive idonee a questa modalità di trapianto vegetativo prelevate dal selvatico e messe a dimora nel verso di crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto al piano di scarpata. I materiali impiegati constano di talee di due o più anni di età, L min. 50-80 cm e \varnothing 2 – 5 cm e astoni (rami L 100-300 cm, dritti e poco ramificati) (Salici) e verghe e ramaglie vive (rami sottili L 1-5 metri e \varnothing 1-3 cm) (Tamerici).

Le talee verranno infisse a mazza di legno o con copritesta in legno, previa eventuale apertura di un foro con punta di ferro, e dovranno sporgere al massimo per un quinto della loro lunghezza, ed in genere non più di 10-15 cm e con almeno 3 gemme fuori terra, adottando, nel caso, un taglio netto di potatura dopo l'infissione.

La densità d'impianto dovrà essere di 2-10 talee per m² a seconda delle necessità di consolidamento.

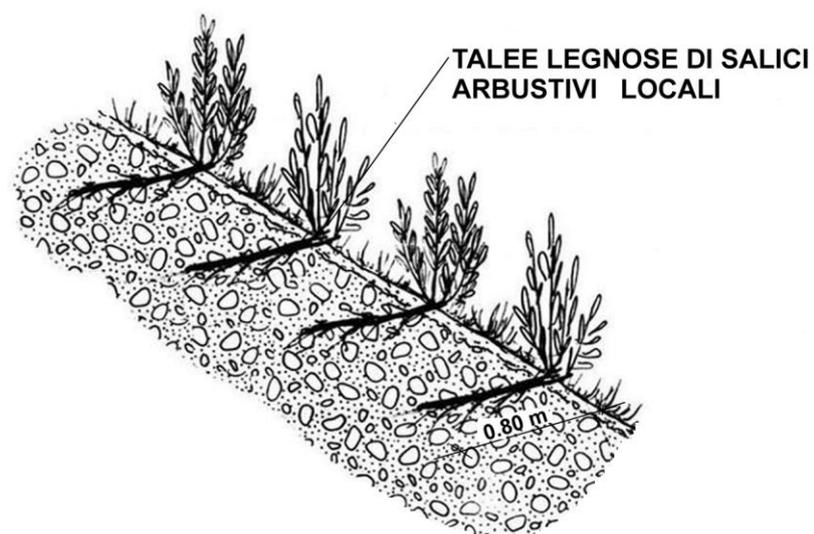
Le talee dovranno essere prelevate, trasportate e stoccate in modo da conservare le proprietà vegetative adottando i provvedimenti cautelativi in funzione delle condizioni climatiche e dei tempi di cantiere (copertura con teloni, immersione in acqua fredda, sotto la neve, in cella fredda-umida).

La messa a dimora dovrà essere effettuata di preferenza nel periodo invernale, con esclusione dei periodi di gelo, e a seconda delle condizioni stagionali anche in altri periodi con esclusione del periodo di fruttificazione.

La manutenzione prevederà un'attività di potatura saltuaria al fine di irrobustire gli apparati radicali e di periodici sfoltimenti per evitare popolamenti monospecifici. In seguito ad una possibile fallanza superiore al 30-40%, potrebbe rendersi necessaria un'opera di integrazione

dopo 1-2 anni.

Sezione tipo



Foto



Messa a dimora di talee incrociate, Sauris (UD), 2003 - Foto G. Sauli



Particolare talee incrociate dopo sei mesi, Sauris (UD), 2003 - Foto F. Domini



Gradonate vive con visione di una talea radicata, S. Caterina (UD), 2004 - Foto G. Sauli



Talea in ricaccio, Cadibona, 1999 - Foto F. Boccalaro

Descrizione sintetica

Messa a dimora di giovani arbusti autoctoni in zolla o in vasetto, di produzione vivaistica. La messa a dimora avviene in buche appositamente predisposte e di dimensioni opportune ad accogliere l'intera zolla o tutto il volume radicale della pianta. La piantagione deve avvenire secondo un sesto d'impianto irregolare e con specie diverse disposte a mosaico. Per i primi anni le piante devono essere dotate di palo tutore, pacciamatura alla base per ridurre la concorrenza con le specie erbacee e cilindro in rete per protezione dalla fauna. Il trapianto a radice nuda, molto usato nell'Europa centrale ed anche nelle zone alpine italiane è poco proponibile nelle regioni centro-meridionali, Lazio incluso.

Campi di applicazione

Superfici a bassa pendenza con presenza di suolo organico. Nei terreni privi di tale sostanza è opportuno preparare delle buche nel substrato minerale e riempirle con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atte a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero degli stadi corrispondenti della serie dinamica potenziale naturale del sito. Gli arbusti sono anche da abbinare con le stuoie, rivestimenti vari, grate e palificate, terre rinforzate ecc.

Materiali impiegati

- Arbusti da vivaio in zolla o contenitore; altezza compresa tra 0,30 e 0,80 m
- Dischi pacciamanti, o strato di corteccia di pino, al fine di limitare la concorrenza con le specie erbacee
- Pali tutori
- Reti di protezione antifauna

Modalità di esecuzione

- Allontanamento dei materiali non idonei
- Formazione di buche di dimensioni prossime a quelle dell'apparato radicale o della zolla
- Eventuale apporto di terreno vegetale, fibra organica, fertilizzanti ed ammendanti
- Posizionamento dell'arbusto nella buca
- Copertura della buca con il terreno
- Rincalzo e formazione di invito per la raccolta d'acqua o per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedo-climatiche
- Pacciamatura con biofeltri, dischi pacciamanti, corteccia di resinose, ecc.

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • Se a radice nuda, l'intervento deve essere effettuato esclusivamente durante il periodo di riposo vegetativo • Le specie devono essere autoctone e provenire da materiale da propagazione locale
Limiti di applicabilità
Assenza di terreno vegetale; eccesso di ombreggiamento; eccesso di aridità estiva.
Vantaggi
Esecuzione semplice, tecnica nota a qualsiasi impresa del verde.
Svantaggi
La stabilizzazione del terreno è limitata sino allo sviluppo di un adeguato apparato radicale e quindi tale condizione deve inizialmente essere garantita da altro materiale o tecnica. Nei primi anni necessitano di cure colturali.
Effetto
Con il tempo si forma un fitto reticolo radicale e una copertura vegetale di protezione dall'erosione. Aumenta la biodiversità, grazie anche all'instaurarsi di un ambiente idoneo ad ospitare numerose specie animali.
Periodo di intervento
Piante a radice nuda: durante il periodo di riposo vegetativo. Piante in zolla o contenitore: anche durante il periodo vegetativo con esclusione dei periodi di aridità estiva e di gelo invernale.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta errata delle specie rispetto alle condizioni pedo-climatiche, con conseguente elevata percentuale delle fallanze • Scelta errata del periodo di posa del materiale vegetale vivo • Mancate cure colturali iniziali (in genere necessita irrigazione di soccorso iniziale) • Specie non autoctona o non proveniente da materiale da propagazione locale

Piantazione di arbusti

- a) a radice nuda
- b) in zolla
- c) in contenitore
- d) in fitocella

L'azione di rinforzo della vegetazione arbustiva si esercita a profondità variabili da qualche decimetro fino a circa 1,5 m.

Su superfici di bassa pendenza tale tecnica può essere applicata anche da sola; su superfici più ripide può essere abbinata ad altri tipi di intervento per integrarne gli effetti stabilizzanti. In quest'ultimo caso gli arbusti sono messi a dimora insieme all'impiego di talee, stuoie, rivestimenti vari, grate, palificate, terre rinforzate, ecc.

Si tratta della fornitura e messa a dimora di arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 2-10 m² aventi altezza minima compresa tra 0,30 e 1,20 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o dimensioni doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra. Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente, viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua o un invito per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedoclimatiche.

Nella disposizione a siepe la quantità dovrà essere stimata al metro lineare, normalmente da 3 a 10 arbusti per metro.

Si intendono inclusi:

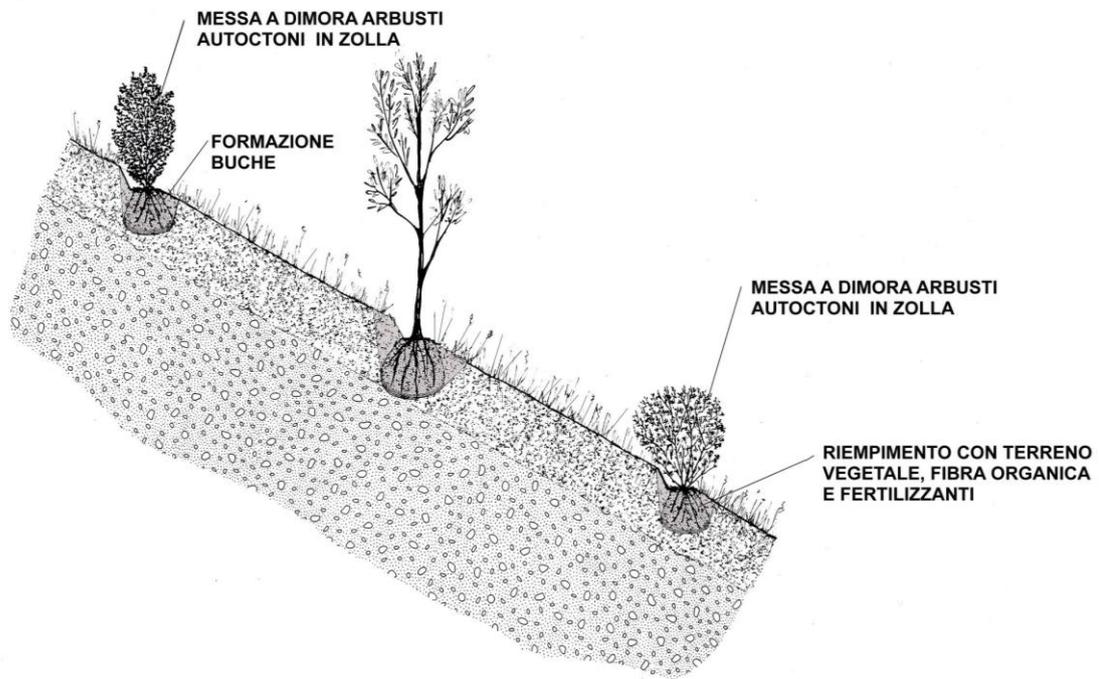
- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rincalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con dischi o biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee.

Le piante a radice nuda potranno essere trapiantate solo durante il periodo di riposo vegetativo, mentre per quelle in zolla, contenitore o fitocella il trapianto potrà essere effettuato anche in altri periodi tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

Nei primi anni potrebbero essere necessari un'irrigazione di soccorso e dei risarcimenti per fallanze, maggiori se sono stati utilizzati arbusti a radice nuda o reperiti in loco. Nell'arco di 3-7 anni sono da prevedere interventi ordinari di potatura sulle sponde per mantenere flessibili i rami e non creare ingombro nell'alveo.

Nelle zone soggette a siccità estiva prolungata, va valutata la possibilità di impiegare ritenitori idrici a base di polimeri, il cui impiego però presenta le note controindicazioni legate alla pressione osmotica (il polimero estrae acqua dalle radici) se non viene ripristinata l'irrigazione nel momento giusto.

Sezione tipo





Particolare messa a dimora di arbusti con reti antifauna, Carso triestino (TS), 2003
- Foto G. Sauli



Messa a dimora di arbusti, Loc. Waldbach (BZ), 2004 - Foto G. Sauli



Stabilizzazione di scarpate mediante messa a dimora di arbusti della gariga mediterranea, Campo Pisano (CA), 2003 - Foto G. Sauli



Messa a dimora di arbusti, Villa Santo Stefano (FR) - Foto P. Cornelini



Arbusti pronti per la messa a dimora, Falvaterra (FR) - Foto Maggi

Descrizione sintetica

Messa a dimora di giovani alberi autoctoni in zolla o in vasetto, di produzione vivaistica. La messa a dimora avviene in buche appositamente predisposte e di dimensioni opportune ad accogliere l'intera zolla o tutto il volume radicale della pianta. La piantagione deve avvenire secondo un sesto d'impianto irregolare e con specie diverse disposte a mosaico. Per i primi anni le piante devono essere dotate di palo tutore, pacciamatura alla base per ridurre la concorrenza con le specie erbacee e cilindro in rete per protezione dalla fauna. Il trapianto a radice nuda, molto usato nell'Europa centrale ed anche nelle zone alpine italiane è poco proponibile nelle regioni centro-meridionali, Lazio incluso.

Campi di applicazione

Superfici a bassa pendenza con presenza di suolo organico.

Nei terreni privi di tale sostanza è opportuno preparare delle buche nel substrato minerale e riempirle con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atti a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero degli stadi corrispondenti della serie dinamica potenziale naturale del sito.

Gli alberi possono essere abbinati con le stuoie e rivestimenti vari, mentre non vanno assolutamente abbinati a grate e palificate, terre rinforzate ecc. per ovvi motivi di incompatibilità degli alberi nello stadio adulto con tali strutture.

Materiali impiegati

- Alberi da vivaio in zolla o contenitore; altezza compresa tra 0,50 e 2 m
- Dischi pacciamanti, o strato di corteccia di pino, al fine di limitare la concorrenza con le specie erbacee
- Pali tutori
- Reti di protezione antifauna

Modalità di esecuzione

- Allontanamento dei materiali non idonei
- Formazione di buche di dimensioni prossime a quelle dell'apparato radicale o della zolla
- Eventuale apporto di terreno vegetale, fibra organica, fertilizzanti ed ammendanti
- Posizionamento dell'albero nella buca
- Copertura della buca con il terreno
- Rincalzo e formazione di invito per la raccolta d'acqua o per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedo-climatiche
- Posizionamento del palo tutore e legatura del fusto
- Pacciamatura con biofeltri, dischi pacciamanti, corteccia di resinose, ecc.

Prescrizioni
Se a radice nuda, l'intervento deve essere effettuato esclusivamente durante il periodo di riposo vegetativo.
Limiti di applicabilità
Assenza di terreno vegetale; eccesso di ombreggiamento; eccesso di aridità estiva.
Vantaggi
Esecuzione semplice, tecnica nota a qualsiasi impresa del verde.
Svantaggi
La stabilizzazione del terreno è limitata sino allo sviluppo di un adeguato apparato radicale e quindi tale condizione deve inizialmente essere garantita da altro materiale o tecnica. Nei primi anni necessitano di cure colturali.
Effetto
Con il tempo si forma un robusto reticolo radicale e una copertura vegetale di protezione dall'erosione. Aumenta la biodiversità, grazie anche all'instaurarsi di un ambiente idoneo ad ospitare numerose specie animali.
Periodo di intervento
Piante a radice nuda: durante il periodo di riposo vegetativo. Piante in zolla o contenitore: anche durante il periodo vegetativo con esclusione dei periodi di aridità estiva e di gelo invernale.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta errata delle specie rispetto alle condizioni pedo-climatiche, con conseguente elevata percentuale delle fallanze • Scelta errata del periodo di posa del materiale vegetale vivo • Mancate cure colturali iniziali (in genere necessita irrigazione di soccorso iniziale) • Uso di specie non autoctone o non derivanti da materiale da propagazione locale

Voce di Capitolato

Piantazione di alberi

- a) a radice nuda
- b) in zolla
- c) in contenitore
- d) in fitocella

Fornitura e messa a dimora di alberi autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 5-30 m², aventi altezza minima compresa tra 0,50 e 1,50 m, previa formazione di buca con mezzi manuali o meccanici di dimensioni prossime al volume radicale per la radice nuda o doppie nel caso di fitocelle, vasetti o pani di terra. Il terreno deve riempire la buca fino al colletto della pianta e deve essere compattato in modo che la pianta opponga resistenza all'estrazione. Successivamente viene formata una piccola concavità intorno all'arbusto per una migliore captazione dell'acqua o un invito per l'allontanamento della stessa a seconda delle condizioni pedoclimatiche.

Si intendono inclusi:

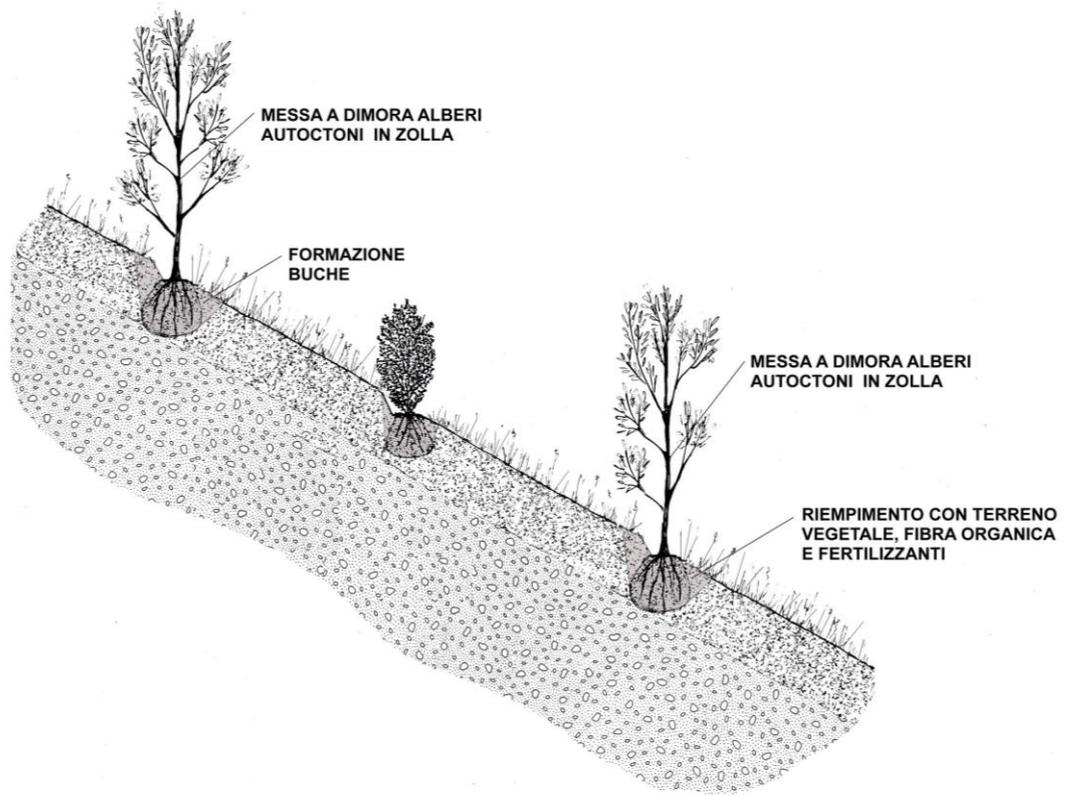
- l'allontanamento dei materiali di risulta dello scavo se non idonei;
- il riporto di fibre organiche quali paglia, torba, cellulosa, ecc. nella parte superiore del ricoprimento, non a contatto con le radici della pianta;
- il rinalzo con terreno vegetale con eventuale invito per la raccolta d'acqua o l'opposto a seconda delle condizioni pedoclimatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con biofeltri ad elevata compattezza o strato di corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;
- 1 o più pali tutori.

Le piante a radice nuda, utilizzabili prevalentemente in ambito montano, potranno essere trapiantate solo durante il periodo di riposo vegetativo, mentre per quelle in zolla, vasetto o fitocella il trapianto potrà essere effettuato anche in altri periodi, tenendo conto delle stagionalità locali e con esclusione dei periodi di estrema aridità estiva o gelo invernale.

Nei terreni privi di suolo organico sarà necessario preparare delle buche nel substrato minerale e riempirlo con una certa quantità di terreno vegetale, fibra organica e fertilizzanti atti a garantire l'attecchimento delle piante; in tali terreni sarà comunque da preferire la scelta di piante a comportamento pioniero della serie dinamica della vegetazione potenziale del sito.

Nei primi anni potrebbe essere necessaria un'irrigazione di soccorso e dei risarcimenti per fallanze, maggiori se sono stati utilizzati alberi a radice nuda.

Sezione tipo



Foto



Particolare messa a dimora di larici, Loc. Waldbach (BZ), 2004 - Foto G. Sauli



Messa a dimora di specie arboree (larici), Loc. Waldbach (BZ), 2004 - Foto G. Sauli



Messa a dimora di alberi tra palizzate morte, Loc. Coccau - Tarvisio (UD), 2003 - Foto G. Sauli



Messa a dimora di alberi, Mandela (RM) Foto P. Cornelini

Descrizione sintetica

Porzioni di vegetazione autoctona, delle dimensioni di 0,5-1 m², composte dal terreno compenetrato di radici, vegetazione erbacea, pedofauna e microrganismi, vengono prelevate dal selvatico e successivamente trapiantate in più punti di aree denudate e prive di vegetazione.

In tal modo viene dislocato un intero microhabitat; dalle ecocelle trapiantate a mosaico, con funzione di serbatoio genetico di diffusione e inoculo, partirà il processo di colonizzazione dell'intera superficie.

Campi di applicazione

Vaste aree con suoli poliminerali in superficie, privi di sostanza organica e di difficile rivegetazione.

Ampie superfici scarnificate o denudate, in cave, miniere, siti industriali da bonificare, ecc.

Materiali impiegati

- Mezzo meccanico atto a prelevare e trasportare zolle di almeno 1 m²
- Zolle intere di manto erboso, comprendente sia parte epigea che ipogea
- Picchetti o geotessili
- Terreno vegetale e semina di ricalzo

Modalità di esecuzione

- Formazione di buche atte a ospitare zolle di diametro 1 m²
- Prelievo dal selvatico di zolle di 1 m² comprendenti sia la parte aerea della vegetazione che quella radicale
- Trasporto della zolla fino alle buche appositamente approntate
- Inserimento della zolla nella buca
- Sistemazione della zolla e riempimento dei vuoti con terreno vegetale
- Irrigazione della superficie
- Eventuale ancoraggio con picchetti o geotessili
- Semine di raccordo tra una zolla e l'altra

Prescrizioni

- Il prelievo e il trapianto dal selvatico vanno effettuati a macchina mediante asporto diretto di una grossa zolla di massimo 1 m² in genere radicata da 1 o più arbusti e numerose specie erbacee
- La zolla deve essere riposizionata in apposita buca di uguale dimensione nel più breve tempo possibile o essere messa a stoccaggio impilando più zolle o immagazzinandole in letti di sabbia

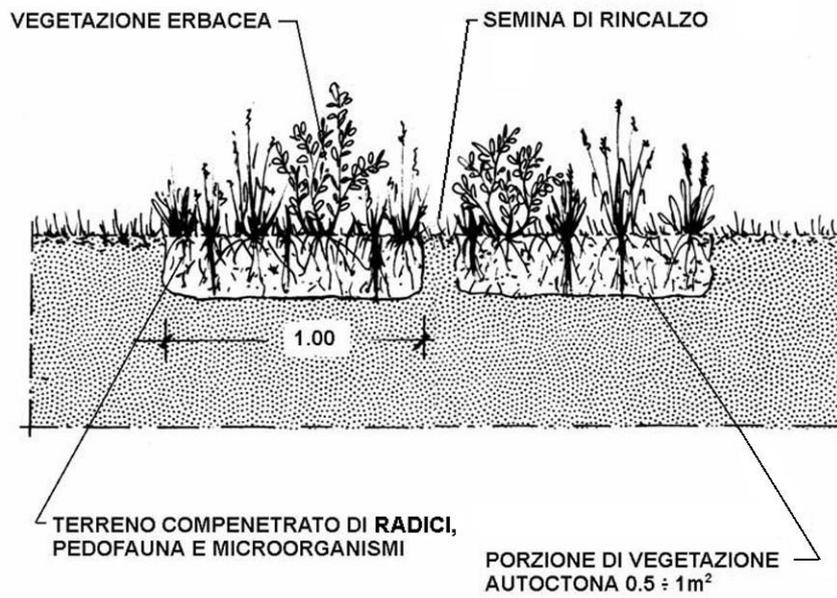
<ul style="list-style-type: none"> • Il materiale va reperito nei pressi del luogo di intervento per garantire la provenienza autoctona delle specie • Tra una zolla e l'altra vanno effettuate semine di raccordo delle superfici denudate con eventuale impiego di inoculi batterici e micorrizici per consentire anche lo sviluppo delle leguminose e favorire i processi di organicazione del suolo
<p>Limiti di applicabilità</p>
<p>Le superficie da rivestire non devono avere pendenze elevate e non deve essere presente alcun movimento del corpo terroso.</p>
<p>Vantaggi</p>
<p>La tecnica consente di evitare la fase critica della germinazione tipica nelle semine, inoltre le specie introdotte sono rapidamente edificatrici. Tecnica impiegata nei casi in cui è difficile reperire materiale vegetale autoctono o difficilmente riproducibile per semina.</p>
<p>Svantaggi</p>
<p>La radicazione nei primi tempi non è così profonda come avviene per le specie nate da seme. La rivegetazione è puntuale, rimangono pertanto libere aree soggette a erosione.</p>
<p>Effetto</p>
<p>Introduzione in vaste aree completamente denudate di parte di habitat in grado di sostenersi e avviare una rapida ed efficace ricolonizzazione del terreno, sia a livello di piante (fanerogame) che di microrganismi. L'effetto finale è quello di un mosaico composto da zolle trapiantate e aree nude.</p>
<p>Periodo di intervento</p>
<p>Il trapianto deve essere effettuato all'inizio o al termine del periodo di riposo vegetativo.</p>

Voce di Capitolato

Trapianto dal selvatico di ecocelle

Trapianto di intere porzioni di vegetazione autoctona di 0,5-1 m², con il terreno compenetrato dalle radici. Attraverso lo spostamento di un'intera comunità vivente si possono creare delle isole verdi in aree prive di vegetazione; da questi punti isolati (ecocelle) partirà il processo di colonizzazione dell'area. Il principale vantaggio di questo tipo di intervento sta nel fatto che si trapiantano contemporaneamente la comunità vegetale - costituita da piante erbacee, suffrutici e arbusti singoli o a cespo - la pedofauna ed i microrganismi del terreno (funghi e batteri) così importanti nei processi di decomposizione e di mineralizzazione della sostanza organica. Il prelievo ed il trasporto verranno eseguiti a macchina e la collocazione in aree a ciò predisposte dovrà avvenire il più rapidamente possibile. L'attecchimento migliore si avrà durante lo stadio di riposo vegetativo. Il trapianto di ecocelle va effettuato in concomitanza di scavi, ad esempio minerari, che prevedono vaste superfici di scotico ed altrettante di ripristino. Le porzioni di scarpata tra le ecocelle verranno ricoperte di terreno vegetale che verrà seminato con miscele normali, in attesa della ricolonizzazione da parte delle specie autoctone sia vegetali che animali contenute nelle ecocelle stesse.

Sezione tipo



Foto



Trapiano zolle erbose, Osoppo (UD), 2004 - Foto G. Sauli



Trapiano zolle di *Phragmites* ed altre specie acquatiche, Lago Maggiore (Locarno - CH), 2004 - Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Tecnica utilizzata per la propagazione delle specie di difficile reperimento in commercio e di difficile propagazione per seme, come *Phragmites australis* e *Typha* in zone palustri, graminacee selvatiche di vari generi in zone montane. Dal selvatico vengono prelevati rizomi e cespi in pezzi di alcuni centimetri. Questi vengono posti a dimora sul terreno e poi ricoperti con uno strato leggero di terreno, onde evitarne il disseccamento.

Campi di applicazione

Stazioni estreme di alta montagna dove il periodo vegetativo è più breve;
sponde fluviali, paludi costiere salmastre;
aree caratterizzate da scarsa vegetazione e le cui sementi non sono reperibili in commercio;
Ambienti igrofilo e substrati non drenanti

Materiali impiegati

- Rizomi e pezzi di rizomi di lunghezza 10-15 cm di specie vegetali adatte, prelevate dal selvatico (ad es. *Phragmites australis*, *Phalaris arundinacea*)
- Pani di terra di canneto di dimensioni 30 x 30 cm circa (*Phragmites australis*)
- Cespi di erbe graminoidi e non, che sviluppano più cauli e quindi possono essere suddivise in più pezzi, in grado di riprodursi vegetativamente (ad es. *Ampelodesmos mauritanicus*, *Oryzopsis miliacea*, *Carex pendula*)

Modalità di esecuzione

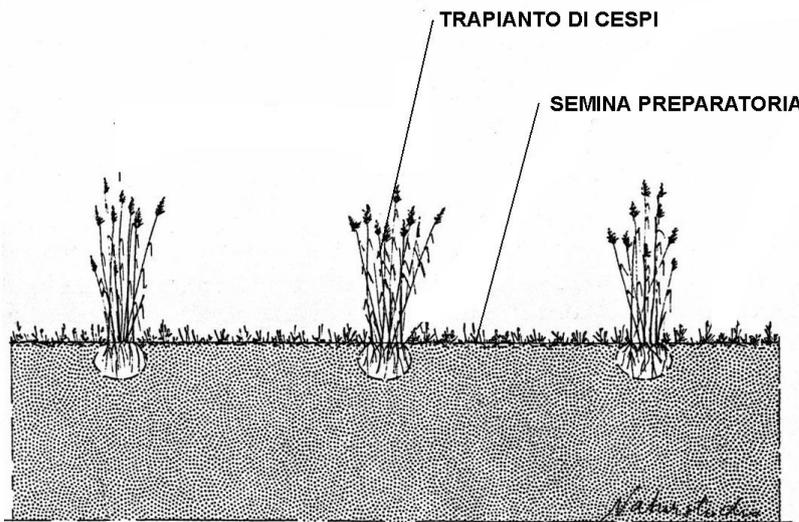
1. Prelievo dal selvatico di specie con rizomi e loro frammentazione
2. Deposizione dei pezzi di rizoma sul terreno con una densità di impianto variabile a seconda della specie impiegata (in genere 3-5 pezzi per m²)
3. Ricopertura con un po' di terra
4. da zone paludose può spesso essere conveniente prelevare con mezzo meccanico parti superficiali di canneto con relativo substrato fangoso da spargere sulle superfici da ricolonizzare
5. Dal selvatico possono essere prelevati anche cespi, sistemati in buche poco profonde
6. Per alcune specie vegetali è possibile ottenere talee di rizomi (rizomi fittonanti) da piantare verticalmente nel terreno
7. Per le specie vegetali stolonifere, spesso di difficile reperimento in commercio, è possibile, partendo da un cespo, ottenere per suddivisione gli stoloni e i culmi con relative radici, poi coltivati in vivaio e quindi impiantati.

Raccomandazioni

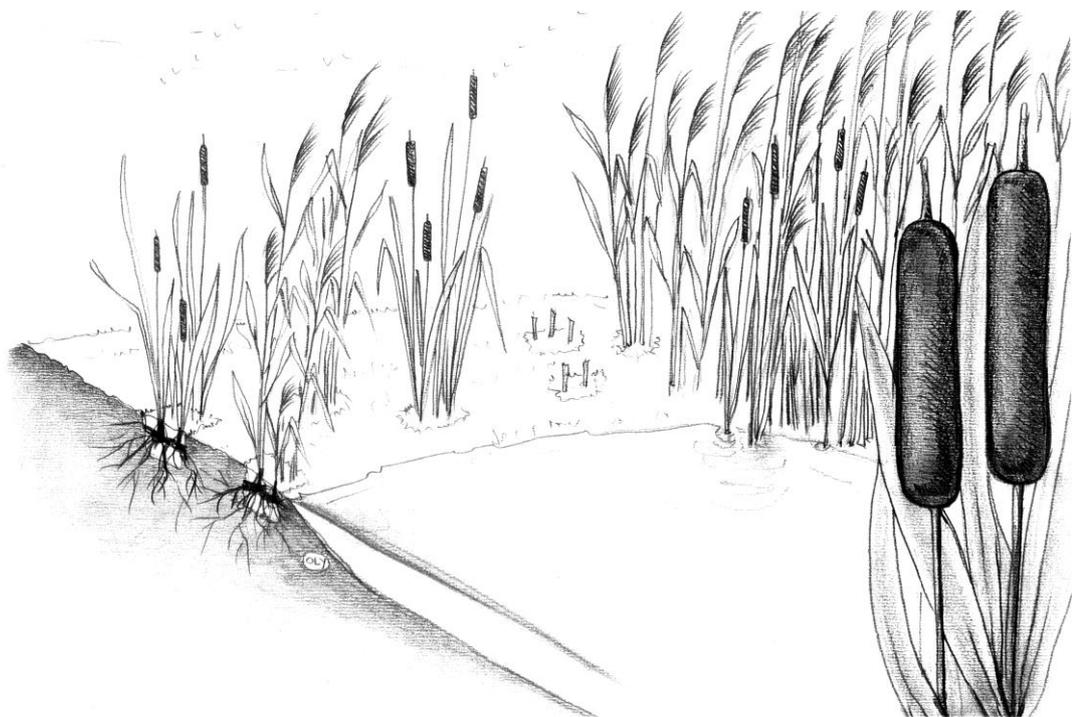
- * Rizomi e cespi devono essere impiegati immediatamente dopo il prelievo. Possono essere immagazzinati per breve tempo in un luogo fresco (es. sotto uno strato di sabbia umida)
- * Rispetto del periodo di intervento (in genere periodo invernale o in zone montane autunno-primavera)

Limiti di applicabilità
Ambienti eccessivamente drenanti o viceversa con ristagni d'acqua per periodi eccessivamente lunghi
Vantaggi
Introduzione di specie rapidamente edificatrici e di difficile reperimento commerciale. Possibilità di sfruttare materiale reperibile nei pressi del luogo di intervento. Viene evitata la fase critica della germinazione tipica delle semine
Svantaggi
La radicazione non è così profonda come avviene per le specie nate da seme. Elevato consumo di materiale, lavoro lungo e impegnativo.
Effetto
Copertura del terreno rapida e più efficace rispetto a quella ottenibile con la semplice semina.
Periodo di intervento
Trapianto all'inizio o al termine del periodo di riposo vegetativo.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> ▫ scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo ▫ stoccaggio troppo lungo fuori terra
Voce di Capitolato
<p><i>Trapianto di rizomi e di cespi</i></p> <p>a) divisi b) sminuzzati</p> <p>Prelievo dal selvatico di rizomi, stoloni e cespi di graminacee ed altre specie idonee in pezzi di circa 10 - 15 cm e loro piantagione per circa 4 cm o deposizione sul terreno sminuzzati od interi e ricopertura con un leggero strato di terreno vegetale per evitarne il disseccamento.</p> <p>Il trapianto va eseguito all'inizio o al termine del periodo di riposo vegetativo in ragione di 3 - 5 pezzi per m².</p> <p>Tale tecnica va utilizzata per la riproduzione di specie non esistenti in commercio e di difficile riproduzione per seme. La moltiplicazione può essere effettuata anche tramite vivaio e successivo trapianto, utilizzando contenitori a bivalve in cui vengono inseriti frammenti di cespi dalle graminacee selvatiche, che vengono ritrapiantati dopo un ciclo di sviluppo nelle aree da colonizzare.</p>

Sezione Tipo



Vista prospettica



Foto



Trapianto di rizomi di Canna di palude. F. Natissa - Aquileia (UD) Foto C. Loss



Messa a dimora di rizomi di Canna di palude su sponda laghetto. Valle delle Noghère (TS) Foto R. Ferrari



Trapianto di cespi di Ammofila, Oasi WWF di Macchia Grande (Roma) - Foto P. Cornelini

Descrizione sintetica

Verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa, intrecciate attorno a paletti di legno.

Le vimate possono essere realizzate a file parallele lungo il versante oppure possono essere disposte diagonalmente a formare rombi, qualora sia necessario trattenere il terreno vegetale e ridurre il ruscellamento superficiale dell'acqua lungo il pendio.

Campi di applicazione

Versanti soggetti a movimento superficiale del terreno o a modesti franamenti ed erosioni.

Materiali impiegati

- Verghe elastiche di specie legnose, adatte all'intreccio e con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici), poco ramificate, L min. 1,50 m e \varnothing alla base non inferiore ai 3 – 4 cm
- Paletti in legno di resinosa o castagno \varnothing 8 ÷ 15 cm L = 1,00 ÷ 1,50 m
- Filo di ferro cotto

Modalità di esecuzione

- Formazione di solchi profondi circa 30 cm
- Infissione dei paletti in legno lungo il versante, in modo tale che rimangano fuori terra circa 50 cm (o per i 2/3 della loro lunghezza), e con interasse massimo di 1,00 m
- Infissione dei picchetti in ferro, L = 40 ÷ 50 cm, interasse circa 30 cm
- Intreccio, attorno ai paletti e ai picchetti, di 3 – 7 verghe elastiche di specie con capacità di propagazione vegetativa, una sopra l'altra e ben appressate verso il basso
- Legatura delle verghe ai paletti mediante filo di ferro
- Ricopertura del solco con il terreno di scavo e ricalzo sia a monte che a valle della viminata, in modo tale che almeno le verghe inferiori risultino essere interrato (per un'altezza min. di 10 cm sotto terra e per un'altezza di 15 ÷ 25 cm fuori terra)
- I paletti non dovranno sporgere più di 5 cm sopra l'intreccio
- Le vimate possono essere realizzate a file parallele con interasse 1,2 ÷ 2,00 m oppure possono essere disposte diagonalmente a formare rombi, qualora sia necessario trattenere il terreno vegetale e ridurre il ruscellamento superficiale dell'acqua lungo il pendio

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • Le verghe al di sopra del terreno disseccano e muoiono • L'effetto consolidante si ha solamente nel caso di viminate interrate e seminterrate per ridurre i fenomeni di sottoerosione e scalzamento • Tecnica indicata per piccoli smottamenti e necessità di rapido effetto meccanico di trattenuta del terreno superficiale • Per evitare fenomeni di ombreggiamento tra una fila e l'altra, viene preferita una disposizione a file inclinate rispetto al pendio, nel rispetto delle direzioni di deflusso superficiale delle acque
Limiti di applicabilità
<p>La tecnica è prevalentemente indicata per versanti interessati da franamenti di piccola entità. Tecnica non utilizzabile su terreni sassosi o rocciosi.</p>
Vantaggi
<p>Rapida stabilizzazione sino a 50 cm di altezza; immediato contenimento del materiale; tecnica adattabile alla morfologia del versante.</p>
Svantaggi
<p>Lavoro che richiede notevole mano d'opera; non sempre sono reperibili verghe lunghe ed elastiche da intrecciare in quantità sufficiente; la radicazione è modesta rispetto alle quantità di materiale utilizzato.</p> <p>Spesso accade che i paletti vengano spezzati per un eccessivo carico da monte o a causa dei sassi che precipitano dall'alto. In tal caso si rendono necessarie opere manutentive, sostituzione dei paletti spezzati.</p>
Effetto
<p>Consolidamento immediato degli strati superficiali di terreno, che migliora quando le verghe emettono radici.</p>
Periodo di intervento
<p>Durante il periodo di riposo vegetativo.</p>
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Riporto di quantità insufficiente di terreno a tergo della viminata • Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo

Voce di Capitolato

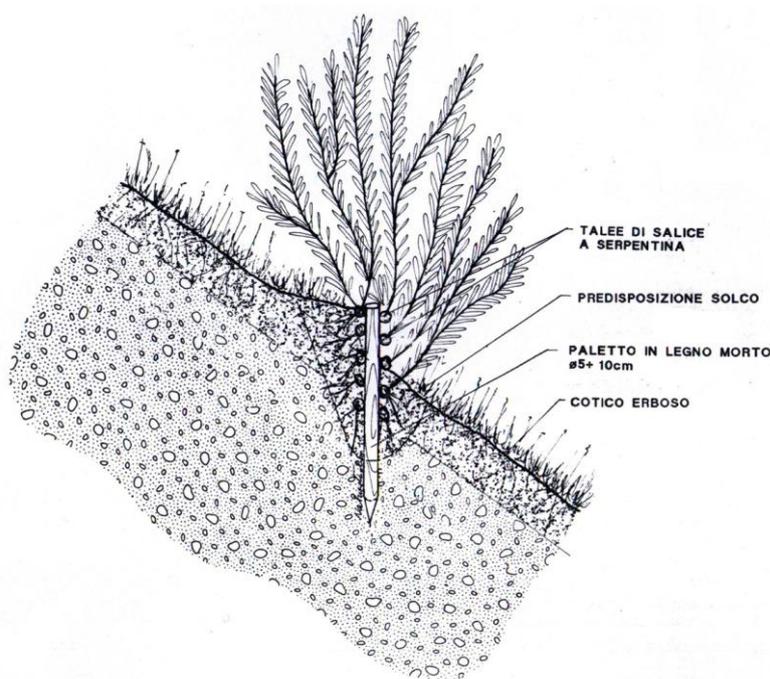
Viminata viva

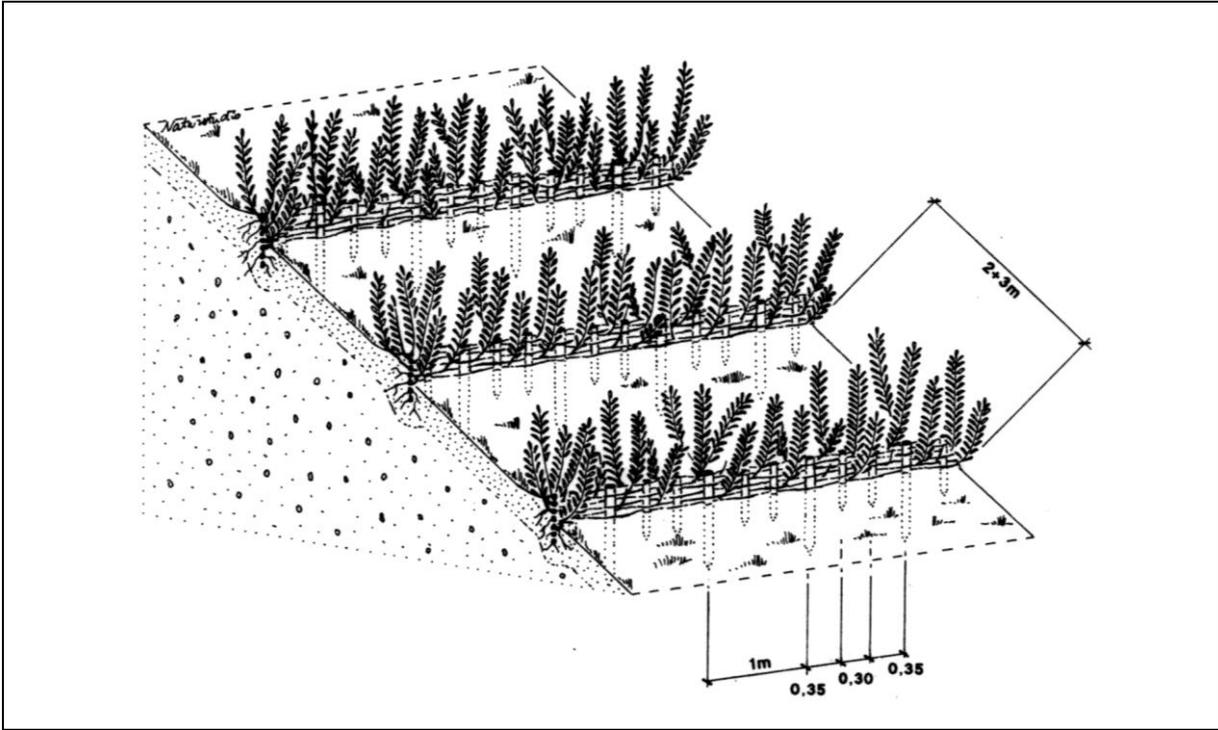
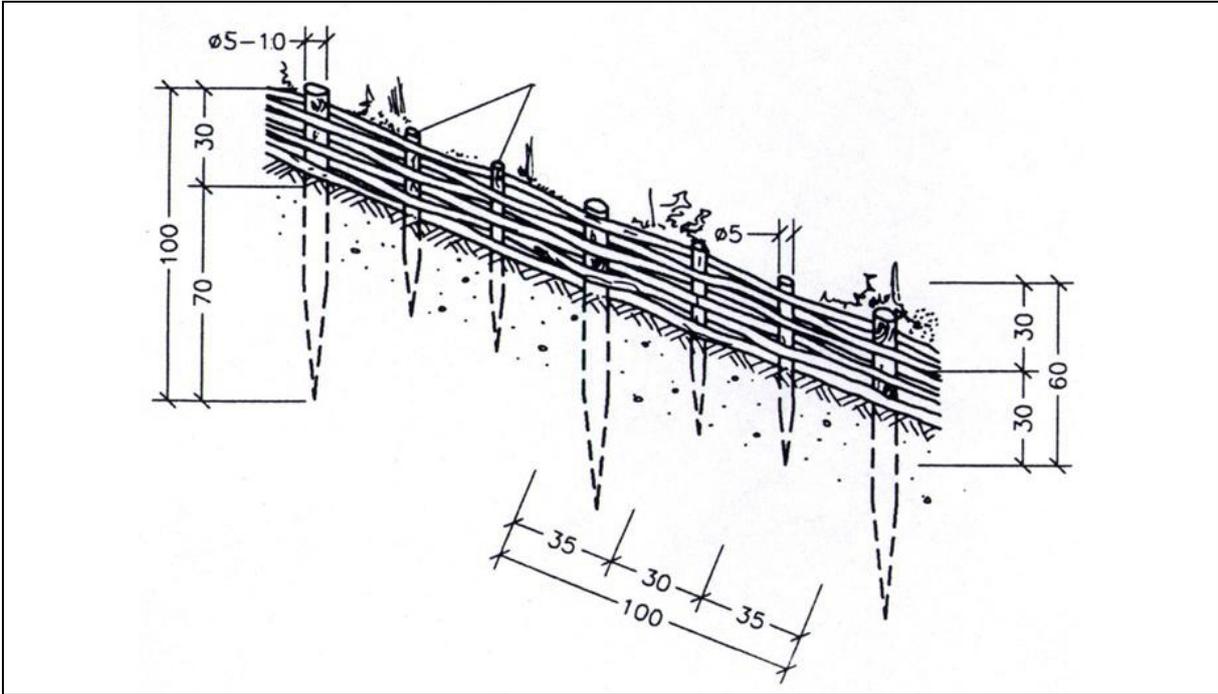
- a) viminata viva
- b) viminata viva con disposizione romboidale
- c) viminata viva seminterrata

Stabilizzazione di pendio o scarpata mediante viminata formata da paletti di legno (Larice, Castagno, ecc.) di \varnothing 3 - 10 cm o di ferro \varnothing 12 - 14 mm, di lunghezza 80 - 100 cm infissi nel terreno lasciando una altezza fuori terra di 15 - 25 cm, alla distanza di 1 - 3 m uno dall'altro, intervallati ogni 30 cm da paletti o talee vive di 40-50 cm, collegati da verghe di salice vivo o altra specie legnosa con capacità di propagazione vegetativa, con l'estremità conficcata nel terreno, di almeno 150 cm di lunghezza, intrecciate sui paletti principali e secondari e legate con filo di ferro per un'altezza di 15 - 25 cm fuori terra ed una parte interrata di almeno 10 cm (l'infossamento ed il contatto con il terreno consentono il migliore attecchimento e radicazione delle piante e riducono i rischi di scalzamento della struttura). Le vimate verranno disposte sui pendii a file parallele distanti da 1,2 a 2 m. Delle varianti sono costituite da file diagonali a formare rombi o quadrati che aumentano la capacità antierosiva e dalla disposizione seminterrata in solchetti di 20 cm circa onde aumentare la percentuale di attecchimento in substrati aridi e aumentare l'effetto antiruscellamento. La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

In caso di necessità, durante i primi mesi dopo l'intervento, può risultare necessario provvedere alla ricalzatura delle vimate scoperte per evitare gravi fallanze nell'attecchimento.

Sezione tipo e particolari







Particolare viminata viva, - Foto G. Sauli



Viminata viva su discarica di inerti, Gemona (UD), 1999 - Foto V. Zago



Viminate vive, Falvaterra (FR) - Foto MAGGI

Descrizione sintetica

Scavo di gradoni o terrazzamenti a file parallele su pendii con messa a dimora all'interno del gradone di ramaglia di piante legnose con capacità di riproduzione vegetativa (salici, tamerici, ecc.) e/o piante radicate di latifoglie e successiva copertura con materiale proveniente dagli scavi superiori.

Campi di applicazione

Pendii incoerenti e stabilizzazione di frane in materiale morenico o alluvionale.

Materiali impiegati

- Rami di specie con capacità di ricaccio (a)
- Latifoglie radicate (b) di 2 – 3 anni

Modalità di esecuzione

- Scavo di un gradone con profondità da 0,5 a 1,00 m e contropendenza interna di 5°-10° e trasversale di 10°
- Posizionamento all'interno dello scavo di 10-20 talee e/o 5-10 piantine radicate per metro
- Riempimento dello scavo con il materiale proveniente dal gradone superiore, realizzato a una distanza dal precedente variabile a seconda della pendenza della scarpata (da 1 a 3 m), assicurando il riempimento degli spazi tra i rami
- Tra un gradone e l'altro viene eseguita una semina

N.B.: è preferibile procedere lungo il pendio per fasce di circa 10 m dal basso verso l'alto

Prescrizioni

- Esecuzione manuale: dal basso verso l'alto
- Esecuzione a macchina: dall'alto verso il basso
- Le talee e gli astoni devono sporgere dal terreno per 10-15 cm
- Talee e astoni disposti incrociati all'interno dello scavo assicurano una radicazione maggiore
- Le piante radicate devono essere di specie vegetali resistenti all'inghiaimento
- La distanza tra le file dipende da pendenza, altezza e stabilità della scarpata (da 1 a 3 m)
- Le gradonate saranno orizzontali su scarpate asciutte, oblique su scarpate umide

Limiti di applicabilità
Pendenza massima versante 40°.
Vantaggi
<p>Tecnica eseguibile sia a mano che a macchina.</p> <p>Radicazione profonda con effetto di drenaggio, viene impedita sia l'erosione sia il movimento del terreno.</p> <p>La messa a dimora di latifoglie radicate consente di raggiungere più rapidamente uno stadio più stabile dell'associazione vegetale.</p> <p>Deflusso dell'acqua nel suolo e ruscellamento superficiale vengono rallentati.</p>
Svantaggi
<p>Inizialmente si ha una limitata stabilità tra le file.</p> <p>La vegetazione che si sviluppa dalle piantine radicate potrebbe soffocare quella da talee, per cui è preferibile un inserimento delle piantine tra le file.</p> <p>Tecnica costosa per l'elevato fabbisogno di materiale vegetale.</p>
Effetto
Consolidamento immediato del terreno, effetto che aumenta dopo la radicazione.
Periodo di intervento
Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi di innevamento e gelo profondo.
Possibili errori
Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo.

Voce di Capitolato

Gradonata viva

- a) con ramaglia viva di salici, tamerici, ecc.
- b) con latifoglie radicate
- c) mista
- d) su rilevato

Stabilizzazione di pendii mediante scavo di gradoni o terrazzamenti con profondità in genere di $0,5 \div 1$ m con pendenza verso l'interno di 5° - 10° e del pari contropendenza trasversale di almeno 10° e realizzazione di file parallele dal basso verso l'alto con interasse 1,5 - 3 m, riempiendo la gradonata inferiore con il materiale di scavo di quella superiore.

I gradoni possono venire realizzati secondo le curve di livello o leggermente inclinati a valle, in modo da favorire il drenaggio. Per inclinazioni del pendio di 25° - 30° si consiglia una distanza tra gradoni successivi di 1 - 1,5 m, mentre per inclinazioni inferiori a 20° una distanza pari a 2 - 3 m. La distanza reciproca tra i gradoni è inoltre funzione del grado di umidità del terreno: quanto maggiore è il tasso di umidità, tanto minore sarà l'interasse. Per quanto riguarda i materiali, le talee o la ramaglia di Salice (disposte a pettine) devono avere lunghezza > 100 cm ($10 - 20$ cm $>$ della profondità dello scavo) e diametro di 1 - 7 cm; le piantine radicate di latifoglie resistenti (spesso Ontano) devono avere un'altezza di 100 cm ($10 - 20$ cm $>$ della profondità dello scavo) e un diametro di 1- 3 cm.

a): con messa a dimora in appoggio al gradone di ramaglia con tutte le ramificazioni di piante legnose con capacità di riproduzione vegetativa (Salici, Tamerici, ecc. che favoriscono la diminuzione del contenuto d'acqua del terreno rendendolo più stabile) in numero di almeno 10 pz/m disposta in modo incrociato alternando le diverse specie e i diversi diametri (età) dei rami. I rami devono sporgere per almeno $1/4$ della loro lunghezza e gli interstizi tra i rami devono essere accuratamente intasati di terreno per evitare eccessive circolazioni di aria e disseccamento.

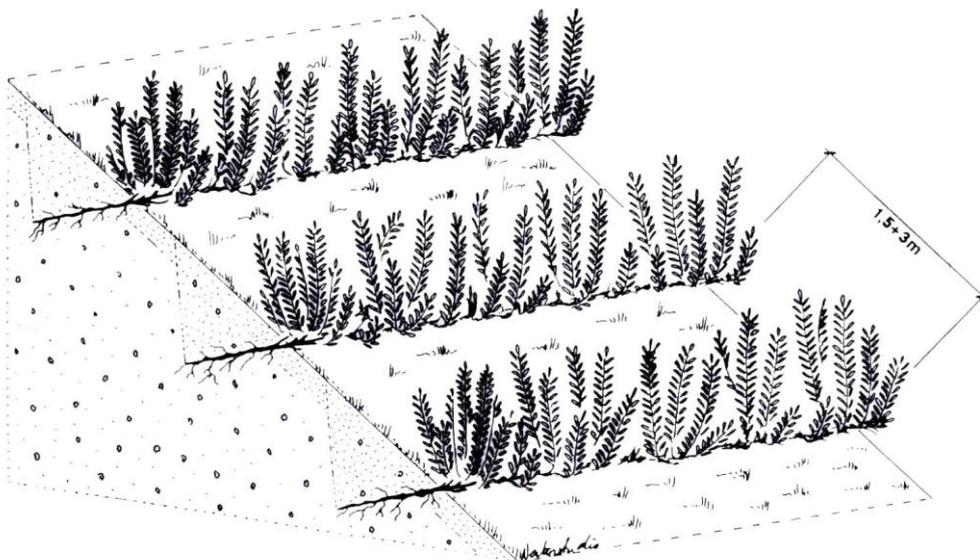
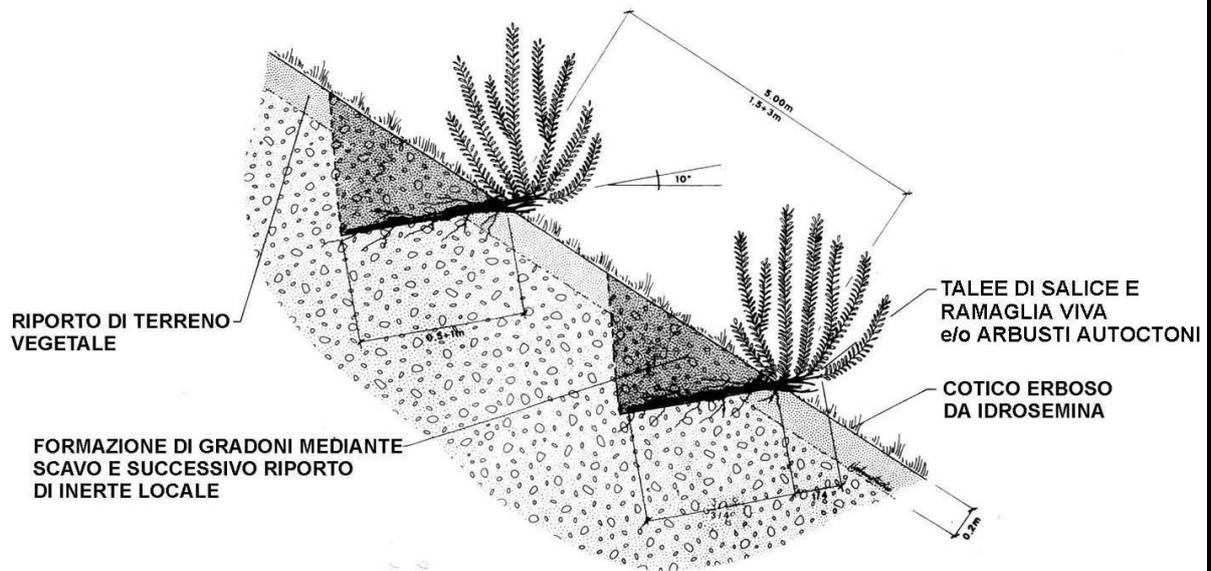
b): con messa a dimora in appoggio al gradone di piante radicate di latifoglie resistenti all'inghiainamento e in grado di formare radici avventizie, di 2 - 3 anni, in ragione di 5 - 20 piante per metro, a seconda della specie, ed aggiunta di terreno vegetale o paglia o compost di corteccia per il miglioramento delle condizioni di crescita. Le piante dovranno sporgere per almeno $1/3$ della loro lunghezza.

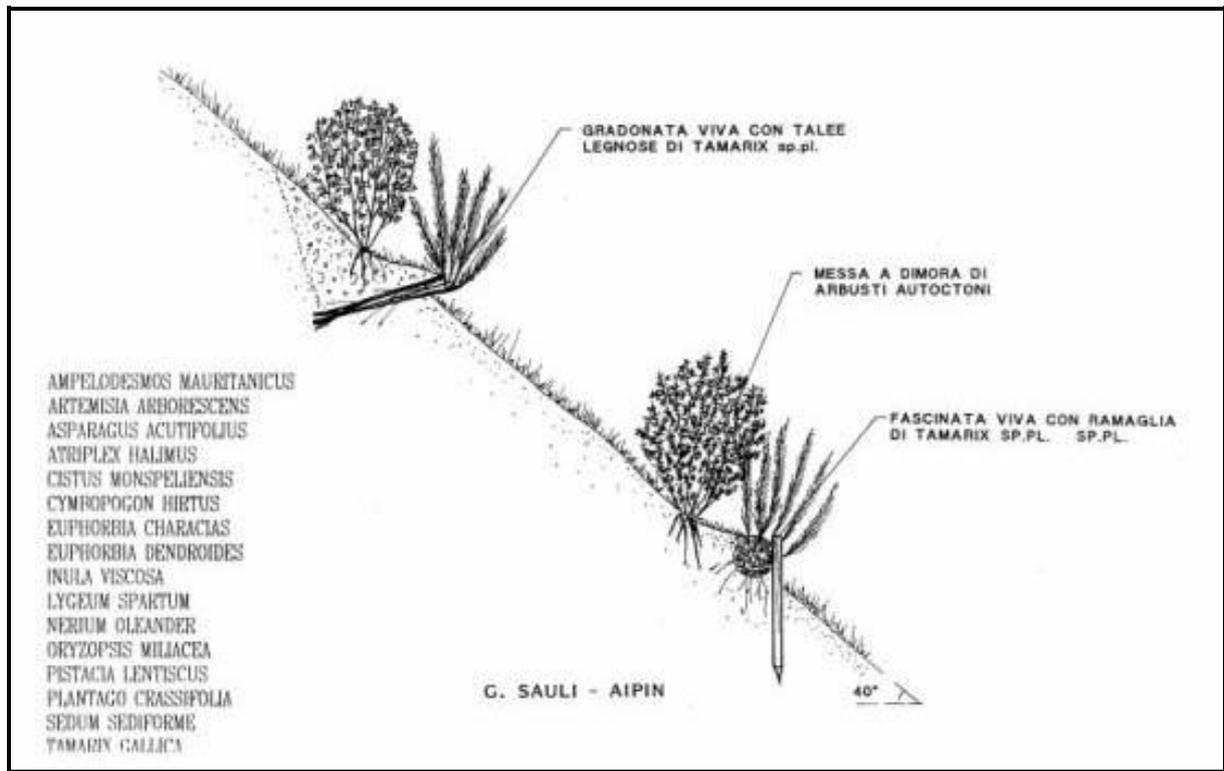
c): vengono formate file alterne di gradonate con ramaglia e gradonate con piantine radicate con le modalità di cui alle varianti a) e b).

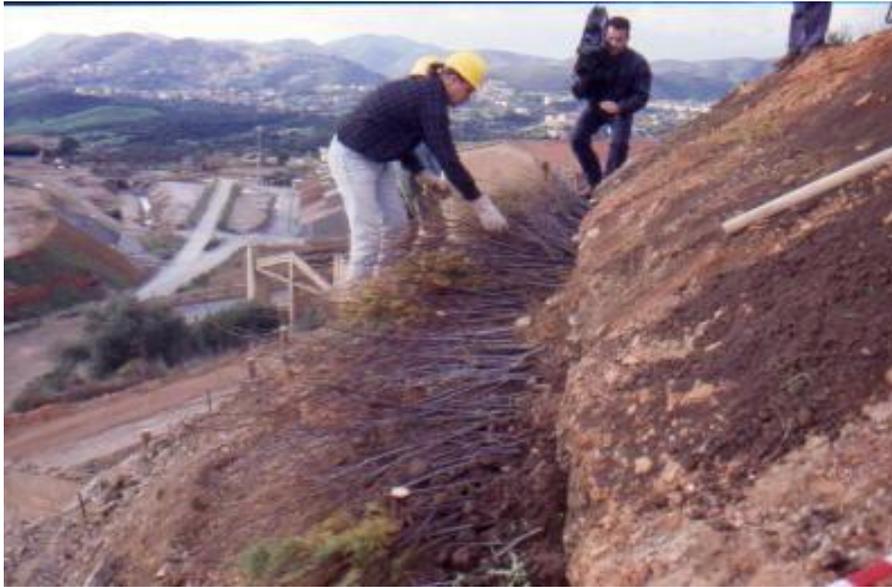
d): la messa a dimora della ramaglia viva avviene durante la costruzione a strati dei rilevati (ad esempio stradali, ferroviari o arginali). La ramaglia (10 - 30 rami per metro) viene appoggiata sul ciglio del rilevato, può avere lunghezza di 2 o più metri e viene ricoperta dallo strato successivo del rilevato. Indipendentemente dalla lunghezza i rami non dovranno sporgere più di 25 cm dal terreno. L'insieme funge anche da terra rinforzata aumentando la stabilità del rilevato.

Nel caso si utilizzino piantine radicate ed in presenza di forti stress idrici, sarà necessario provvedere ad irrigazioni di soccorso. Negli anni successivi all'intervento potrà essere inoltre necessario il reintegro delle fallanze delle piantagioni con nuove messe a dimora di piantine.

Sezione tipo







Formazione gradonate vive di tamerici, Campo Pisano (CA), 1999 - *Foto G. Sauli*



Stabilizzazione scarpate con gradonate vive di tamerici e arbusti di gariga mediterranea, Campo Pisano (CA), 2003 - *Foto G. Sauli*



Formazione gradonate vive, S. Caterina (UD), 2003 - *Foto G. Sauli*



Particolare gradonate vive Malborghetto (UD), 2003 - *Foto G. Sauli*

Descrizione sintetica

Messa a dimora di talee e ramaglia di salici all'interno di uno scavo. Talee e ramaglia poggiano su un tronco posto sul margine esterno dello scavo. Parallelo al primo tronco è posto entro lo scavo stesso un secondo tronco, di rinforzo alla struttura.

Campi di applicazione

Stabilizzazione di terreni instabili, sia umidi (con ristagno di acqua), argillosi o limosi sia aridi.
Stabilizzazione di rilevati e scarpate di riporto in erosione.

Materiali impiegati

- Tronchi di resinosa o castagno $\varnothing 6 \div 14$ cm
- Picchetti in ferro o legno
- Ramaglia
- Talee legnose di salici $L > 60$ cm, $\varnothing 3-8$ cm
- Terreno vegetale

Modalità di esecuzione

- Formazione di una banchina con scavo a L, profondità minima 60 cm e contropendenza interna di minimo 10° . La larghezza della banchina sarà comunque in funzione dell'inclinazione e della stabilità del pendio
- Posa dei tronchi di resinosa o castagno in due file parallele, una all'interno dello scavo, una sul bordo esterno dello stesso. I tronchi esterni vengono fissati con i picchetti in ferro o legno
- Stesura di un letto di ramaglia di resinose
- Ricopertura della ramaglia con uno strato di circa 10 cm di terreno vegetale
- Messa a dimora di talee di salice in ragione di $10 \div 25$ pezzi per metro, sporgenti verso l'esterno del pendio di 10 cm
- Ricopertura dello scavo con il materiale inerte proveniente dallo scavo della banchina superiore parallela alla precedente e distanziata da questa di non meno di 2 m

Prescrizioni

- Gli scavi devono essere realizzati dal basso all'alto a file parallele qualora vengano eseguiti a mano, dall'alto verso il basso nel caso di utilizzo di mezzi meccanici
- La realizzazione di file inclinate favorisce lo sgrondo delle acque superficiali
- Le dimensioni delle talee non devono essere inferiori a 60 cm con la parte sporgente verso l'esterno dello scavo di non più di 10 cm

<ul style="list-style-type: none"> • La distanza tra gli scavi è compresa tra i 2 e i 3 m e comunque in funzione della pendenza del pendii • La larghezza della banchina sarà tanto più piccola quanto più pendente è la scarpata
Limiti di applicabilità
Scarpate con roccia affiorante e pendenze eccessive.
Vantaggi
<p>La presenza di paleria, la ramaglia e il reticolo radicale determinano una sorta di rinforzo del terreno, garantendone in tal modo il consolidamento.</p> <p>La presenza del reticolo radicale assicura una buona areazione del terreno.</p>
Svantaggi
Tecnica tra le più costose sia dal punto di vista della realizzazione che per quanto riguarda la grande quantità di materiale necessario.
Effetto
<p>In terreni umidi la cordonata ha un effetto drenante e di rinforzo grazie alla ramaglia e alla paleria.</p> <p>In zone aride può consentire il ristagno dell'acqua.</p> <p>Il microclima stazionario che viene creato consente lo sviluppo della vegetazione anche tra le file, favorendo in tal modo la successione vegetazionale.</p>
Periodo di intervento
Durante il periodo di riposo vegetativo.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo • Inserimento delle talee nel verso contrario a quello di crescita • Dimensioni eccessivamente ridotte delle banchine • Realizzazione di banchine troppo ravvicinate con conseguente instabilità della scarpata

Voce di Capitolato

Cordonata viva

- a) cordonata secondo Couturier;
- b) cordonata secondo Praxl, con o senza piloti.

Si differenziano sia per il tipo di materiale vivo impiegato, sia per l'utilizzo di tondame e materiale morto (cordonata secondo Praxl).

Nella cordonata di Couturier vengono impiegate piantine di due anni (Olmo, Acero, Nocciolo, Biancospino, ecc.).

Nella cordonata di Praxl viene usato stangame reperito in loco, preferibilmente di resinosa o castagno con corteccia, avente diametro di 6 - 12 cm e lunghezza superiore ai 2 metri, picchetti in legno di diametro di 12 - 15 cm o piloti in ferro profilati a "T" idonei a sostenere la struttura, tondini in ferro, filo di ferro zincato, talee in Salice (o altro) di lunghezza > 60 cm e Ø 3 - 10 cm.

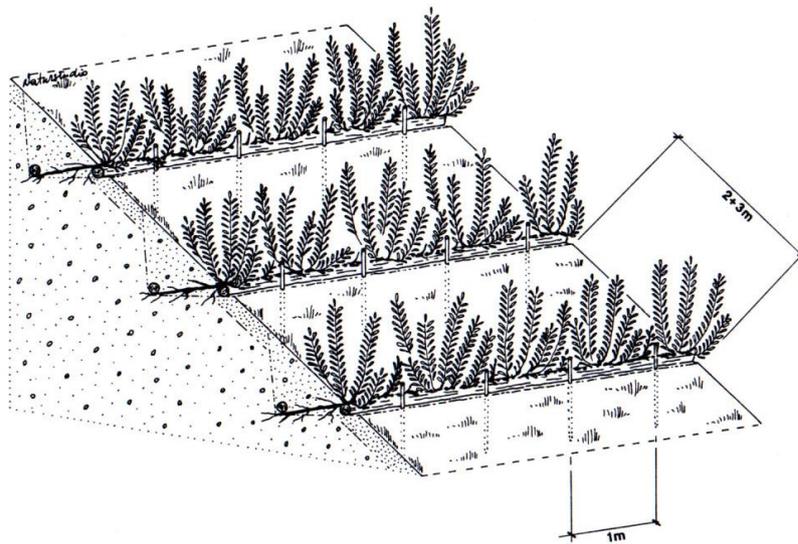
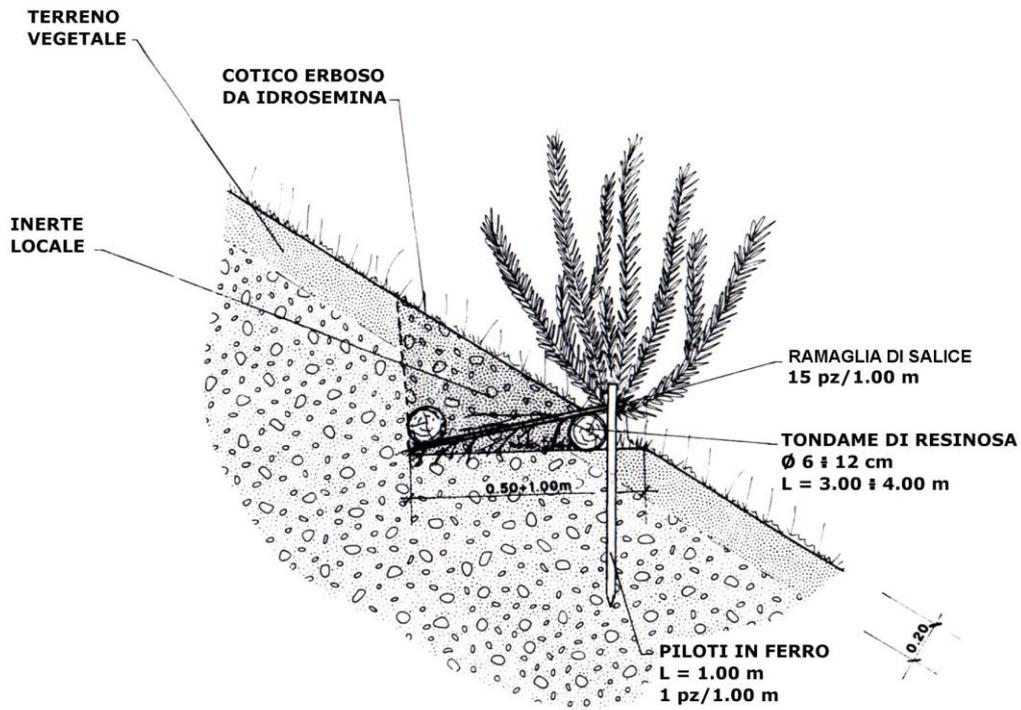
Entrambe le cordonate sono utilizzate per la stabilizzazione di pendii anche molto ripidi e su terreni instabili, ma non per scarpate in roccia o con roccia subaffiorante, mediante le seguenti operazioni nell'ordine:

- formazione di banchine o terrazzamenti a L orizzontali di larghezza minima di 35 - 50 cm, con leggera contropendenza (minimo 10°) distanti circa 2 - 3 m l'uno dall'altro, su cui si dispone longitudinalmente dello stangame preferibilmente di resinosa o di Castagno con corteccia di Ø 6 - 12 cm, su due file parallele, una verso l'esterno fissata con picchetti in legno o ferro e una verso l'interno dello scavo. La banchina deve avere profondità da 50 a 100 cm;
- stesura di un letto di ramaglia in preferenza di conifere sul fondo dello scavo;
- ricopertura con uno strato di terreno di circa 10 cm;
- collocazione a dimora di talee di Salice (od altra specie legnosa con capacità di riproduzione vegetativa) in ragione di 10 - 25 talee per metro, sporgenti verso l'esterno del pendio per almeno 10 - 20 cm;
- ricopertura del tutto con inerte proveniente dallo scavo superiore.

La messa in opera della cordonata potrà avvenire soltanto durante il periodo di riposo vegetativo e varierà in dipendenza alle condizioni climatiche dell'area d'intervento. Lungo le zone litoranee e limitrofe esso va da novembre a marzo (riposo vegetativo - inizio risveglio vegetativo); nel caso di stazioni montane o collinari interne, tale periodo si estende a tutto aprile. Si può tuttavia avere l'estensione dell'intervento a maggio attraverso l'utilizzo di piantine in fitocelle ed in funzione dell'andamento stagionale.

In casi di utilizzo di piantine radicate ed in presenza di forti stress idrici, si può provvedere ad irrigazioni di soccorso. Negli anni successivi all'intervento può essere inoltre necessario il reintegro delle fallanze delle piantagioni con nuove messe a dimora di piantine.

Sezione tipo



Foto



Cordonata viva con specie della gariga mediterranea, Campo Pisano (CA), 2003 - Foto G. Sauli



Cordonata viva in opera, Monte Aquilone (RI), 1996 - Foto P. Cornolini



Stabilizzazione versante mediante formazione di cordonate vive, Gisser , 2004 - Foto G. Sauli



Cordonata viva di versante, Ligosullo (UD), 2003 - Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Messa a dimora di fascine vive di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (verghe legate assieme con filo di ferro) all'interno di un solco, assicurate con picchetti battuti attraverso le fascine o di fronte ad esse.

Campi di applicazione

Pendii con pendenza non superiore ai 35°, con necessità di drenaggio biotecnico. Scarpate stradali e ferroviarie e di discarica.

Materiali impiegati

- Almeno 5 verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici) Ømin.1cm e L min. 2.00m
- Filo di ferro
- Paletti di legno ø5cm o picchetti in ferro ø 8 ÷ 14 mm L min 60
- Terreno di riporto

Modalità di esecuzione

- Recupero di verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici) ømin.1cm e loro assemblaggio (preferibilmente su cavalletti); la posa delle verghe dovrà avvenire in modo tale da garantire una disposizione equamente alternata degli apici e delle basi a formare fascine di ø 20÷30 cm e lunghezza min. 2,00 m; legatura non stretta con filo di ferro in almeno due punti distanti max 70 cm
- Formazione solco, di dimensioni tali da contenere 2/3 della fascina
- Posa delle fascine all'interno del solco con l'accorgimento di compenetrarne le estremità
- Fissaggio con picchetti, vivi o morti, distanziati al massimo di 0,80 m, in modo tale che l'estremità superiore dei picchetti coincida con il bordo superiore delle fascine. I picchetti saranno infissi verticalmente attraverso la fascina (*sec. Kraebel*) o a valle della fascina (*sec. Hofmann*)
- Ricoprimento delle fascine con uno strato di terreno tale da lasciare sporgere solo brevi segmenti di rami
- Nella variante con piantine, le fascine possono essere abbinate alla piantagione di essenze arbustive idonee, all'interno di un solco più ampio

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • La realizzazione delle fascinate dovrà avvenire procedendo dal basso verso l'alto • Un'opportuna inclinazione delle file favorisce lo sgrondo delle acque superficiali, mentre una disposizione orizzontale delle file di fascine ha funzione di immagazzinamento dell'acqua • Le file distanziano tra loro 1,5÷2,00 m • Affinchè si sviluppino le verghe, queste dovranno essere a contatto con il terreno e non profondamente interrate • E' necessario reperire verghe poco ramificate e con rami non contorti
Vantaggi
<p>Stabilizzazione rapida e di facile esecuzione. I costi sono contenuti anche per lo scarso movimento terra.</p>
Svantaggi
<p>L'effetto in profondità è limitato e le fascine sono sensibili alla caduta sassi. I rami più esterni sono soggetti ad abrasione. L'effetto consolidante e stabilizzante in profondità si ha solo a radicazione avvenuta. L'effetto consolidante è inferiore a quello delle gradonate (Schiechtl).</p>
Effetto
<p>Funge da dreno biotecnico e facilita lo sgrondo delle acque.</p>
Periodo di intervento
<p>Durante il periodo di riposo vegetativo.</p>
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo • Scarsa copertura delle fascine con terreno vegetale • Condizioni stagionali estreme

Voce di Capitolato

Fascinata viva su pendio

a) fascinata viva su pendio

b) fascinata viva su pendio con piantine

Stabilizzazione di pendio su pendenze massime di 30° - 35° e con necessità di drenaggio superficiale, con fascinate vive, mediante scavo di un fosso di 0,3 - 0,5 m di larghezza ed uguale profondità, posa nei solchi di fascine di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (Salici, Tamerici, ecc.), composte da 5 - 6 verghe di diametro minimo 1 cm con punti di legatura distanti circa 70 cm, fissaggio con paletti di legno vivo o morto (disposti uno ogni 80 cm circa) di almeno 60 cm e Ø 5 cm o con aste in ferro Ø 8 - 14 mm, infilati attraverso la fascina o a valle di essa, legati con filo di ferro, il tutto ricoperto con uno sottile strato di terreno. Le file di fascine saranno orizzontali (con funzione stabilizzante e di immagazzinamento dell'acqua) o avranno opportuna inclinazione (per aumentare la funzione di deflusso laterale) e disteranno 1,5 - 2 m l'una dall'altra. Esse creano uno spazio sotterraneo con un'elevata capacità di trattenuta dell'umidità e/o un effetto drenante. Nella variante con piantine le fascinate potranno essere abbinare a piantagioni di idonee specie arbustive radicate in ragione di 1 - 2 pezzi per metro avendo cura di tracciare solchi più larghi (0,30 - 0,60 m) che vengono riempiti, dopo deposta la fascina con terreno vegetale o compost.

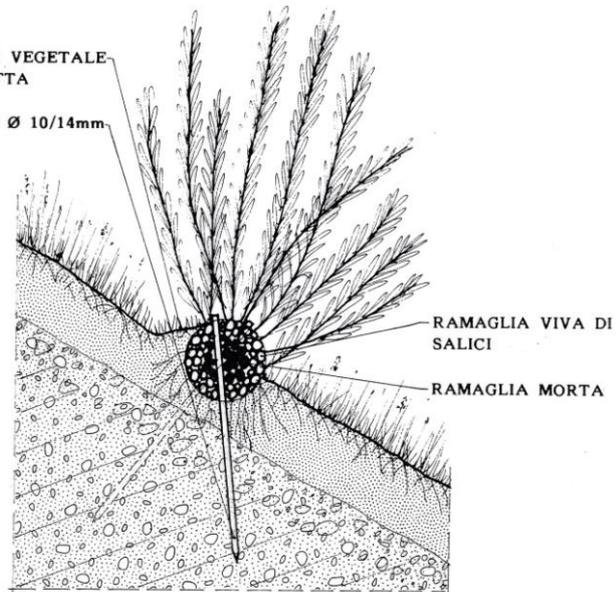
La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

Per migliorare la funzionalità dell'opera è necessario eseguire una periodica pulizia e rimodellamento dei canali di intercettazione delle acque di scolo.

Sezione tipo

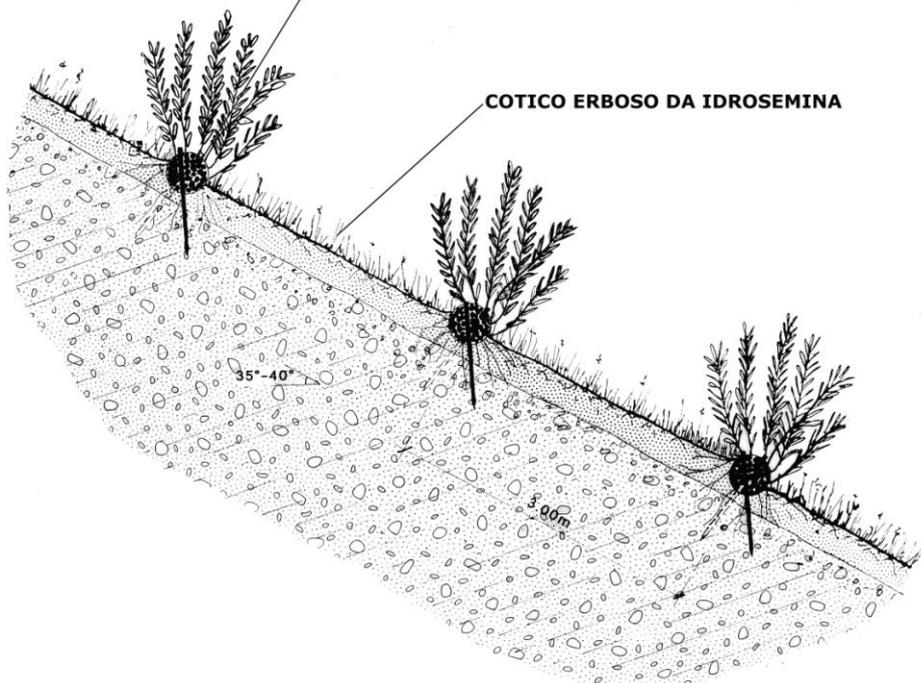
RACCORDO TERRENO VEGETALE
DI RIPORTO A CUNETTA

PICCHETTI IN ACCIAIO Ø 10/14mm
O IN LEGNO ØMin.5cm



FASCINATA VIVA SEMINTERRATA

COTICO ERBOSO DA IDROSEMINA



Foto



Fascinata viva su pendio, Bagnoregio (VT), 2002 - *Foto P. Cornolini*

INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO

Grata viva su scarpata.....	105
Consolidatore rinverdito a piastra di ancoraggio sec. Marrone.....	113
Palificata viva di sostegno loricata sec. Cornelini.....	119
Palificata viva di sostegno a parete doppia.....	127
Palificata viva di sostegno Roma.....	137
Palificata viva di sostegno L'Aquila sec. Cornelini.....	144
Palificata viva di sostegno latina sec. Cornelini.....	152
Gabbionata in rete metallica zincata rinverdita.....	159
Terra rinforzata rinverdita.....	164
Rullo con ramaglia viva.....	172
Rullo spondale in fibra di cocco.....	175
Rollada viva riparial sec. Sangalli, Sorolla e Cornelini.....	179
Palificata spondale con palo verticale frontale.....	186
Palificata viva spondale.....	192
Pennelli e repellenti vivi.....	197
Materasso spondale in rete metallica rinverdito.....	203
Rampa a blocchi.....	210
Blocchi incatenati.....	214
Scogliera rinverdita.....	218
Briglia in legname e pietrame.....	223

Descrizione sintetica

Struttura in tondame ottenuta mediante la posa su scarpate in erosione di tronchi verticali e orizzontali disposti perpendicolarmente tra loro. I tronchi orizzontali sono sovrapposti a quelli verticali e sono chiodati ad essi.
All'interno delle camere così ottenute, vengono poste in corso d'opera talee di salici e/o arbusti radicati e il tutto viene ricoperto con inerte terroso locale.

Campi di applicazione

Ricostruzione del profilo di smottamenti con pendenza tra 45° e 55° che non può essere ridotta. Scarpate di infrastrutture viarie.

Materiali impiegati

- Tronchi di castagno o conifere (escluso l'abete) \varnothing 15 ÷ 25 cm, L = 2 ÷ 5 m
- Picchetti in ferro \varnothing 14 mm, L min. 40 ÷ 100 cm
- Talee legnose di salici L min 1 m
- Inerte terroso locale di riempimento
- Sementi idonee
- Arbusti autoctoni
- Rete elettrosaldata e ramaglie di contenimento dell'inerte tra le camere

Modalità di esecuzione

- Formazione alla base della scarpata di fondazione: solco longitudinale o palificata o scogliera in massi
- Posa nel solco di un tronco quale appoggio al piede
- Posa degli elementi verticali con interasse di circa 1 m
- Fissaggio degli elementi verticali al substrato con picchetti in ferro
- Posa degli elementi orizzontali su quelli verticali con interasse 0,40 ÷ 1 m (in funzione della pendenza) e chiodatura
- Inserimento della rete elettrosaldata e della ramaglia
- Inserimento nelle camere così ottenute delle talee di salice
- Riempimento con inerte terroso locale
- Semina o idrosemina dell'intera superficie della grata
- Messa a dimora di eventuali piantine radicate di arbusti locali

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • L'interasse degli elementi orizzontali varia a seconda della pendenza della scarpata. • Le altezze massime delle grate vive non superano i 4 - 5 m • Le talee dovranno avere una lunghezza tale da raggiungere il terreno retrostante la grata • A protezione della sommità può essere posto un foglio di carta catramata • A protezione dei fronti con pendenze elevate e come metodo di contenimento del materiale può essere posta all'esterno una griglia metallica o una rete metallica a doppia torsione • Una grata di piccole dimensioni può essere eseguita anche con l'impiego di astoni vivi
Limiti di applicabilità
<p>Dimensioni ed inclinazione della scarpata ricostruita. Altezza del pendio. Natura del substrato.</p>
Vantaggi
<p>Immediata stabilizzazione della scarpata. L'effetto di stabilizzazione aumenta con la radicazione delle specie vegetali. Le specie vegetali svolgono anche un'azione drenante in quanto assorbono l'acqua necessaria al loro sviluppo.</p>
Svantaggi
<p>Il legno col tempo marcisce, per cui oltre a buone chiodature, è necessario che le piante inserite nella struttura siano vive e radichino in profondità, così da sostituire la funzione di sostegno e consolidamento della scarpata una volta che il legno ha perso le sue funzioni. Lunghi tempi di realizzazione.</p>
Effetto
<p>Immediata stabilizzazione mediante l'armatura di legno del pendio e quindi possibilità per gli arbusti di svilupparsi. Effetto visivo notevole a breve scadenza.</p>
Periodo di intervento
<p>Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, per le talee. In caso di impiego esclusivo di arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.</p>

Possibili errori

- Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo
- I correnti orizzontali vengono posti sotto i verticali, vanificando l'effetto di diminuzione della pendenza di ogni singola cella
- Mancata o insufficiente chiodatura, uso di cambre al posto dei tondini d'armatura o delle barre filettate
- Scelta errata delle piante
- Impiego di specie esotiche

Voce di Capitolato

Grata viva

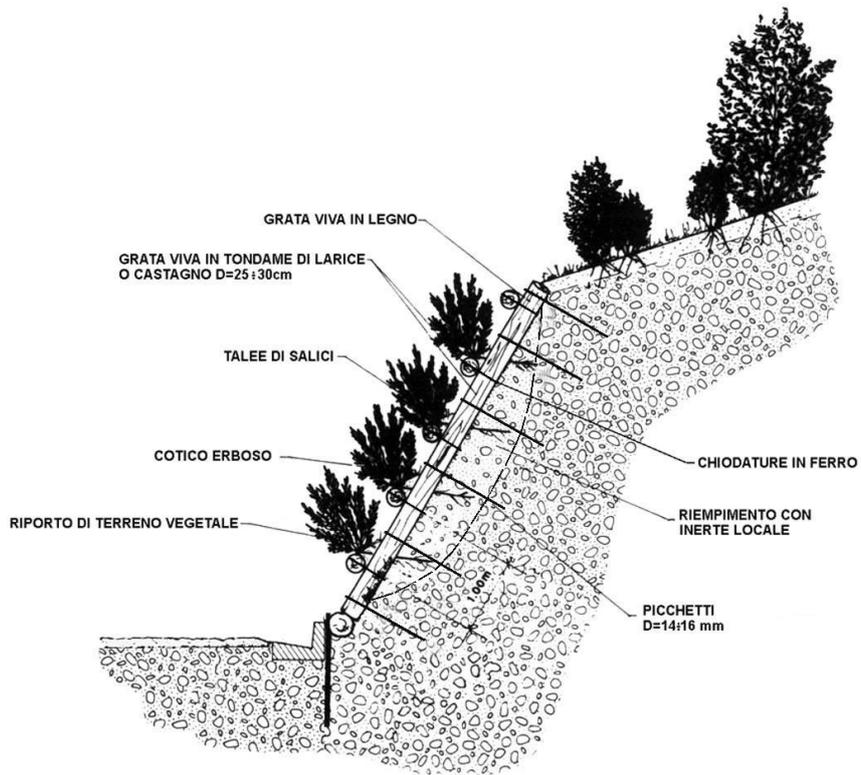
a) di versante

b) spondale

Sostegno di scarpate e versanti in erosione molto ripidi con substrato compatto (che non deve essere smosso) con grata in tondame di larice, altra resinosa o castagno di \varnothing 15 - 40 cm e lunghezza 2 - 5 m, fondata su un solco in terreno stabile o previa collocazione di un tronco longitudinale di base, con gli elementi verticali distanti 1 - 2 m e quelli orizzontali, chiodati ai primi, distanti da 0,40 a 1,00 m, con maggiore densità all'aumentare dell'inclinazione del pendio (in genere si lavora su pendenze di 45° - 55°); fissaggio della grata al substrato mediante picchetti di legno di \varnothing 8 - 10 cm e lunghezza 1 m, o di ferro di dimensioni idonee per sostenere la struttura; riempimento con inerte terroso locale alternato a talee e ramaglia disposta a strati, in appoggio alle aste orizzontali con eventuale supporto di una griglia metallica per un miglior trattenimento del terreno. L'intera superficie verrà anche seminata e in genere piantata con arbusti autoctoni. La grata può essere semplice o doppia a seconda della profondità e forma dello scoscendimento. La radicazione delle piante si sostituirà nel tempo alla funzione di consolidamento della struttura in legname. L'altezza massima possibile per le grate vive non supera in genere i 15 - 20 m.

Inoltre, risulta necessario proteggere la testa della grata da eventuali infiltrazioni di acqua che potrebbero creare problemi di erosione e portare allo scalzamento della struttura; a tale scopo si potrà realizzare una canalizzazione a monte.

Sezione tipo



Foto



Grata viva in costruzione, Colle S. Michele – Cagliari - Foto G. Sauli



Grata viva dopo alcuni anni, Colle S. Michele – Cagliari , 2003 - Foto G. Sauli



Grata viva su versante montano, Loc. Ponte ad Arco – Tarvisio (UD), 2002 - Foto G. Sauli



Grate viva di versante, Loc. Ponte ad Arco – Tarvisio (UD), 2003 - Foto G. Sauli



Grata viva di versante, Strada per lo Stelvio (BZ), 2004 - Foto G. Sauli



Grata viva di versante, Bagnoregio (VT) - Foto P. Cornolini



Grata viva doppia su scarpata in fase di realizzazione, Punta Ala (GR), 2001 - Foto P. Cornelini



Grata viva doppia su scarpata post operam, Punta Ala (GR) - Foto P. Cornelini

**Consolidatore rinverdito a piastra di ancoraggio sec.
Marrone**

21

Descrizione sintetica

Struttura di consolidamento a piastra di ancoraggio, in acciaio e terra da impiegarsi sia come opera provvisoria che definitiva per la messa in sicurezza di versanti. Sul fronte anteriore vengono inserite talee di salici o tamerici e/o arbusti radicati autoctoni.

La pendenza del paramento anteriore è prevista di 70° o 80°, ma può variare tra i 45° e i 90° a seconda delle esigenze progettuali.

I moduli hanno base di 2.00 ml. ed altezze fino a 2.50 ml.

Campi di applicazione

Piede di versanti instabili, scarpate stradali, rivestimenti spondali, briglie.

Materiali impiegati

- Profilati in acciaio ad L
- Tubolari a sezione quadrata in acciaio
- Rete elettrosaldata 200x200x8
- Rete metallica a doppia torsione zincata e plastificata 6 x 8 cm
- Talee L = 2-3 m \varnothing 2÷5 cm
- Arbusti radicati autoctoni preferibilmente con capacità di emettere radici avventizie dal fusto interrato
- Inerte terroso ammendato

Modalità di esecuzione

- Scavo a sezione ristretta per l'alloggiamento della piastra di ancoraggio
- Posizionamento della struttura metallica
- Riempimento a strati con inerte ammendato con terra di coltivo e compattato; inserimento delle talee di specie con capacità di propagazione vegetativa e/o degli arbusti radicati autoctoni fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con la scarpata

Prescrizioni

- Le talee dovranno avere una lunghezza superiore allo spessore dell'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per 10 cm circa

Limiti di applicabilità

Campo ottimale di realizzazione per altezze da 2 a 2,5 m

Possibilità di abbinamento ad altri sistemi (micropali, ancoraggi, piastre ripetitive ecc)

Vantaggi
<p>Lo scavo, limitato all'inserimento della piastra di ancoraggio, oltre alla riduzione dei costi e dei tempi, consente di alterare al minimo l'equilibrio in versanti al limite della stabilità</p> <p>Rapido consolidamento della scarpata, in totale sicurezza non avendo necessità di personale a tergo.</p> <p>Messa in sicurezza di versanti in modalità provvisorio / definitiva.</p> <p>Immediatamente compattabile e percorribile con mezzi anche di grandi dimensioni.</p> <p>Data la leggerezza e trasportabilità è impiegabile in luoghi impervi e scarsamente accessibili.</p> <p>Riutilizzando il terreno in situ:</p> <ul style="list-style-type: none"> • non necessità di infrastrutture di accesso per il trasporto di materiali di cava. • non produce materiali da portare in discarica;
Svantaggi
<p>Essendo una struttura non biodegradabile è esente dagli svantaggi tipici delle palificate in legno</p>
Effetto
<p>Il consolidamento della scarpata è immediato.</p>
Periodo di intervento
<p>Durante tutto l'anno avendo la possibilità di inserire le piante anche successivamente</p> <p>Per l'inserimento delle piante:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, per le talee. • In caso di impiego esclusivo di arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo • Inserimento di un numero insufficiente di piante vive • Impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo • Impiego di specie esotiche

Voce di Capitolato

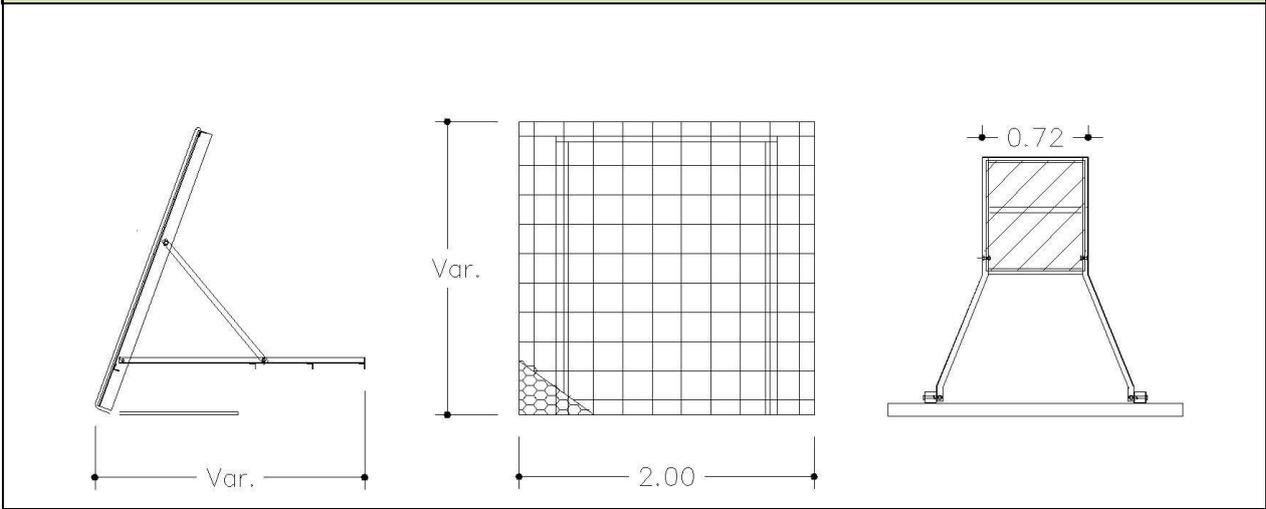
Consolidatore a piastra di ancoraggio rinverdito

Fornitura, come da progetto ed indicazioni impartite dalla D.L., di struttura per la stabilizzazione dei pendii costituita da:

- Struttura di supporto frontale in acciaio costituita da profilati scatolari 80x80x3 completi di trasversi di collegamento in profilati angolari, collegati ad una piastra di ancoraggio tramite uno o più tiranti. La lunghezza dei montanti verticali può essere di 100 -150 – 200 o 250 cm. e l'inclinazione variabile tra 45 – 90° a seconda delle esigenze.
- Pannello frontale con base 2.00 ml. in rete elettrosaldata, vincolata ai montanti, con funzione strutturale, rivestito da rete metallica di maglia 6x8 cm. abbinato a reti di cocco o agave con la rete metallica che risvolta all'interno nella base di ca. 80 cm con funzione di contenimento del terreno di riempimento e per un miglior ancoraggio della struttura
- piastra di ancoraggio in acciaio o calcestruzzo, dimensioni minime 75x75 cm. e comunque da valutarsi in base ai parametri geotecnici con angolari ammorsanti trasversali posti al di sotto di essa.

La struttura verrà riempita a strati curandone la compattazione, con l'inerte ricavato dallo scavo ammendato con terra di coltivo, fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con la scarpata;

Sezione prospetto e pianta tipo



Foto



Strutture a monoancoraggio rinverdate . Campo sperimentale JemmBuild .Pavona (Roma) 2009 Foto E. Marrone



Strutture a monoancoraggio rinverdite . Campo sperimentale JemmBuild . Pavona (Roma) 2012 Foto E. Marrone



Tossicia (TE) prima dei lavori 2013 Foto E. Marrone



Tossicia (TE) dopo lavori 2014 Foto E. Marrone



Isernia durante i lavori 2013 Foto E. Marrone



Vallinfredda (AQ) dopo lavori 2014 Foto E. Marrone

Descrizione sintetica

La palificata viva *loricata* (dal latino *lorica*, corazza), è costituita da una struttura di acciaio e tondami di castagno o larice riempita di terra e arbusti, per il consolidamento di pendii instabili, anche nei casi di interventi urgenti. Esistono ormai sul mercato vari tipi di loricata che differiscono nella struttura metallica.

E' una struttura mista acciaio-legno che utilizza una armatura metallica prefabbricata a piastra di ancoraggio, quale base di appoggio sul fronte anteriore dei tronchi orizzontali di contenimento del cuneo di terra rinverdito con arbusti autoctoni e/o talee.

La palificata viva *loricata* dal latino *lorica*, corazza, vuole rappresentare il punto di incontro tra la palificata viva e la terra rinforzata rinverdita, unendo in positiva sinergia le migliori caratteristiche strutturali ed ambientali delle due tipologie.

Campi di applicazione

Piede di versanti instabili, scarpate stradali.

La palificata viva *loricata*, per la maggior resistenza strutturale rispetto alle palificate in legno, dovuta alla armatura metallica, viene proposta come alternativa rispetto alle opere di sostegno tradizionali, anche nel settore delle infrastrutture stradali, laddove, per motivi di sicurezza, viene richiesta una struttura non biodegradabile (i tronchi possono essere facilmente sostituiti), con tutti i vantaggi naturalistici e paesaggistici tipici delle opere di ingegneria naturalistica

Materiali impiegati

- Struttura metallica a monoancoraggio costituita da un paramento anteriore in acciaio a H o X (con gli estremi della X collegati verticalmente da travi in acciaio), a seconda dei tipi offerti dal mercato, sul quale vanno appoggiati i tronchi; da tale paramento anteriore si diparte un gambo centrale metallico con funzione di tirante rigido collegato alla base posteriore ad un ancoraggio *a piastra* in metallo o calcestruzzo
- Tronchi di castagno o resinosa scortecciati $\varnothing 18 \div 22$ cm
- Talee $L = 2-3$ m $\varnothing 2 \div 5$ cm
- Arbusti radicati autoctoni preferibilmente con capacità di emettere radici avventizie dal fusto interrato
- Inerte terroso ammendato

Modalità di esecuzione

Dopo lo scavo per la piastra viene posizionata la struttura in acciaio a monoancoraggio. I paramenti anteriori metallici hanno dimensioni di circa 1,5- 2 m di larghezza in funzione dell'altezza. I tronchi, lunghi 3-4 m, sporgono a sbalzo dal fronte anteriore di circa un m da una parte e dall'altra (vedi schema grafico delle fasi costruttive)

Il fronte anteriore costituito dall'insieme acciaio-legno deve avere una pendenza di 60° (per cui l'altezza utile del modulo di h 2 o 2,5 m. è di 1,73 o 2,16 m.), che garantisce la miglior stabilità del terreno di riempimento e la crescita delle piante; una fila di putrelle può ulteriormente consolidare la palificata alla base.

La palificata può essere realizzata per singoli tratti modulari di 3-4 m, collegabili tra loro nei tratti rettilinei e i raccordi agli estremi con la morfologia esistente possono essere effettuati anche con tratti di palificata viva doppia o latina.

I tondami di castagno o larice (correnti L=3-4 m) del diametro di circa 20 cm vanno fissati, paralleli tra loro, sul fronte anteriore metallico con collegamenti in acciaio e posti ad una distanza tra loro tale da consentire l'equilibrio del terreno di riempimento nelle finestre.

L'intera struttura va riempita con l'inerte ricavato dallo scavo ammendato con terra di coltivo e negli interstizi tra i correnti vanno collocate talee legnose di salici, tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa, nonché arbusti pionieri autoctoni radicati. Le talee non devono sporgere più di 10-20 cm dalla palificata e arrivare nella parte posteriore sino al terreno locale.

Il periodo d'intervento corrisponde al riposo vegetativo nel caso delle talee e, nel caso degli arbusti in contenitore, al periodo vegetativo, con esclusione dei periodi di aridità estiva o gelo invernale.

Prescrizioni

- La pendenza anteriore della struttura metallica non deve superare i 60°.
- Gli elementi di ancoraggio dei tronchi alla struttura vanno distanziati tra loro in funzione del diametro dei tronchi affinché il terreno sia in equilibrio tra i tronchi stessi.
- Per una maggior praticità realizzativa il riempimento con la terra e le piante va effettuato a strati alla fine della posa del primo corrente, per una miglior compattazione della terra per evitare la formazione di vuoti.
- Le talee dovranno avere una lunghezza superiore allo spessore dell'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per 10 cm circa

Limiti di applicabilità

Data la particolarità costruttiva la palificata *loricata* ha un campo ottimale di realizzazione per altezze da 1, 8 a 2,2 m

Vantaggi
<p>Rapido consolidamento della scarpata.</p> <p>La palificata <i>loricata</i> può sostituire, per altezze contenute le opere in terra rinforzata, ove si richieda un ottimale inserimento paesaggistico con la ricucitura con le unità vegetazionali esistenti (infrastrutture stradali, parchi, aree protette, etc.). E' indicata poi, particolarmente, nelle situazioni di emergenza (Protezione Civile) per la rapidità e facilità di realizzazione potendo garantire da subito una stabilità strutturale superiore a quella delle opere in legno</p> <p>Rispetto alla tradizionale palificata doppia presenta un risparmio di materiali (legname e chiodature) e tempi di realizzazione</p>
Svantaggi
<p>Il legno col tempo marcisce, per cui è necessario che le talee e le piante radicate inserite nella struttura crescano e radichino in profondità, per realizzare il consolidamento del cuneo di terra che funziona come opera a gravità.</p>
Effetto
<p>Il consolidamento della scarpata è immediato.</p>
Periodo di intervento
<p>Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, per le talee.</p> <p>In caso di impiego esclusivo di arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.</p>
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo • Diametro dei tronchi sottodimensionato • Inserimento di un numero insufficiente di piante vive • Impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo • Impiego di specie esotiche

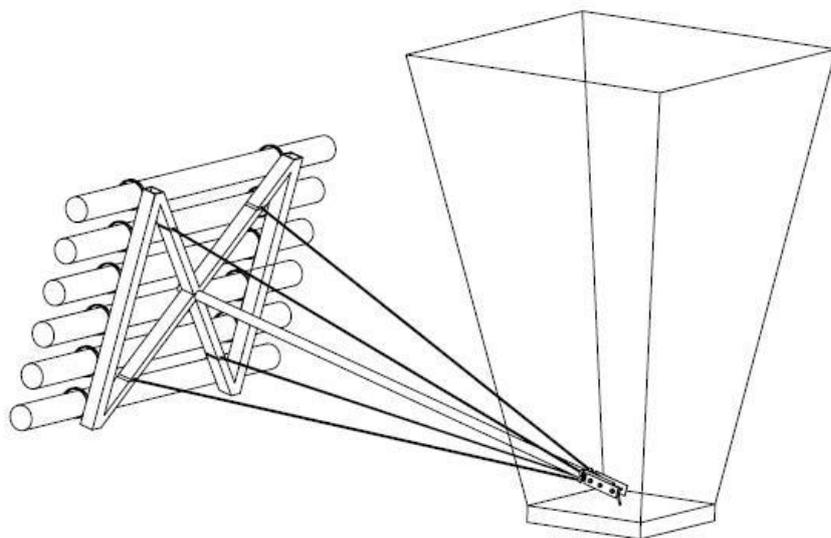
Voce di Capitolato

Palificata viva *loricata*

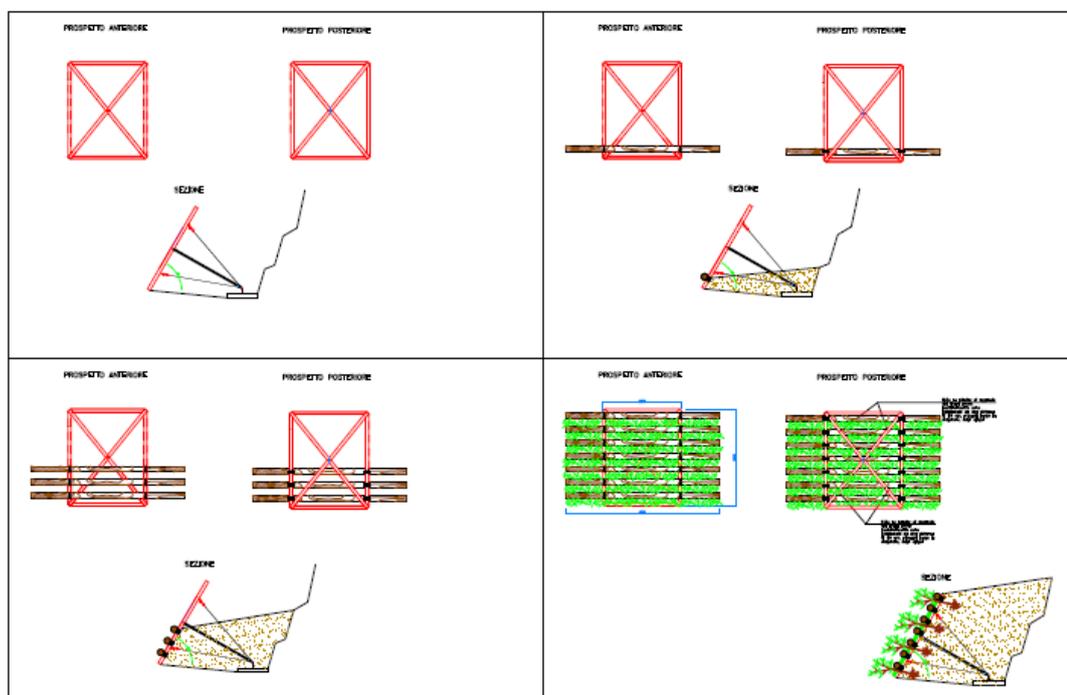
Consolidamento di scarpate instabili con palificata *loricata* costituita da:

- Struttura di supporto frontale in acciaio non zincato costituita da profilati scatolari completi di supporti dei tronchi, collegati ad una piastra di ancoraggio tramite uno o più tiranti. La lunghezza dei montanti verticali può essere di 2 o 2,5 m. con sviluppo in altezza di 1,73 o 2,16 m., data la inclinazione del fronte di 60°, o misure diverse in funzione degli obiettivi progettuali.
- Sistema di vincolo dei tronchi con catena ancorata ai montanti frontali.
- n. 1 piastra di ancoraggio in acciaio o calcestruzzo, dimensioni minime 75x75 cm. e comunque da valutarsi in base ai parametri geotecnici
- n.6 tronchi in castagno o larice scortecciato, od altra specie equivalente, con diam. 16/20 cm, lunghezza cm 300 per strutture con montanti verticali lunghi 2 m.
- N. 8 tronchi idem c.s. lunghezza 4 m. per strutture con montanti verticali lunghi 2,5 m.
- Arbusti autoctoni in ragione di 3/ml. per strato di tronchi o talee di specie autoctone con capacità di riproduzione vegetativa in ragione di 6-8/ml. per strato di tronchi.
- Il riempimento con l'inerte terroso eventualmente ammendato o miscelato con terra di coltivo avverrà per strati contestualmente alla posa degli arbusti radicati o delle talee.
- Le talee dovranno sporgere per circa 10-12 cm. ed arrivare nella parte posteriore fino al terreno in posto.

Sezione tipo



Fasi costruttive



Fasi di montaggio di uno dei tipi della palizzata loricata sec. Cornolini (disegno di E. Marrone)

Foto



Prove di carico su loricata. Area sperimentale Pavona (RM). Foto E. Marrone



Prove di carico su loricata. Area sperimentale Pavona (RM). Foto E. Marrone



Sperimentazione presso Asti del prototipo da parte del Politecnico di Torino. Foto A. Valfrè



Sperimentazione presso Asti del prototipo da parte del Politecnico di Torino. Foto A. Valfrè

Foto



Palificata loricata (PS) nel 2011 e 2014 (foto E. Marrone)



Palificata loricata Roseto degli Abruzzi 2010 durante i lavori e a fine lavori. Foto C. Crocetti

Descrizione sintetica

Struttura in tronchi costituita da un'incastellatura di tronchi a formare camere nelle quali vengono inserite talee di salici.

L'opera è completata dal riempimento con materiale terroso inerte e pietrame. Il pietrame posto a chiudere le celle verso l'esterno garantisce la struttura dagli svuotamenti, le talee inserite in profondità sono necessarie per garantire l'attecchimento delle piante, che negli ambienti mediterranei soffrono per le condizioni di aridità.

Campi di applicazione

Piede di versanti in erosione.

La variante a una parete è preferibile in situazioni di spazio o di possibilità di scavo limitati.

Materiali impiegati

- Tronchi di castagno o resinosa scortecciati $\varnothing 20 \div 30$ cm
- Chiodature metalliche $\varnothing 12 \div 14$ mm
- Talee e ramaglie
- Pietrame
- Inerte terroso

Modalità di esecuzione

- Scavo di fondazione in contropendenza ($10^\circ \div 15^\circ$)
- Posa della prima serie di tronchi correnti, paralleli al versante; nella variante a parete doppia (che di gran lunga la più usata anche per motivi di standard costruttivi) la fila interna è addossata alla parete dello scavo
- Posa della prima serie di tronchi trasversali al di sopra dei correnti e chiodati ad essi, con interasse massimo 2 m. Nella variante a una parete, posa e chiodatura della prima serie di pali con punta perpendicolarmente al versante al di sopra del tronco orizzontale: tali pali vengono inseriti nel terreno a spinta mediante escavatore
- Inserimento delle talee vive di salici e di specie con capacità di propagazione vegetativa e riempimento con inerte
- Ripetizione delle operazioni 3, 4, fino al raggiungimento dell'altezza di progetto
- Riempimento con il materiale inerte proveniente dallo scavo fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con il versante

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • Le talee dovranno avere una lunghezza tale da passare l'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per circa 10 cm • Il fronte della palificata dovrà avere una pendenza inferiore a 60° sull'orizzontale per consentire la crescita delle piante • I tronchi trasversi andranno disposti alternati e non uno sopra l'altro per garantire una maggiore elasticità e resistenza della palificata stessa • Va escluso l'impiego di non tessuti filtranti sul retro della struttura perché impediscono la radicazione delle piante; in caso di necessità verranno impiegati dreni di altra natura che non creino superfici di separazione • La chiodatura dei pali va effettuata con tondini di ferro o barre filettate passanti i tronchi previa perforazione. Le eventuali cambre possono essere usate solo per fissaggi provvisori.
Limiti di applicabilità
Data la durata limitata nel tempo dei tronchi, altezza massima della struttura: 2,50 m.
Vantaggi
Rapido e robusto consolidamento del piede di versante. Resistenza a spinte del terreno maggiori rispetto alla palificata a parete singola.
Svantaggi
Il legno col tempo marcisce, per cui oltre a buone chiodature, è necessario che le talee inserite nella struttura siano vive e radichino in profondità, così da sostituire la funzione di sostegno e consolidamento del versante, una volta che il legno ha perso le sue funzioni. Lunghi tempi di realizzazione.
Effetto
Il consolidamento del versante è immediato. Effetto visuale immediatamente gradevole e di grande effetto paesaggistico legato al rapido sviluppo delle ramaglie.
Periodo di intervento
Durante il periodo di riposo vegetativo.

Possibili errori

- Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo
- Diametro dei tronchi sottodimensionato
- Mancate o insufficienti fondazioni o protezioni al piede
- Mancato inserimento o scarsità di materiale vegetale vivo idoneo
- Inserimento troppo superficiale (a posteriori e non durante la costruzione) di talee
- Impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo
- Insufficiente chiodatura dei tronchi
- Uso di cambre al posto delle barre per l'assemblaggio dei tronchi

Voce di Capitolato

Palificata viva di sostegno

- a) a parete semplice
- b) a parete doppia
- c) spondale

Consolidamento di pendii franosi con palificata in tondami di larice o castagno \varnothing 20 - 30 cm posti alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale ($L = 1,50 - 2,00$ m) a formare un castello in legname e fissati tra di loro con chiodi o tondini di ferro \varnothing 14 mm e lunghezza di poco inferiore ai due tronchi sovrapposti; la palificata andrà interrata con una pendenza di $10^\circ - 15^\circ$ verso monte ed il fronte avrà anche una pendenza di 60° per garantire la miglior crescita delle piante; una fila di putrelle potrà ulteriormente consolidare la palificata alla base; l'intera struttura verrà riempita con l'inerte ricavato dallo scavo e negli interstizi tra i tondami orizzontali verranno collocate talee legnose di Salici, Tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa nonché piante radicate di specie arbustive pioniere. Rami e piante dovranno sporgere per 10-25 cm dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale. Gli interstizi tra i tondami vengono riempiti con massi sino al livello di magra dell'argine:

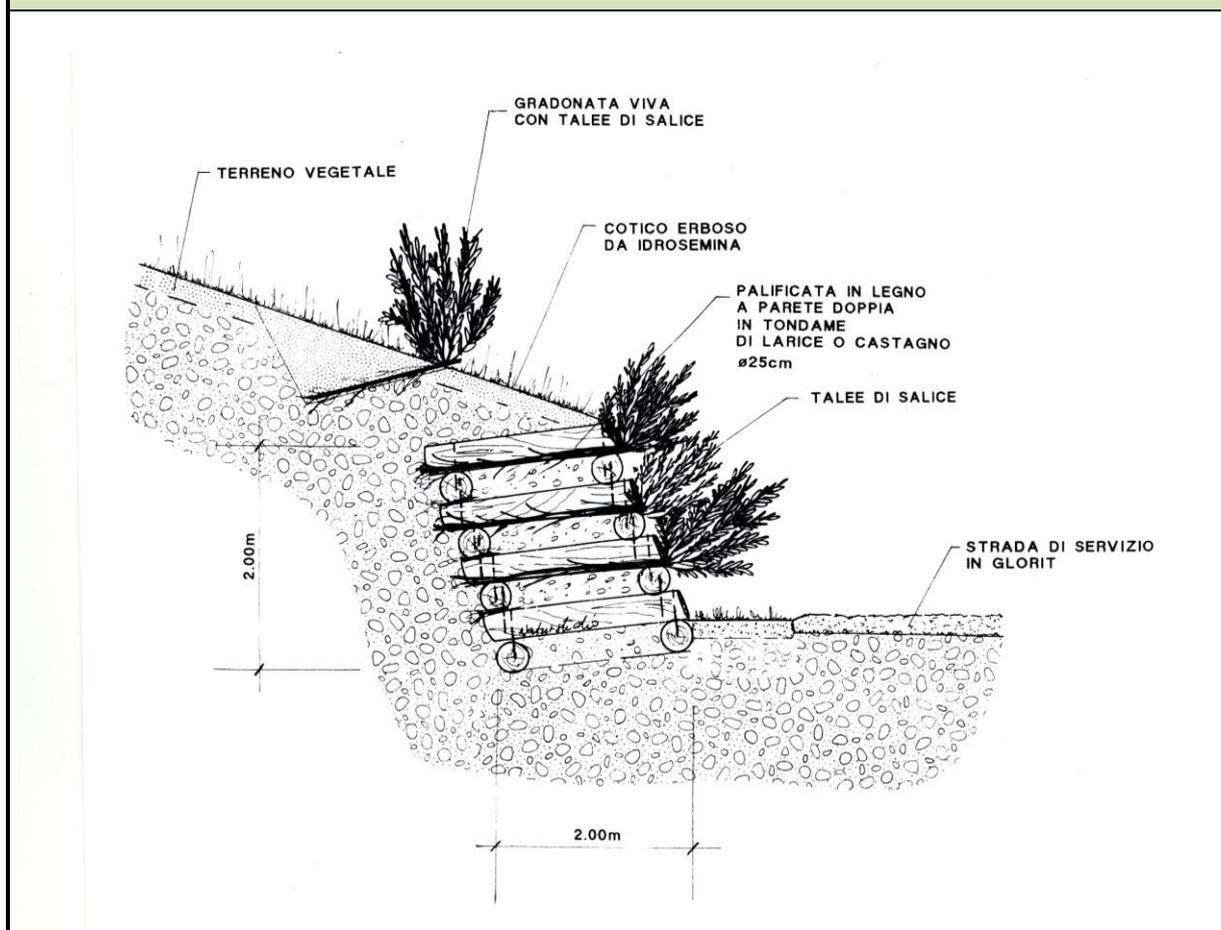
- a) a parete semplice: una sola fila orizzontale esterna di tronchi e gli elementi più corti perpendicolari al pendio sono appuntiti ed inseriti nel pendio stesso. L'altezza di questo tipo di palificata è in genere modesta (1 - 1,5 m).
- b) a parete doppia: fila di tronchi longitudinali sia all'esterno sia all'interno. La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 2 - 2,5 m, poiché la capacità consolidante delle piante si limita a 2 - 3 m di profondità.
- c) di difesa spondale: una fila di massi posti al piede della palificata, a contatto con l'acqua, legati con una fune di acciaio di \varnothing 16 mm e ulteriormente fissati con piloti in profilato metallico di lunghezza di 2 m, infissi nel fondo per almeno $\frac{3}{4}$ della lunghezza.

Per un fissaggio corretto con i tondini in ferro (passanti di \varnothing 14 mm), bisogna perforare parzialmente i due tronchi da fissare, in modo da avere una salda presa senza il rischio di provocare rotture o fessurazioni del legno. Inoltre, il posizionamento sfalsato dei traversi è a favore della stabilità.

Il periodo d'intervento corrisponde al riposo vegetativo.

L'effetto consolidante della struttura in legno, una volta marcita, sarà sostituito dallo sviluppo dell'apparato radicale.

Sezione tipo





Palificata viva doppia di versante, con messa a dimora di piante radicate (*Sorbus aucuparia*, *Prunus padus*, *alnus incana*, *Salix caprea*) Strada per lo Stelvio (BZ), - Foto G. Sauli 2004



Palificata viva appena realizzata , S. Genesio (BZ), 1992 - Foto G. Sauli



Palificata viva con piante di *Alnus incana*, dopo 12 anni, S. Genesio (BZ), 2004 - Foto G. Sauli



Palificata viva di sostegno, Loc. Montenars (UD) - Foto G. Sauli



Palificata viva dopo un anno, Loc. Montenars (UD) - Foto G. Sauli



Palificate vive di versante, Loc. Coccau (UD), 2004 - Foto G. Sauli



Palificata viva di versante, Concerviano (RI) - Foto P. Cornolini



Palificata viva di versante in opera, Atina (FR), 2000 - Foto P. Cornelini



Palificata viva di versante appena realizzata, Atina (FR), 2000 - Foto P. Cornelini



Palificata viva di versante dopo un anno dalla realizzazione, Atina (FR), 2001 - Foto P. Cornelini

Descrizione sintetica

Struttura in legname e terra, costituita da un'incastellatura di tronchi con la funzione di sostegno del fronte anteriore del cuneo in terra e che formano camere nelle quali vengono inserite talee di salici o tamerici e/o arbusti radicati autoctoni.

L'opera mista terra-legno-piante, posta alla base della scarpata, funziona come opera a gravità e può essere realizzata con il telaio strutturale triangolare in travi di acciaio invece che in tronchi.

Campi di applicazione

Piede di versanti instabili, scarpate stradali.

Materiali impiegati

- Tronchi di castagno o resinosa scortecciati $\varnothing 20 \div 25$ cm
- Chiodature acciaio a.m. $\varnothing 12$ mm e barre acciaio filettato con dadi e rondelle $\varnothing 12$ mm
- Rete metallica a doppia torsione zincata e plastificata 6 x 8 cm
- Talee L = 2-3 m $\varnothing 2 \div 5$ cm
- Arbusti radicati autoctoni preferibilmente con capacità di emettere radici avventizie dal fusto interrato
- Inerte terroso ammendato

Modalità di esecuzione

- Scavo di fondazione in contropendenza ($10^\circ \div 15^\circ$)
- Posa della prima serie di tronchi correnti, paralleli alla strada
- Posa della prima serie di tronchi trasversali al di sopra dei correnti e chiodati ad essi, con interasse 1,5 m; successivamente, dopo un riempimento con terreno, si posa sui trasversi una rete in acciaio zincata e plastificata di maglia 6 x 8 cm, per la ripartizione del carico del terreno di riempimento sulla fondazione (figure 1, 2 e 3)
- Al trasverso di base, dopo realizzazione di idonei fori nella rete zincata, verranno incernierati, il montante posteriore con una pendenza intorno ai 60° e, ad idonea distanza, il tirante di collegamento con la base, formando un triangolo con il lato prolungato oltre la cerniera superiore di collegamento. Tale disposizione consentirà il posizionamento dei correnti orizzontali successivi (il primo chiodato sul trasverso, il secondo semplicemente appoggiato su un elemento distanziatore in legno di circa 20 cm, il terzo chiodato sul tirante e gli altri appoggiati sui distanziatori in legno senza chiodature)
- Successivamente sarà posizionato il montante anteriore, in aderenza al corrente di fondazione, con una pendenza intorno ai 60° , incernierato al trasverso di base ed al tirante di collegamento e fissato ulteriormente, per una migliore stabilizzazione della struttura, con barre filettate di acciaio al montante posteriore attraverso i correnti non ancora chiodati. Per tale operazione, si richiede l'uso di punte di trapano e barre filettate della lunghezza di almeno 60 cm (figure 4 e 5)

- Nel caso di uso di viti da legno si possono fissare i correnti orizzontali direttamente al montante del triangolo (rif. fig.4 senza prolungare il tirante oltre il fronte) senza il montante anteriore evitando la fase di fig.5.
- Riempimento a strati con inerte ammendato con terra di coltivo e compattato; inserimento delle talee di specie con capacità di propagazione vegetativa e/o degli arbusti radicati autoctoni fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con la scarpata

Prescrizioni

- Le talee dovranno avere una lunghezza superiore allo spessore dell'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per 10 cm circa
- Il fronte della palificata dovrà avere una pendenza massima di 60° per consentire la crescita delle piante
-

Limiti di applicabilità

Data la particolarità costruttiva la palificata Roma ha un campo ottimale di realizzazione per altezze da 1,8 a 2,2 m

Vantaggi

Rapido consolidamento della scarpata.
Rispetto alla tradizionale palificata doppia presenta un risparmio di materiali (legname e chiodature) e tempi di realizzazione

Svantaggi

Il legno col tempo marcisce, per cui è necessario che le talee e le piante radicate inserite nella struttura crescano e radichino in profondità, per realizzare il consolidamento del cuneo di terra che funziona come opera a gravità.

Effetto

Il consolidamento della scarpata è immediato.

Periodo di intervento

Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, per le talee.
In caso di impiego esclusivo di arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.

Possibili errori

- Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo
- Diametro dei tronchi sottodimensionato
- Inserimento di un numero insufficiente di piante vive
- Impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo
- Insufficiente ed errata chiodatura dei tronchi con $\varnothing < 12$ mm
- Impiego di specie esotiche

Voce di Capitolato

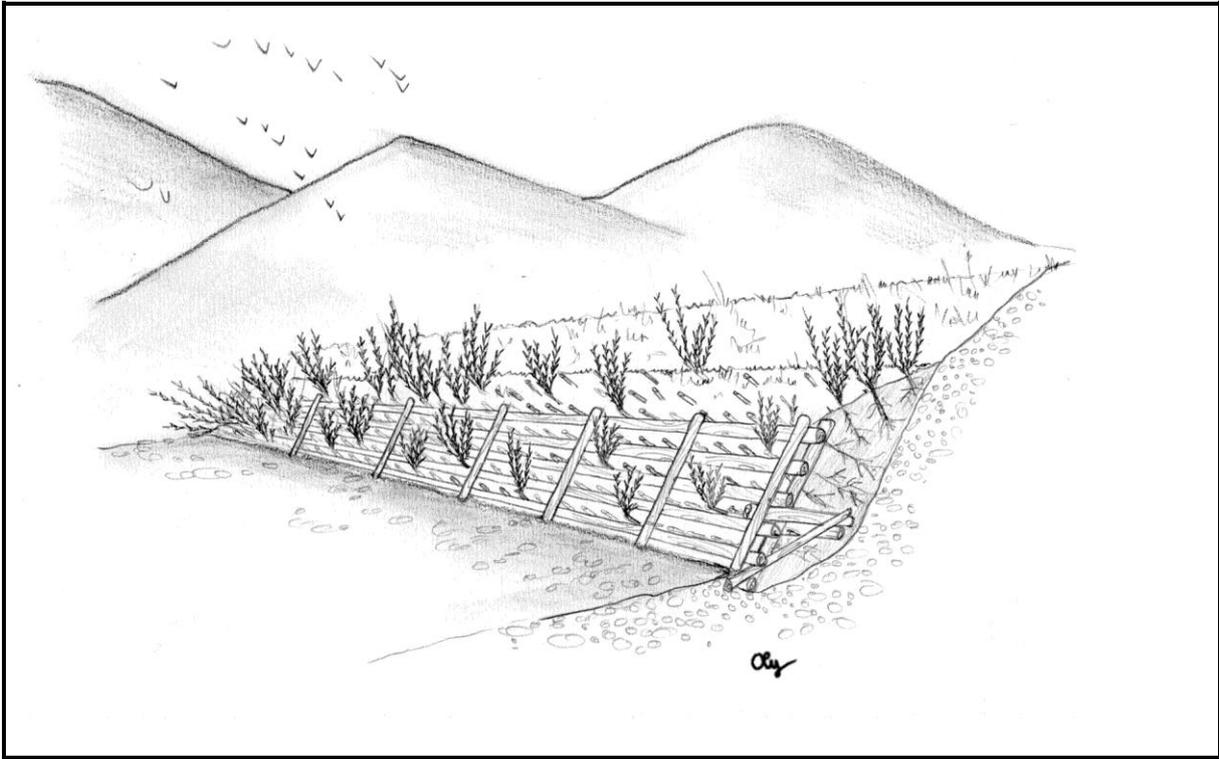
Palificata viva Roma

Consolidamento al piede di pendii instabili con palificata in tondami di castagno o larice \varnothing 20÷25 cm posti a formare una struttura triangolare in legname, con i montanti, i tiranti ed i trasversi di L= 2,50 ÷3,00 m e fissati tra di loro con tondini e barre filettate in acciaio con dadi e rondelle \varnothing 12-14 mm; la palificata andrà interrata con una pendenza del 10÷15 % verso monte ed il fronte avrà una pendenza di circa 60° per garantire la miglior crescita delle piante; una fila di pali infissi potrà ulteriormente consolidare la palificata alla base; sui trasversi di base sarà posata una rete in acciaio zincata e plastificata di maglia 6x8 cm., per la ripartizione del carico del terreno di riempimento sulla fondazione.

La struttura verrà riempita a strati curandone la compattazione, con l'inerte ricavato dallo scavo ammendato con terra di coltivo, fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con la scarpata; nello spazio tra i tronchi orizzontali verranno collocate, previa verifica della coerenza ecologica, talee legnose di Salici, Tamerici od altre specie con capacità di riproduzione vegetativa e/o piante radicate di specie arbustive pioniere.

Rami e piante dovranno sporgere non più 10-15 cm dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale.

La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 1,8÷2 m.



Disegni di Olivia Iacoangeli

Foto



Palificata Roma con specie autoctone mediterranee . Palmi (RC), 2004 - Foto Cornelini





Palificata Roma senza palo anteriore grazie alle viti Martinsicuro Marche Foto Papa 2010



Palificata viva Roma a due anni dalla realizzazione, Fregene (RM), 2008 - Foto P. Cornelini

Descrizione sintetica

La palificata viva *L'Aquila* rappresenta una elaborazione eclettica della palificata viva *Roma* e della grata, con una fondazione a gradini di modulo pari alla metà di quello di una fondazione in piano; la struttura è resa possibile nella versione attuale dall'impiego delle viti da legno che consentono tempi di realizzazione molto più rapidi rispetto alle classiche barre di acciaio ad aderenza migliorata e, grazie alla loro resistenza, di chiodare i correnti sui montanti senza il tronco anteriore di fissaggio tipico della palificata *Roma*.

La palificata *L'Aquila*:

- equivale alla base, per i primi due ordini di tronchi, ad una palificata viva doppia
- presenta il modulo del triangolo come la palificata *Roma*, anche se modificato con un doppio montante
- si configura come una grata
- l'insieme paramento frontale-triangolo-fondazione funziona secondo i principi delle terre rinforzate

Campi di applicazione

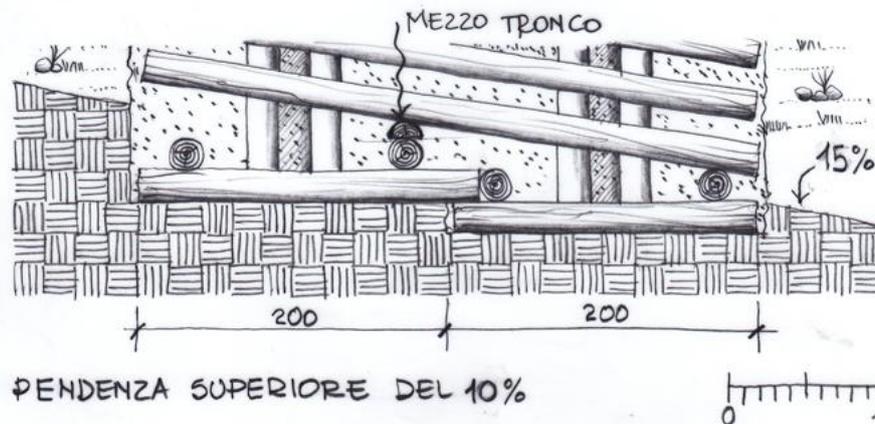
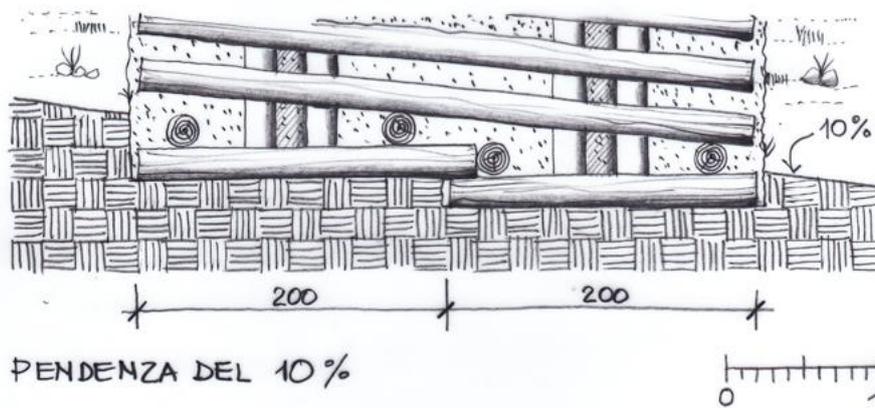
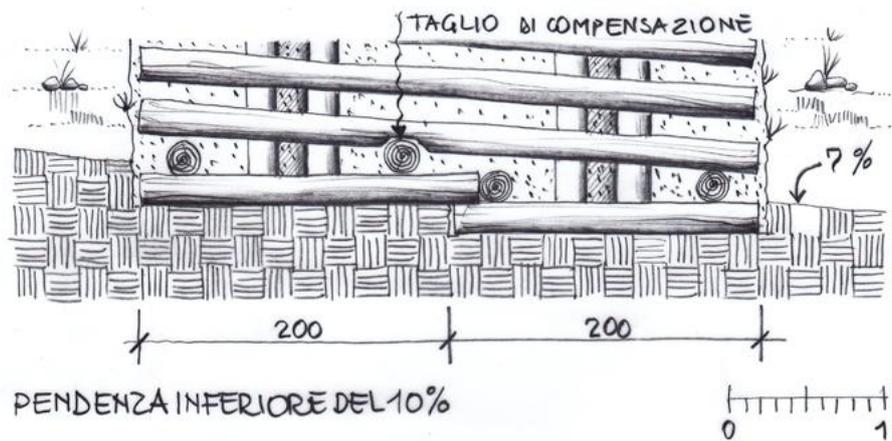
Consolidamento del piede di scarpate instabili su strade in pendenza.

Materiali impiegati

- Tronchi di castagno o resinosa scortecciati $\varnothing 18 \div 22$ cm
- Viti da legno $\varnothing 10-12$ mm
- Talee $L = 2-3$ m $\varnothing 2 \div 5$ cm
- Arbusti radicati autoctoni preferibilmente con capacità di emettere radici avventizie dal fusto interrato
- Inerte terroso ammendato

Modalità di esecuzione

- La palificata può essere realizzata per singoli tratti modulari di 4 m; con una altezza di 1,8-2 m. La fondazione, per ridurre lo scavo, è a gradini orizzontali di lunghezza di 2 m con sovrapposizione dei correnti di circa 20 cm; i trasversi saranno posti a circa 20 cm dal bordo esterno del tronco di fondazione.
- Il primo corrente, di lunghezza leggermente superiore ai 4 m, in modo che la proiezione sia comunque di 4 m., sarà posizionato sul primo e terzo trasverso con una pendenza parallela alla strada (vedi prospetto frontale)
- La costruzione della fondazione a gradini, realizzata come descritto sopra, comporta una pendenza dell'opera di circa il 10%. Per strade di pendenza superiore o inferiore sarà possibile, comunque, intervenire sul posizionamento del primo corrente con l'inserimento di un leggero spessore o con un leggero intacco con la motosega, per mantenere il parallelismo del corrente con la strada. Nei tratti in cui la distanza tra il primo corrente e quello di fondazione risulta eccessiva per la stabilità del terreno a tergo, si potrà inserire uno spessore di spezzoni di tronchi.(vedi figure sotto).



Mantenimento del parallelismo con la strada per pendenze uguali o diverse dal 10%
(disegno di Vincenzo Reggimenti)

- Successivamente saranno posizionati due montanti anteriori con una pendenza di 60° , infissi nel terreno in aderenza al corrente di fondazione anteriore e chiodati allo stesso; i montanti saranno incernierati al tirante di collegamento, a sua volta chiodato al corrente di fondazione posteriore a formare i telai triangolari, posti ad interasse di 2 m (vedi sezione).
- Una volta impostati i triangoli, saranno fissati ad essi i successivi correnti paralleli al primo ottenendo, di conseguenza, una struttura parallela alla pendenza della strada (schema tridimensionale delle fasi di montaggio).
- Le chiodature vanno realizzate con viti da legno del diametro di 10-12 mm, con lunghezza di poco inferiore ai due tronchi sovrapposti. e, per le cerniere orizzontali di collegamento del triangolo, vanno usate barre filettate in acciaio del diametro di 12 mm. con dadi e rondelle.

Per tale ultima operazione si richiede l'uso di punte di trapano della lunghezza superiore alla somma di tre diametri, ad esempio, maggiore di 60 cm. circa, nel caso di tronchi di 20 cm di diametro.

- La struttura sarà riempita a strati, curandone la compattazione, con l'inerte ricavato dallo scavo ammendato con terra di coltivo, posizionando, nello spazio tra i correnti, previa verifica della coerenza ecologica, talee legnose di salici, tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa, nonché piante radicate di specie arbustive pioniere autoctone. Rami e piante dovranno sporgere non più di 10-20 cm dalla palificata e le talee dovranno arrivare, nella parte posteriore, sino al terreno naturale.
- Il periodo d'intervento corrisponde, nel caso di uso delle talee, al riposo vegetativo con esclusione dei periodi di innevamento e di gelo profondo mentre, nel caso di uso di arbusti radicati, a tutto l'anno con esclusione dei periodi di aridità estiva e di gelo

Prescrizioni

- Le talee dovranno avere una lunghezza superiore allo spessore dell'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per 10 cm circa
- Il fronte della palificata dovrà avere una pendenza massima di 60° per consentire la crescita delle piante

Limiti di applicabilità

Data la particolarità costruttiva la palificata *L'Aquila* ha un campo ottimale di realizzazione per altezze da 1,8 a 2,2 m

Vantaggi

Rapido consolidamento della scarpata.
Rispetto alla tradizionale palificata doppia presenta un risparmio di materiali (legname e chiodature) e tempi di realizzazione

Svantaggi

Il legno col tempo marcisce, per cui è necessario che le talee e le piante radicate inserite nella struttura crescano e radichino in profondità, per realizzare il consolidamento del cuneo di terra che funziona come opera a gravità.

Effetto

Il consolidamento della scarpata è immediato.

Periodo di intervento

Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, per le talee.
In caso di impiego esclusivo di arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.

Possibili errori

- La pendenza anteriore della struttura non deve superare i 60°.
- Va impostata una pendenza dei correnti parallela alla strada.
- Va ben curata la realizzazione dei telai a triangolo.
- Per una maggior praticità realizzativa il riempimento con la terra e le piante va effettuato a strati per una miglior compattazione della terra per evitare la formazione di vuoti.
- Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo
- Diametro dei tronchi sottodimensionato
- Inserimento di un numero insufficiente di piante vive
- Impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo
- Insufficiente ed errata chiodatura dei tronchi con $\varnothing < 10$ mm
- Impiego di specie esotiche

Voce di Capitolato

Palificata viva *L'Aquila* sec. Cornolini

Consolidamento del piede di scarpate instabili su strade in pendenza con palificata in tondami di castagno o larice di circa 20 cm di diametro, collegati da telai triangolari costituiti da due montanti ed un tirante fissati sui correnti, anteriore e posteriore, della fondazione. La palificata va interrata in uno scavo di fondazione profondo quanto il diametro del corrente, con una leggera pendenza verso monte; il fronte anteriore deve avere una pendenza di 60°.

La palificata va realizzata per singoli tratti modulari di 4 m; con una altezza di 1,8-2 m.

La fondazione è a gradini orizzontali di lunghezza di 2 m con sovrapposizione dei correnti di circa 20 cm;

Il primo corrente, di lunghezza leggermente superiore ai 4 m, in modo che la proiezione sia comunque di 4 m., sarà posizionato sul primo e terzo trasverso con una pendenza parallela alla strada.

Successivamente saranno posizionati due montanti anteriori con una pendenza di 60°, infissi nel terreno in aderenza al corrente di fondazione anteriore e chiodati allo stesso; i montanti saranno incernierati al tirante di collegamento, a sua volta chiodato al corrente di fondazione posteriore a formare i telai triangolari, posti ad interasse di 2 m.

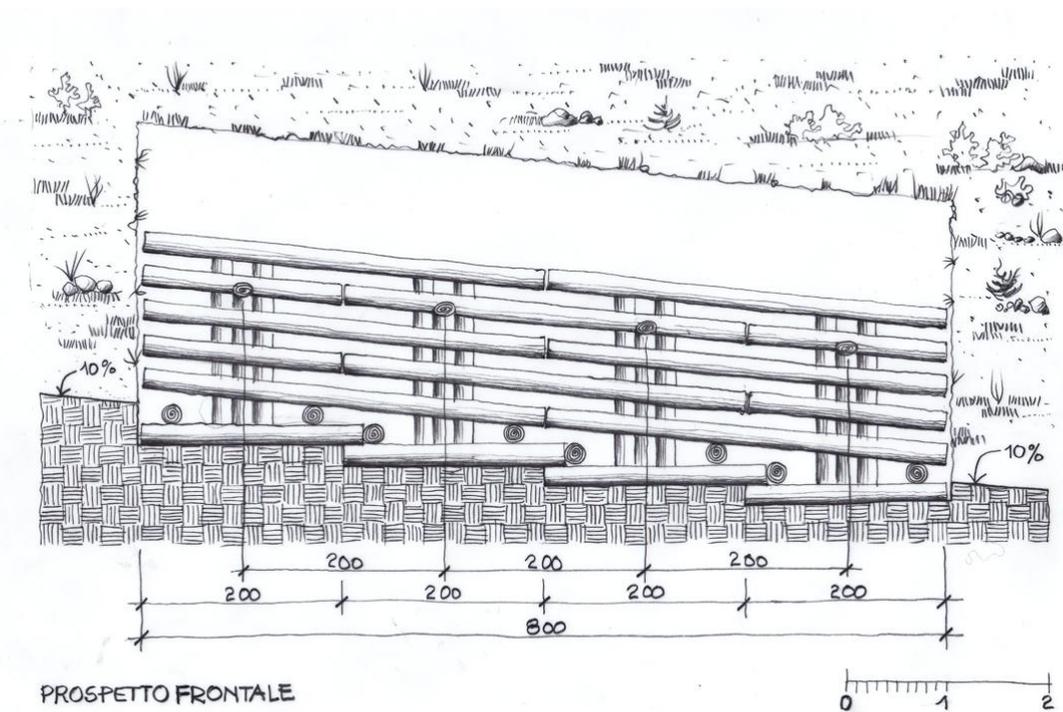
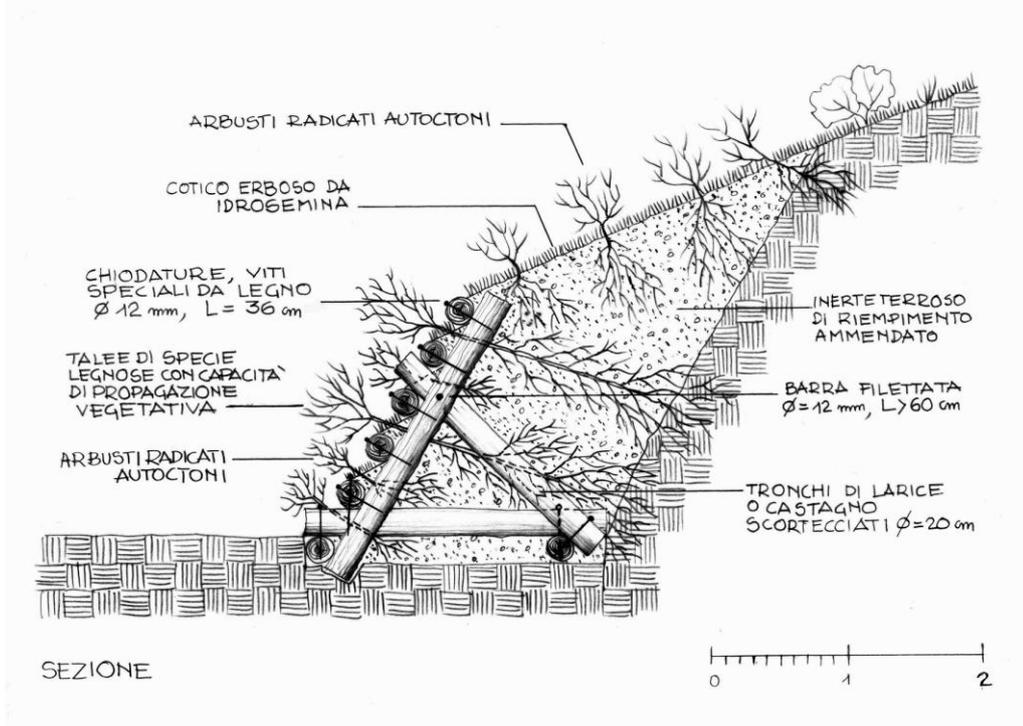
Una volta impostati i triangoli, saranno fissati ad essi i successivi correnti paralleli al primo ottenendo, di conseguenza, una struttura parallela alla pendenza della strada.

Le chiodature vanno realizzate con viti da legno del diametro di 12 mm, con lunghezza di poco inferiore ai due tronchi sovrapposti. e, per le cerniere orizzontali di collegamento del triangolo, si useranno barre filettate in acciaio del diametro di 12 mm. con dadi e rondelle.

La struttura sarà riempita a strati, curandone la compattazione, con l'inerte ricavato dallo scavo ammendato con terra di coltivo posizionando, nello spazio tra i correnti, previa verifica della coerenza ecologica, talee legnose di salici, tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa, nonché piante radicate di specie arbustive pioniere autoctone. Rami e piante dovranno sporgere non più di 10-20 cm dalla palificata e le talee dovranno arrivare, nella parte posteriore, sino al terreno naturale.

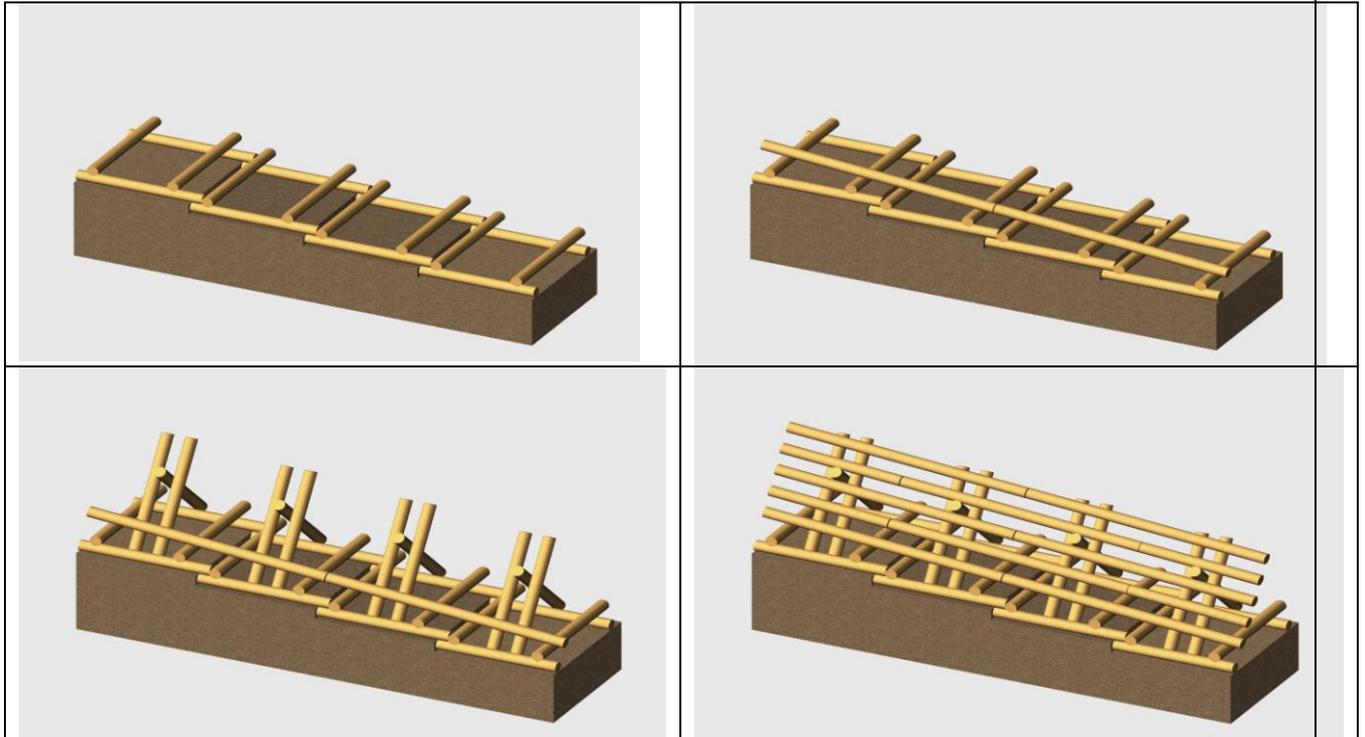
Il periodo d'intervento corrisponde, nel caso di uso delle talee, al riposo vegetativo con esclusione dei periodi di innevamento e di gelo profondo mentre, nel caso di uso di arbusti radicati, a tutto l'anno con esclusione dei periodi di aridità estiva e di gelo.

Sezione tipo



(disegni di Vincenzo Reggimenti)

Fasi costruttive



Schema tridimensionale fasi di montaggio (*disegno di Vincenzo Reggimenti*)



Costruzione palificata L'Aquila Parco Nazionale del Gran Sasso (AQ) 2009 durante i lavori Foto C. Crocetti



Palificata L'Aquila Parco Nazionale del Gran Sasso (AQ) 2011 Foto L. Ruggieri

Descrizione sintetica

Struttura in legname e terra, costituita da un'incastellatura triangolare di tronchi con la funzione di sostegno del fronte anteriore del cuneo in terra e che formano camere nelle quali vengono inserite talee di salici o tamerici e/o arbusti radicati autoctoni.
L'opera mista terra-legno-piante, posta alla base della scarpata, funziona come opera a gravità.

Campi di applicazione

Piede di versanti instabili, scarpate stradali.

Materiali impiegati

- Tronchi di castagno o resinosa scortecciati \varnothing 18 ÷ 22 cm
- Chiodature acciaio a.m. o viti da legno \varnothing 10-12 mm
- Talee L = 2-3 m \varnothing 2÷5 cm
- Arbusti radicati autoctoni preferibilmente con capacità di emettere radici avventizie dal fusto interrato
- Inerte terroso ammendato

Modalità di esecuzione

- Dopo lo scavo di fondazione posa di doppia fila di tronchi correnti (L= 4 m), paralleli tra loro in tondami di castagno o larice di \varnothing 18-22 cm, posti in senso longitudinale.
- Posa della prima serie di tronchi trasversali (L=2-2,5 m a seconda dell'altezza) al di sopra dei correnti e chiodati ad essi, a formare cassoni triangolari orizzontali in legname uniti tra loro dai correnti stessi; i traversi, posti a interasse di 2 m, formano un triangolo isoscele con i primi due in basso fissati sull'unico corrente posteriore e i successivi chiodati posteriormente tra loro; i tondami sono fissati tra di loro con viti da legno o tondini di acciaio a.m. \varnothing 10-12 mm con lunghezza di poco inferiore ai due tronchi sovrapposti
- per una maggiore stabilità la palificata andrà interrata con una pendenza di circa 10° verso monte ed il fronte avrà una pendenza del fronte di 60° che garantisce anche la miglior crescita delle piante
- Riempimento a strati con inerte ammendato con terra di coltivo e compattato; e negli interstizi tra i tondami orizzontali vanno collocate, ove coerenti ecologicamente, talee legnose di salici, tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa e/o piante radicate di specie arbustive pioniere . Rami e piante non devono sporgere più di 10-20 cm dal fronte e le talee devono arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale.

Prescrizioni
<ul style="list-style-type: none"> • Le talee dovranno avere una lunghezza superiore allo spessore dell'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per 10 cm circa • Il fronte della palificata dovrà avere una pendenza massima di 60° per consentire la crescita delle piante
Limiti di applicabilità
Data la particolarità costruttiva la palificata <i>latina</i> ha un campo ottimale di realizzazione per altezze da 1,8 a 2,2 m
Vantaggi
Rapido consolidamento della scarpata. Rispetto alla tradizionale palificata doppia presenta un risparmio di materiali (legname e chiodature) e tempi di realizzazione
Svantaggi
Il legno col tempo marcisce, per cui è necessario che le talee e le piante radicate inserite nella struttura crescano e radichino in profondità, per realizzare il consolidamento del cuneo di terra che funziona come opera a gravità.
Effetto
Il consolidamento della scarpata è immediato.
Periodo di intervento
Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, per le talee. In caso di impiego esclusivo di arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo • Diametro dei tronchi sottodimensionato • Inserimento di un numero insufficiente di piante vive • Impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo • Insufficiente ed errata chiodatura dei tronchi con $\varnothing < 10$ mm • Impiego di specie esotiche

Voce di Capitolato

Palificata viva latina

Consolidamento del piede di pendii instabili con palificata in tondami di castagno o larice di \varnothing 20 - 25 cm, posti alternativamente in senso longitudinale (correnti L= 4 m) ed in senso trasversale (traversi L=2-2,5 m a seconda dell'altezza) a formare cassoni triangolari in legname uniti tra loro dai correnti stessi; i traversi, posti a interasse di 2 m, formeranno un triangolo isoscele con i primi due in basso fissati sull'unico corrente posteriore e i successivi chiodati tra loro; i tondami saranno fissati tra di loro con viti da legno o tondini di acciaio a.m. \varnothing 10-12 mm con lunghezza di poco inferiore ai due tronchi sovrapposti;

La fondazione sarà incassata con una pendenza di circa 10° ed il fronte avrà una pendenza di 60° . L'intera struttura verrà riempita a strati con l'inerte ricavato dallo scavo ammendato con terra di coltivo e negli interstizi tra i tondami orizzontali verranno collocate talee legnose di salici, tamerici od altre specie adatte alla riproduzione vegetativa e/o specie arbustive pioniere autoctone. Rami e piante dovranno sporgere non più di 10-20 cm dalla palificata e le talee dovranno arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale.

Il periodo d'intervento corrisponde, nel caso di uso delle talee, al riposo vegetativo con esclusione dei periodi di innevamento e gelo profondo e, nel caso di uso di arbusti radicati, a tutto l'anno con esclusione dei periodi di aridità estiva e di gelo

La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di $1,8 \div 2$ m.

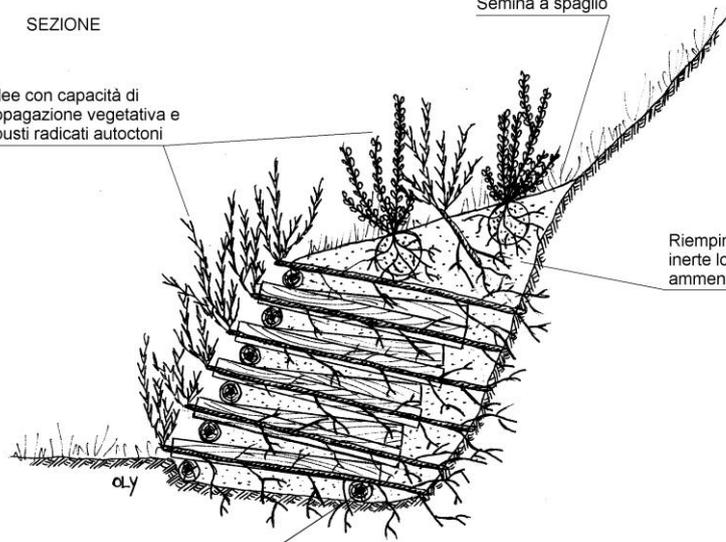
Palificata viva "latina"

SEZIONE

Talee con capacità di propagazione vegetativa e arbusti radicati autoctoni

Semina a spaglio

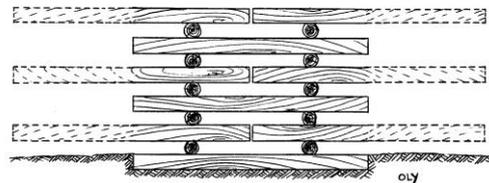
Riempimento con inerte locale ammendato



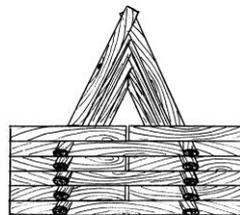
Tronchi di castagno
D=20 cm

Palificata viva "latina"
(modulo di 4 metri)

PROSPETTO



1 metro

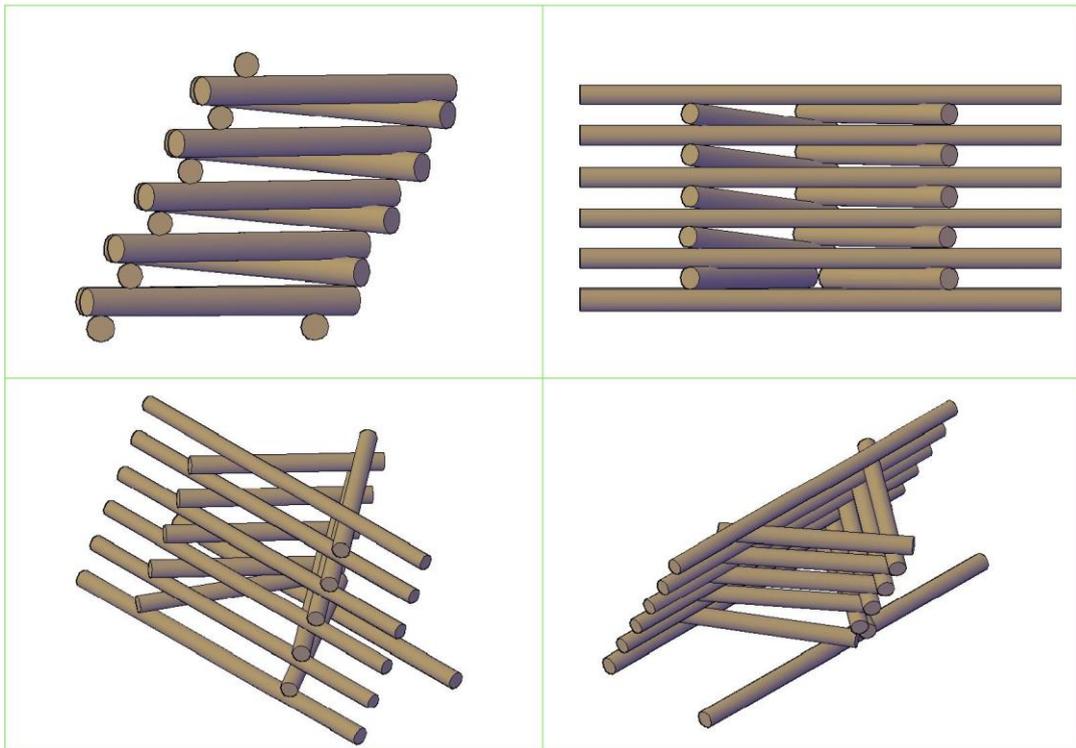


PIANTA

1 metro

Disegni di Olivia Iacoangeli

Fasi costruttive



Schema costruttivo Palificata latina. Corso Università Tuscia- La Sapienza -Bracciano (RM) 2008



Palificata latina 2007 e 2010 . Parco del Furlo(PU) foto Cornellini

Foto



Parco L'Aquila Genio Militare Esercito Italiano Roma Cecchignola Foto Cornelini 2011



Palificata latina nei Cantieri didattici Corso Ingegneria Naturalistica Scuola Geometri Tallini Formia 2010 Foto Cornelini

Descrizione sintetica

Gabbioni in rete metallica zincata a doppia torsione e maglia esagonale, riempiti in loco con ghiaione o pietrisco di pezzatura minima 15 cm, disposti a file parallele sovrapposte. Talee di salice o tamerice vengono inserite all'interno dei gabbioni con disposizione irregolare o a file nella prima maglia del gabbione superiore (non tra un gabbione e l'altro).

Campi di applicazione

Piede di pendii umidi e instabili; versanti in erosione; briglie in golene allagate occasionalmente; sistemi di fitodepurazione; difesa e sostegno di sponde lacustri; ricostruzione e/o sostituzione di muri di sostegno in calcestruzzo in terreni instabili. Nel loro impiego combinato con piante vive si prestano a varie applicazioni dell'ingegneria naturalistica che sono suscettibili di ulteriori evoluzioni data l'adattabilità dei materiali. Già il loro uso tradizionale presenta notevole plasticità dando adito nel tempo a processi di rinaturazione spontanea. Vengono impiegate per costruire strutture di sostegno a gravità caratterizzate da una elevata flessibilità e permeabilità. Vanno dimensionate come opere di sostegno.

Materiali impiegati

- Pietrame o ciottoli di fiume \varnothing 15 ÷ 30 cm
- Scatolare in filo di acciaio zincato (e plastificato se a contatto con l'acqua), maglia tipo 8 x 10 a doppia torsione
- Filo di ferro zincato \varnothing 2,2 mm o punti metallici meccanizzati in acciaio \varnothing 3,0 mm
- Talee di salice o tamerice di lunghezza tale da toccare il terreno naturale dietro il gabbione, in genere 1,5 – 2 m e di \varnothing min 2 cm

Modalità di esecuzione

- Preparazione dello scavo del piano di fondazione su cui posare lo scatolare prefabbricato, sua apertura e messa in scatola con la chiusura dei lati verticali, utilizzando filo di ferro \varnothing 2,2 mm, oppure punti metallici applicati con un'apposita apparecchiatura pneumatica o manuale
- Riempimento con ciottoli (può essere effettuato meccanicamente ma il pietrame deve essere sistemato a mano in modo da ottenere un buon addensamento). Per garantire che la struttura non si deformi eccessivamente durante il riempimento, si mettono in opera due livelli di tiranti, realizzati col filo metallico di legatura, spazati di 30 cm sia in senso orizzontale che verticale
- Chiusura della parte sommitale della fondazione
- Posizionamento della successiva fila di gabbioni, arretrata rispetto a quella sottostante di 0,50 m
- Inserimento di talee e ramaglia di salice o tamerice di lunghezza tale da toccare il terreno retrostante e inserite in corso d'opera (è impossibile inserirle a posteriori) a file nella

prima maglia del gabbione o a disposizione più o meno irregolare (in genere su due file) durante il riempimento da effettuare in tre strati

- Posizionamento delle eventuali altre file secondo le modalità descritte

Prescrizioni

- Ramaglie e talee vanno sistemate in corso d'opera a disposizione irregolare all'interno del gabbione, se il riempimento viene fatto manualmente, o a file se il riempimento è meccanico
- Le talee dovranno essere potate a 10 – 15 cm circa dalla superficie del gabbione

Limiti di applicabilità

E' preferibile l'impiego in zone con disponibilità di materiale lapideo.
L'abbinamento con le talee condiziona i periodi stagionali di intervento con esclusione dei periodi estivi e di gelo invernale.

Vantaggi

Tecnica di esecuzione rapida e semplice, effetto di consolidamento immediato, utilizzo di materiali locali, opera di sostegno permeabile all'acqua e flessibile.
Adatta sia per sistemazioni lineari che per sistemazioni puntiformi.

Svantaggi

Per un rinverdimento rapido bisogna mettere a dimora le piante in corso d'opera condizionando i periodi stagionali d'intervento; la realizzazione si basa sulla disponibilità in loco di idoneo materiale lapideo per i riempimenti; l'uso di materiale litoide alloctono incrementa i costi e non è coerente con il principio dell'impiego di risorsa locale e l'effetto paesaggistico.

Effetto

Struttura di sostegno elastica, molto adatta per sistemazioni in condizioni di forte pendenza e in spazi limitati; l'uso dei ciottoli locali garantisce una coerenza visuale della struttura; nell'arco di 1 – 2 anni le radici dei salici o tamerici aumentano la stabilità della struttura stessa che viene anche mascherata dallo sviluppo delle parti aeree.

Periodo di intervento

Durante il periodo di riposo vegetativo.

Possibili errori

- Mancato inserimento di talee e ramaglie di salice o tamerice o altri arbusti
- Esecuzione fuori stagione con scarse possibilità di attecchimento del materiale vegetale vivo
- Errato verso di inserimento delle talee
- Inserimento delle ramaglie tra i gabbioni con possibile “strozzatura” delle piante
- Mancata realizzazione dei tiranti e assestamento errato del pietrame con la conseguente deformazione dei gabbioni in fase di riempimento
- Se si realizzano opere di sostegno non si deve sgradonare la parte posteriore del muro
- Insufficienti fondazioni che vanno dimensionate ad esempio adottando gabbioni di spessore 0,5 m alla base per contenere le deformazioni
- Uso di materiale litoide alloctono
- Esaltazione del geometrismo (“effetto muraglia”) con strutture troppo regolari per lunghi tratti
- Uso di materiale litoide di riempimento squadrato a blocchetti

Voce di Capitolato

Gabbionata in rete metallica zincata rinverdita

Formazione di gabbionata verde per altezze di terreno non superiori ai 4 - 5 m, mediante impiego di normali gabbionate in rete metallica a doppia torsione di maglia esagonale tipo 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3) tessuta con filo di diametro minimo 2,7 mm (conforme alle UNI EN 10218) protetto con lega Zn-Al5%-MM (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab 2 minimo 255 gr/m²); nel caso di ambienti aggressivi il filo di diametro 2,7 mm sarà ricoperto di rivestimento plastico (conforme alle EN 10245-2 e/o 3) di spessore nominale di 0,4, confezionato a parallelepipedo di varie dimensioni. Gli scatolari metallici verranno assemblati e collegati tra loro utilizzando per le cuciture ed i tiranti un filo metallico delle stesse caratteristiche di quello utilizzato per la fabbricazione della rete, con diametro di 2,2 mm. Nel caso di utilizzo di punti metallici meccanizzati per le operazioni di cucitura, questi dovranno essere in acciaio rivestito con lega zinco-alluminio 5% - MM, con diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 170 Kg/mm².

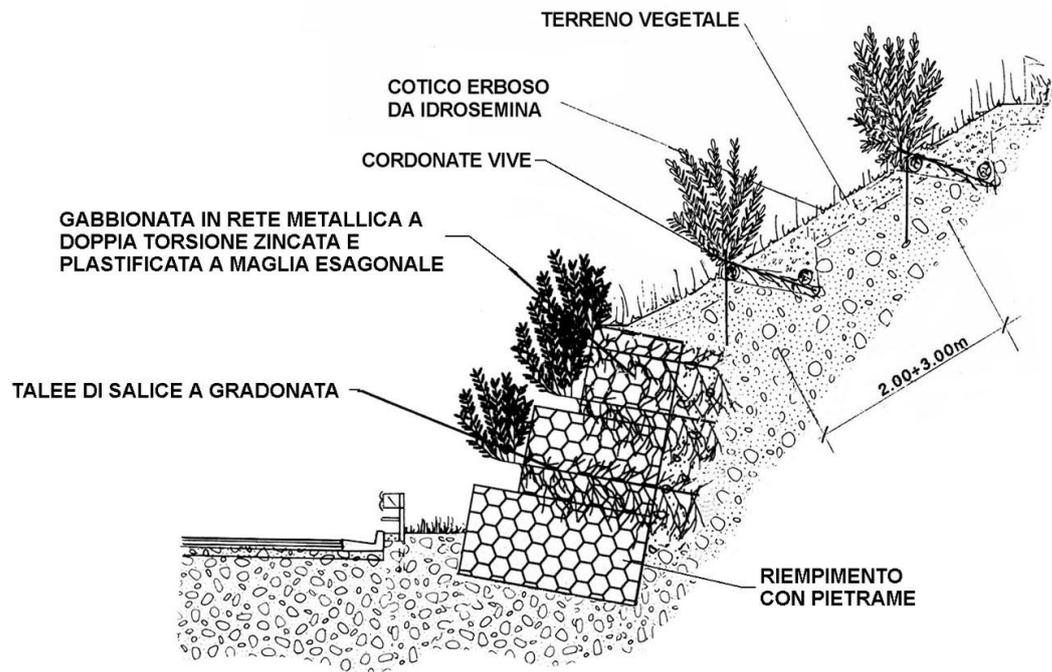
Gli scatolari, una volta assemblati devono essere riempiti in loco con pietrame grossolano o ciottoli non friabili di pezzatura (generalmente \varnothing 100 - 200 mm) non inferiore ad 1,5 volte la dimensione minima della maglia.

Sulle tipologie di abbinamento sinora operate valgono le seguenti indicazioni:

- inserimento di talee, ramaglia viva, piante e specie arbustive all'interno del gabbione o tra un gabbione e quello soprastante in fase di costruzione, dotate di capacità di riproduzione vegetativa, poste all'interno del gabbione o nella prima serie di maglie del gabbione sovrastante, in fase di costruzione.

- Le talee dovranno attraversare completamente il gabbione (generalmente L = 1,5 - 2,0 m e \varnothing minimo 2 cm) ed essere inserite nel terreno dietro il gabbione stesso per una profondità che dia garanzia di crescita; tale operazione potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

Sezione tipo



Foto



Gabbionata rinverdita, Moggio Val Aupa (UD), 2002 - Foto V. Zago



Gabbionata rinverdita, Moggio Val Aupa (UD), 2012 - Foto V. Zago

Descrizione sintetica

Opera di sostegno realizzata mediante l'abbinamento di materiali di rinforzo orizzontale in reti sintetiche o metalliche plastificate, inerti di riempimento e rivestimento in stuoie sul fronte esterno, tali da consentire la crescita delle piante.

Sotto il profilo statico, la stabilità della struttura è garantita dal peso stesso del terreno consolidato internamente dai rinforzi; la stabilità superficiale dell'opera è assicurata dalle stuoie sul paramento e dalle piante.

Campi di applicazione

Sostegno di scarpate in riporto.

Consolidamento di scarpate stradali e ferroviarie.

Terrapieni antirumore, modellamento e ricostruzione nei casi di spazio limitato.

Materiali impiegati

- Geosintetici: rinforzo con geosintetici, ripiegati a sacco a chiudere frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da casseri mobili, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. Per il trattenimento del terreno vegetale frontale vengono abbinate geostuoie tridimensionali sintetiche o biostuoie in fibra vegetale
- Griglia metallica e geosintetici: rinforzi con geosintetico resistente alla trazione; sul fronte esterno una rete metallica elettrosaldata, che funge da cassero, e rivestita internamente da stuoia sintetica o organica
- Griglia e armatura metallica: armature in lamine metalliche di lunghezza variabile, vincolate a griglie frontali in rete metallica elettrosaldata in acciaio zincato, inclinata di circa 63°, e che funge da cassero, rivestite internamente da una biostuoia o da una geostuoia tridimensionale sintetica
- Elementi preassemblati in rete metallica a doppia torsione: (pendenza massima 60°) elementi di armatura planari orizzontali in rete metallica a doppia torsione, provvisti di barrette di rinforzo zincate e plastificate, inserite all'interno delle maglie nella parte di rete risvoltata in corrispondenza del paramento, che frontalmente è provvisto di un elemento di irrigidimento interno assemblato in fase di produzione, costituito da un pannello di rete elettrosaldata e da un geocomposito antierosivo in fibra naturale. L'inclinazione a 60° è ottenuta grazie a elementi a squadra realizzati in tondino metallico e preassemblati alla struttura
- Punti metallici
- Materiale inerte di riempimento
- Terreno vegetale
- Talee vive di salice
- Arbusti radicati
- Idrosemine normali o a spessore

Modalità di esecuzione

- Formazione di un piano di fondazione per la posa degli elementi. Nei sistemi assemblati in opera si poseranno in successione: cassero a perdere o a recuperare, rinforzi e geosintetico antierosivo. Nei sistemi prefabbricati tutti gli elementi sono preassemblati ed in cantiere vengono posati in un'unica soluzione
- Inserimento delle talee di salice, tamerice, ecc. nella maglia inferiore e passanti la struttura
- Riempimento con materiale inerte di diametro superiore a quello della maglia della rete, lasciando uno spazio di almeno 50 cm dal paramento esterno per il riporto di terreno vegetale, e compattazione, per strati di circa 30 cm, del terreno per la formazione del rilevato strutturale
- Il materiale di riempimento viene lavorato a strati successivi e ogni strato viene ben compattato con un mezzo meccanico
- L'inserimento di una stuoia a tergo del cassero in rete metallica garantisce il trattenimento del materiale più fino, pur con il mantenimento dell'effetto drenante della struttura
- Riempimento nella parte frontale con terreno vegetale per uno spessore minimo di 50 cm
- Messa a dimora di arbusti radicati previo taglio di alcune maglie
- I moduli superiori e laterali vengono assicurati tra loro con punti metallici o cuciture adeguati
- Talee e arbusti possono essere piantati a posteriori, con minore efficacia dovuta al limitato inserimento in profondità
- Al termine della realizzazione della struttura viene eseguita una idrosemina, molto ricca di mulch in fibra di legno o paglia e di torba (idrosemina a spessore)

Prescrizioni

- Per un miglior risultato la raccolta e l'inserimento di materiale vegetale vivo deve avvenire durante il periodo di riposo vegetativo, in caso di talee, e in primavera o autunno per gli arbusti radicati
- Le talee devono al meglio avere una lunghezza tale da passare attraverso l'intera struttura e toccare il terreno retrostante, e comunque lunghezza non inferiore a 1,5-2 m
- Per una buona riuscita della vegetazione le talee devono essere inserite in fase di costruzione e poste alla base di ogni modulo
- Nel caso di forzata messa a dimora a posteriori delle talee, esse devono comunque essere inserite nella stagione adatta successiva alla costruzione. L'inserimento dovrà avvenire rispettando il verso di crescita e per almeno 50 cm di profondità. La parte fuori terra dovrà essere potata a circa 10-15 cm
- Il terreno di riempimento dovrà essere addensato sino a raggiungere il 95% della densità massima in condizioni di umidità ottimale secondo Proctor modificato

Limiti di applicabilità

Per garantire l'attecchimento e la crescita delle piante e del cotico erboso, i fronti dovranno avere pendenza massima di 60° - 65°, per consentire l'apporto di acque meteoriche. Il cotico erboso deperisce nel tempo e non garantisce la funzione antierosiva del cuneo di terra vegetale frontale, che tende a dilavarsi quando le stuoie perdono la loro funzione, risulta pertanto indispensabile l'inserimento di talee e arbusti radicati e l'uso combinato di

<p>stuoie sintetiche permanenti.</p>
<p>Vantaggi</p>
<p>I manufatti risultano avere un'elevata durata temporale. Vengono riutilizzati inerti locali. La costruzione per moduli consente di ottenere varie forme, adattate alle condizioni locali del terreno. È la struttura artificiale a miglior resa per la rivegetazione ed effetto paesaggistico connesso. Opera elastica e permeabile.</p>
<p>Svantaggi</p>
<p>Costi e ingombri maggiori che per le strutture murarie in cls. È necessario reperire materiale di riempimento con caratteristiche geotecniche idonee. Se questo dovesse risultare coesivo con contenuto d'acqua non idoneo è necessario usare rinforzi drenanti</p>
<p>Effetto</p>
<p>Struttura di sostegno molto adatta per sistemazioni in spazi limitati o in vicinanza di infrastrutture viarie. La plasticità delle morfologie realizzabili e la totale rivegetabilità ne fanno una delle tecniche più facilmente reinseribili nel paesaggio a parità di funzionalità di consolidamento.</p>
<p>Periodo di intervento</p>
<p>Il materiale vivo dovrà essere inserito nel periodo di riposo vegetativo se talee, in primavera o autunno se arbusti radicati La struttura delle terre rinforzate può essere realizzata in qualsiasi momento dell'anno anche se è raccomandabile l' inserimento delle talee e la piantagione di arbusti in fase di costruzione.</p>
<p>Possibili errori</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo mancata piantagione di specie arbustive • Impiego di stuoie a rapido decadimento e conseguente innesco nel tempo di fenomeni di svuotamento • Mancato o scarso inserimento del cuneo di terreno vegetale sul fronte esterno • Mancata o scarsa rullatura e conseguenti cedimenti di assestamento dei terrapieni • Mancato rispetto del limite di inclinazione del fronte, eccessiva verticalità • Fondazioni poco profonde • Insufficiente lunghezza e frequenza dei teli in rapporto alle loro caratteristiche (necessità di calcolo della stabilità) • Rullatura troppo vicino al paramento con il risultato dell'aumento della pendenza del fronte

Voce di Capitolato

Terra rinforzata a paramento vegetato

- a) Con geogriglie
- b) Con griglia e armatura metallica
- c) Con rete metallica a doppia torsione

Formazione di opere sostegno in terra rinforzata abbinando materiali di rinforzo di varia natura con paramenti sul fronte esterno realizzati in modo da consentire la crescita delle piante. Ciò si ottiene con varie tecnologie ma secondo le seguenti prescrizioni generali:

- pendenza massima del fronte esterno di 70° per consentire alle piante di ricevere almeno in parte l'apporto delle acque meteoriche;
- presenza di uno strato di terreno vegetale verso l'esterno a contatto con il paramento
- rivestimento verso l'esterno con una stuoia sintetica o biodegradabile che trattenga il suolo consentendo la radicazione delle piante erbacee.
- idrosemina con miscele adatte alle condizioni di intervento con quantità minima di seme di 40 g/m², collanti, ammendanti, concimanti e fibre organiche (mulch) in quantità tali da garantire la crescita e l'autonomia del cotico erboso.
- messa a dimora di specie arbustive pioniere locali per talee (10 x m lineare per ogni strato) o piante radicate in quantità minima di 1 ogni m², che svolgono nel tempo le seguenti funzioni: consolidamento mediante radicazione dello strato esterno della terra rinforzata; copertura verde della scarpata con effetto combinato di prato-pascolo arbustato che più si avvicina agli stadi vegetazionali delle scarpate naturali in condizioni analoghe; raccolta e invito delle acque meteoriche, sopperendo in tal modo all'eccessivo drenaggio dell'inerte e all'eccessiva verticalità.
- realizzazione di sistemi di drenaggio che non impediscano però la crescita delle radici.

L'impiego delle specie arbustive sulle terre rinforzate va considerato quindi una condizione importante per dare completezza naturalistica a questo tipo di interventi. Per le terre rinforzate a paramento vegetato valgono, e devono essere parte integrante della progettazione, i principi statici e costruttivi delle terre rinforzate con particolare riferimento a: verifica di stabilità interna e composta in assenza di pressioni interstiziali, verifica di stabilità esterna (schiacciamento del terreno di fondazione, ribaltamento, scivolamento lungo il piano di base) e quella globale dell'insieme struttura terreno; dimensionamento opportuno dei materiali di rinforzo in funzione della tensione e deformazione ammissibile e di esercizio della struttura in relazione all'altezza e profondità della terra rinforzata, spessore degli strati, pendenza, caratteristiche del rilevato; selezione degli inerti in base alle loro caratteristiche geomeccaniche e di drenaggio; compattazione degli stessi a strati di spessore massimo 0,35 m mediante bagnatura e rullatura con rullo vibrante con raggiungimento del fattore di compattazione almeno pari al 95 % dello standard Proctor.

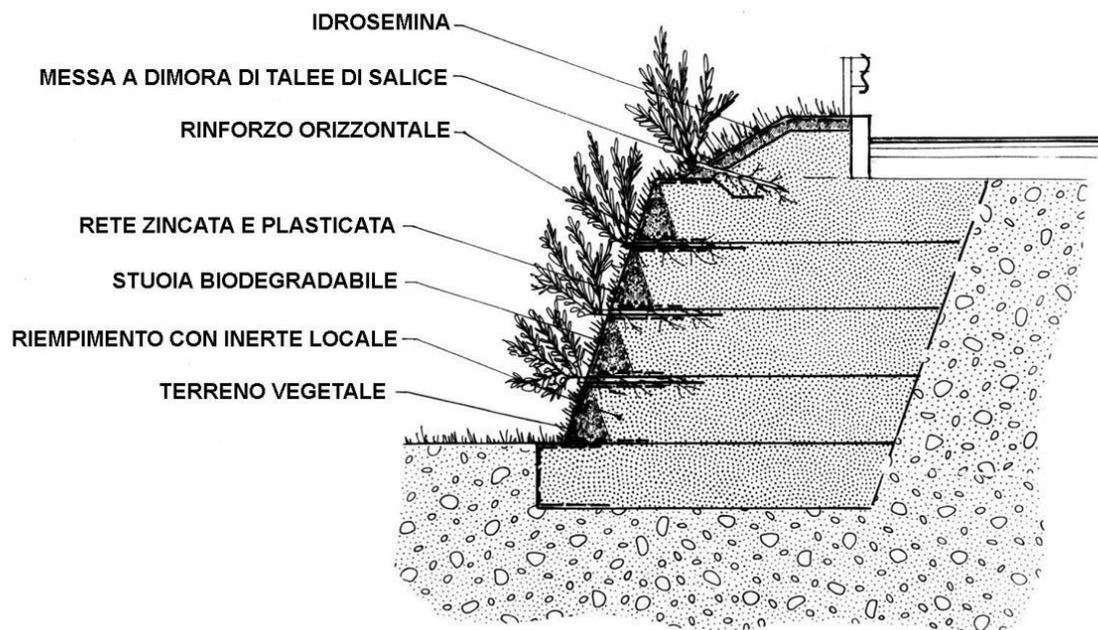
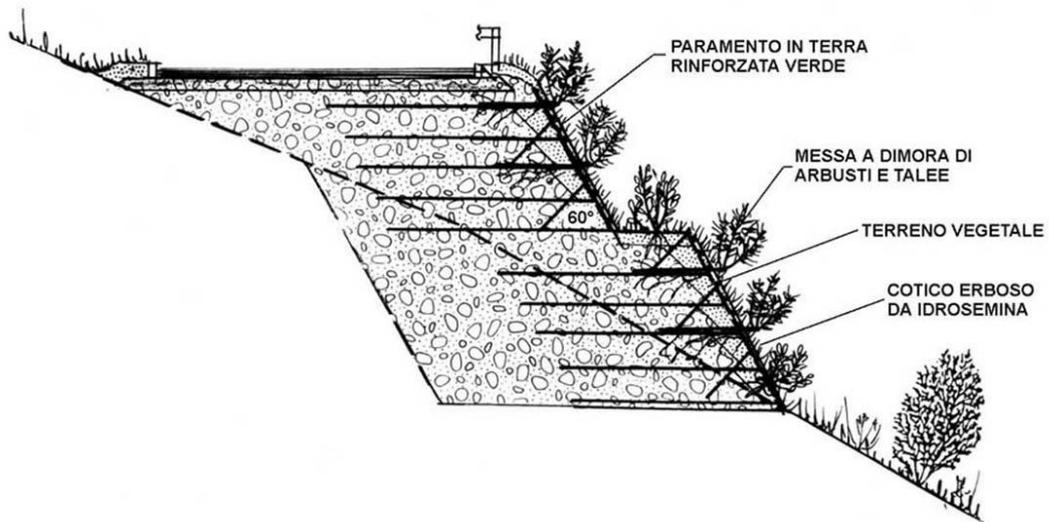
a) con geogriglie: per il rinforzo delle terre vengono utilizzati geogriglie costituite da polimeri di varia natura (poliestere, polivinilalcol, poliaramide, polietilene e polipropilene) e aventi struttura piana con una distribuzione regolare delle dimensioni della maglia. Nella specifica del materiale di rinforzo da impiegare, oltre alle caratteristiche fisiche quali resistenza a trazione (da definire mediante calcolo e comunque non inferiore a 25 KN/m) e deformazione massima a rottura non superiore al 13% (EN ISO10319) compatibile con le deformazioni della struttura rinforzata, dovrà essere indicato il valore di tensione

ammissibile del materiale (basato su un fattore di riduzione fm sul materiale di rinforzo non superiore a 2) che tenga in considerazione la natura del polimero, la qualità delle fibre impiegate, il comportamento al creep del materiale, il danneggiamento meccanico, chimico ed ai raggi UV e la durata di esercizio dell'opera: tali caratteristiche dovranno essere identificate in accordo con gli Standard di qualità conformi alle norme vigenti. Le geogriglie dovranno avere il marchio CE in conformità alle norme, rilasciato da un organismo accreditato. Le geogriglie dovranno inoltre essere certificate dall'ITC, dal BBA o altro equivalente istituto accreditato per garantire una durata di esercizio di almeno 120 anni. La geogriglia, oltre a fungere da rinforzo orizzontale, viene risvoltata attorno alla facciata chiudendo frontalmente il materiale di riempimento. Il contenimento durante la rullatura è garantito da casseri mobili o da cassieri in rete elettrosaldata fissi, il cui posizionamento a scalare verso l'alto determinerà la pendenza finale del fronte. L'impiego delle geogriglie, aventi maglia aperta, è migliorativo in funzione della crescita delle piante e del cotico erboso. Per problemi di trattenimento dello strato di terreno vegetale fronte esterno vengono abbinati alla geogriglia, geostuoie tridimensionali, biostuoie in fibra vegetale o geosintetici a maglia aperta.

b) con griglia e armatura metallica: le armature vengono realizzate con lamine metalliche di lunghezza variabile, a aderenza migliorata mediante rilievi trasversali in numero non inferiore a 24/m su entrambe le facce, in acciaio zincato a caldo di sezione minima di 5 x 45 mm vincolate a griglie frontali in rete metallica elettrosaldata inclinata di circa 63°, che funge da cassero, in acciaio zincato a caldo con maglia minima di 10x10 cm di diametri differenziati da 6 mm a 14 mm, rivestite all'interno da una biostuoia e/o da una geostuoia tridimensionale in materiale sintetico con elevate caratteristiche di resistenza agli agenti chimici e atmosferici.

c) con rete metallica a doppia torsione: il paramento esterno (max 70°) e l'armatura orizzontale sono realizzati con elementi in rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale minima 8x10 (conforme alle UNI EN 10223-3), tessuta con trafilato di ferro di diametro minimo 2,2 mm (conforme alle UNI EN 10218) protetto con lega Zn-Al5%-MM (conforme alle UNI EN 10244-2 Classe A tab 2) e successivo rivestimento plastico (conforme alle EN 10245-2 e/o 3) di spessore nominale 0,4 mm e diametro complessivo del filo 3,2 mm, avente resistenza nominale non inferiore a 35 kN/m; gli elementi sono di lunghezza variabile e costituiscono senza soluzione di continuità anche il paramento esterno verticale, a gradoni o inclinato, che è rinforzato da barrette metalliche inserite nella rete e da un ulteriore pannello in rete metallica a doppia torsione abbinato a un geosintetico o a un biostuoia-biofeltro che garantisca il trattenimento del materiale terroso e la crescita del cotico erboso e delle piante. Non sono necessarie manutenzioni specifiche ad esclusione della sostituzione delle piantine non attecchite e della ripetizione delle operazioni di idrosemina in caso di fallanza. L'opera può essere messa in crisi da svuotamenti accidentali dei vari strati di terreno compreso tra i fogli di rete, per cedimento delle biostuoie o per incendio del paramento.

Sezione tipo



Foto



Terra rinforzata su scarpata autostradale in fase di costruzione, Casello di Villesse (GO) - Foto:R. Ferrari



Terra rinforzata su scarpata autostradale, Casello di Villesse (GO) - Foto: R. Ferrari



Terra rinforzata verde in fase di costruzione, Atina (FR), 2002 - Foto P. Cornelini



Terra rinforzata verde post operam, Atina (FR), 2003 *Foto P. Cornelini*

Descrizione sintetica

Cilindro in rete metallica zincata e plastificata o in rete sintetica, ancorato con pali frontali e rivestito internamente con ramaglia sia morta che viva. e riempito con materiale ghiaioso

Campi di applicazione

Sponde di corsi d'acqua con limitato trasporto solido e liquido, sia sotto che sopra il livello medio dell'acqua. Possono essere utilizzati sia come repellenti che come protezione al piede di sponde in erosione.

Materiali impiegati

- Barre in acciaio $L = 1 \div 3 \text{ m } \varnothing 16 \div 22 \text{ mm}$
- Paletti vivi di salice $\varnothing 8 \div 15 \text{ cm}$
- Telo in rete metallica zincata e plastificata, maglia $8 \times 10 \text{ cm}$, larghezza 200 cm o rete sintetica in materiale plastico di idonea portata
- Ramaglia sia viva che morta
- Materiale di riempimento

Modalità di esecuzione

1. Stesura lungo la sponda della rete metallica
2. Messa a dimora di rami di salice misti a ghiaia (materiale di riempimento) e ramaglia, sia viva che morta
3. Chiusura della rete sopra il riempimento con punti metallici
4. Fissaggio del rullo con picchetti passanti in acciaio e/o paletti vivi.

Raccomandazioni

* Nel caso di rischio di scalzamento al piede è opportuno sistemare al di sotto della fascina un letto di ramaglia morta, orientata verso il centro del corso d'acqua.

Limiti di applicabilità

Tratti di corsi d'acqua con velocità della corrente sopra i 3 m/s e diametro del trasporto solido maggiore di 5 cm .

Vantaggi

Realizzazione veloce con immediata protezione della sponda. Struttura elastica che si adatta alla morfologia della sponda. Può essere realizzato in diverse lunghezze a seconda delle necessità.

Svantaggi

La realizzazione può avvenire solo in luoghi dove sono presenti grandi quantità di ghiaia. L'inserimento di materiale vivo può avvenire solo in fase di costruzione.

Effetto
Il consolidamento della sponda è immediato. La struttura funge anche da riparo e tane per piccoli animali e pesci.
Periodo di intervento
Durante il periodo di riposo vegetativo per rulli con materiale vivo, qualsiasi stagione per quelli sommersi (materiale morto).
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> ▫ scelta errata del periodo di realizzazione ▫ insufficiente legatura della rete con possibile svuotamento della struttura ▫ inerte di riempimento di granulometria troppo piccola

Voce di Capitolato
<p><i>Rullo con ramaglia viva</i></p> <p>a) in rete metallica b) in georete sintetica</p> <p>In analogia al punto precedente potranno venire realizzati rulli in geotessuto sintetico riempiti di tout-venant ghiaioso abbinati a ramaglia viva e morta di salici, tamerici o altre specie con analoghe proprietà vegetative, disposta internamente ad esso nella parte periferica a sostegno o come sottofondo al rullo. La lavorazione prevede lo scavo di un basamento al piede della sponda, la successiva disposizione di ramaglia trasversalmente alla linea di flusso. Sopra la ramaglia viene effettuata la stesura della rete zincata e plastificata (variante a) o del geotessile (variante b) in teli larghi 2-4 m e lunghi secondo necessità e rivestiti internamente con ramaglia. Il tutto viene successivamente riempito con tout-venant ghiaioso, ricoperto con ulteriore strato di ramaglia, chiuso a rullo e cucito con filo di ferro (diametro minimo 2 mm) con eventuale ausilio di mezzi d'opera per diametri vicini ad 1 m. Il rullo così confezionato viene fissato mediante pali d'acciaio di 1-3 m di lunghezza e \varnothing 16-22 mm, battuti attraverso il rullo stesso. La variante a) in rete metallica potrà essere applicata solo in presenza di inerte ghiaioso di riempimento di diametro superiore a 80-120 mm. La difesa in rullo e ramaglia verrà attuata su fondali limosi e fangosi che male sopportano i carichi (es. scogliera) e con fondi movimentati. La collocazione avverrà nel periodo di riposo vegetativo e in modo che la ramaglia di base non si trovi sott'acqua per oltre tre mesi in tale periodo.</p>



Rullo con ramaglia viva in fase di costruzione, Svizzera -Foto: H. Zeh

Descrizione sintetica

Cilindri in rete di fibre di cocco o in fibra sintetica e/o metallica zincata e plastificata, riempiti con fibre di cocco a formare dei rulli di diametri da 20 a 60 cm e lunghezza da 3 a 6 m.

Campi di applicazione

Canali in erosione, corsi d'acqua a bassa pendenza, sponde di laghi, aree lagunari

Materiali impiegati

- Pali di legno di castagno o resinosa \varnothing 8-10 cm e L 100-150 cm per una fila di rulli e sponde di piccoli corsi d'acqua; sino a pali \varnothing 18 – 25 cm e L 3 - 5 m per rulli su più file e sponde di corsi d'acqua a profondità sino a 2-3 m;
- Eventuale gabbione cilindrico di fondazione \varnothing 65 cm riempito con ciottoli
- Rulli di cocco \varnothing 50 cm (in genere moduli di 6 m di lunghezza) disposti su una o più file
- Feltro organico o a fibre miste (organiche/sintetiche)
- Ramaglie e fascine vive di salici o tamerici da disporre a raccordo lato sponda;
- Canne e carici

Modalità di esecuzione

5. Infissione dei pali a file irregolari a distanza da 0,30 a 1,00 m e per una profondità di circa 2/3 della lunghezza
6. Eventuale fondazione mediante posa in opera di un gabbione cilindrico riempito con ciottoli
7. Posa in opera dei rulli di cocco, in una o due file sovrapposte a seconda dell'altezza della sponda
8. Stesura eventuale a tergo della difesa spondale longitudinale di feltro organico (o a fibre miste organiche/sintetiche);
9. Messa in opera di fascine o ramaglie vive di salici o tamerici da disporre a raccordo lato sponda;
10. Riempimento con materiale di dragaggio o semplice raccordo con materiale di riporto e successiva riprofilatura della sponda;
11. Messa a dimora sopra i rulli o a contatto con la sponda di pani o rizomi di canna o carici;
12. Semina finale su tutte le superfici di intervento.

Raccomandazioni

- * Ad operazione ultimata il rullo superiore deve sporgere per 5 - 10 cm sul livello medio dell'acqua
- * In presenza di acqua salmastra e per prolungare la durata dei rulli e della loro azione filtrante, va utilizzato il modello rivestito con rete sintetica o metallica plastificata. Se il riempimento a tergo viene effettuato con materiale di dragaggio, bisogna aspettarne lo sgrondo completo (anche parecchi mesi se si tratta di fanghi) prima di procedere ai movimenti terra e messa a dimora delle piante

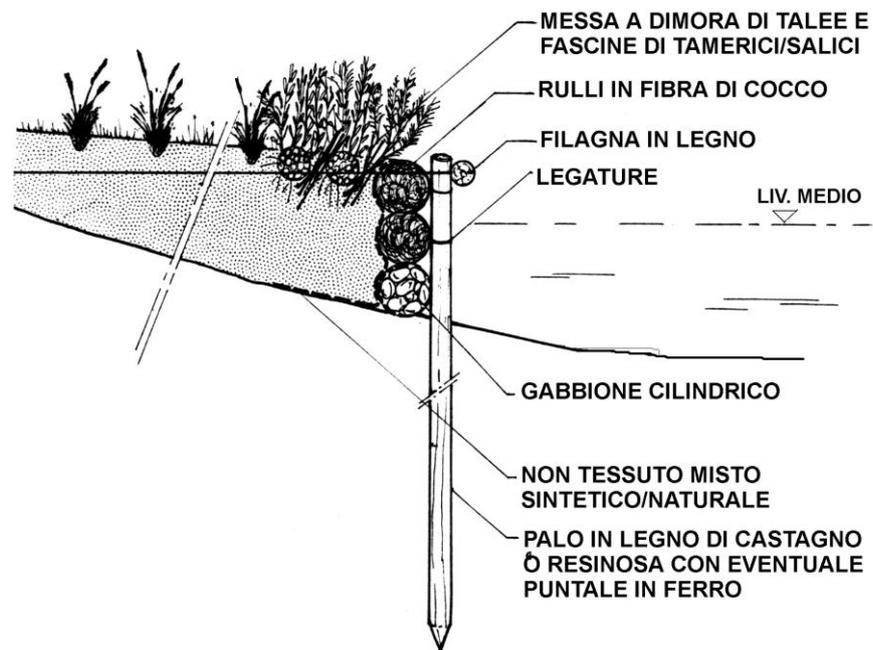
Limiti di applicabilità

Eccessiva velocità della corrente e diametro del trasporto solido (ghiaie)

Vantaggi
Protezione immediata della sponda dall'erosione. Rapida esecuzione Poderosa azione filtrante adatta alla ricostruzione di sponde erose con materiale di dragaggio.
Svantaggi
Durata limitata nel tempo, soprattutto in presenza di acqua salmastra. Diventa in tal caso obbligatorio l'impiego di reti sintetiche o addirittura metalliche plastificate di contenimento (se sponde soggette a frequente moto ondoso) e l'abbinamento con ramaglie e fascine di tamerici.
Effetto
Buon effetto di consolidamento, drenaggio e rivegetazione con un materiale di gradevole inserimento visuale e decadimento di medio periodo
Periodo di intervento
Durante il periodo di riposo vegetativo.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> ▫ scelta errata del periodo di realizzazione in funzione della posa del materiale vegetale vivo ▫ lavorazione durante le piene ▫ uso di materiali scadenti (le fibre di cocco sono di varie qualità), reti di contenimento non adeguate alle sollecitazioni ▫ pali frontali di diametro, profondità di infissione e interasse insufficienti

Voce di Capitolato
<p>Rullo spondale in fibra di cocco</p> <p>In analogia con i punti precedenti potranno venire realizzati rulli in fibra biodegradabile, in genere in cocco, costituiti da una rete in fibra sintetica o biodegradabile in cocco di maglia massima 60 x 80 mm riempiti in fibra di cocco naturale, con fibre di lunghezza 10-16 cm, di peso secco per metro lineare di rullo tra 4 e 40 kg in funzione del \varnothing da 20 a 60 cm, con una resistenza a pressione di 1,3 ton/m² ed una deformazione da 1,5 a 3,5 cm in funzione del diametro se sottoposti ad un peso di 80 kg. I rulli saranno a moduli cuciti lunghi da 3 a 6 m e e fissati al substrato mediante cucitura con filo di nylon di \varnothing di 5 mm o filo di ferro a pali in legno disposti su una fila esterna al rullo, di diametro e lunghezza funzionali alle caratteristiche di progetto ed al numero di file sovrapposte. In genere per rulli disposti a fila unica si prevedono pali di \varnothing 8-10 cm lunghi 100-150 cm e distanti 80 cm. I rulli stessi potranno essere piantati con specie idonee alle caratteristiche locali, in genere canne, carici e specie salsoresistenti nelle zone ad acqua salmastra. A tergo dei rulli verrà effettuata la messa in opera di fascine o ramaglie vive di salici o tamerici da disporre a raccordo lato sponda. La durata prevista dei rulli è di 5 - 10 anni ed il progetto dovrà tenere conto della sostituzione della funzione meccanica e di drenaggio del rullo stesso da parte delle specie piantate. Il rullo ad operazione conclusa dovrà sporgere per 5-10 cm sul livello medio dell'acqua. La lavorazione potrà avvenire durante il periodo di riposo vegetativo, possibilmente in primavera prima della germogliazione.</p>

Sezione Tipo



Foto



Consolidamento spondale con rullo in fibra di cocco in corso d'opera. F. Reno (BO) - Foto R. Ferrari



Consolidamento spondale con rullo in fibra di cocco a fine lavori. F. Reno (BO) Foto R. Ferrari



Posa in opera rulli in fibra di cocco per consolidamento sponde in erosione, F. Natissa (UD) - Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Struttura mista di rulli in pietrame al piede e rulli in cocco rinverditi a diversi livelli che simulano la distribuzione spaziale dell'habitat ripario ideata da Paola Sangalli, Albert Sorolla e Paolo Cornelini per una prima applicazione sul Rio Tenes in Santa Eulalia de Roncana (Barcelona) in Spagna nel 2011

Campi di applicazione

Sponde di corsi d'acqua in erosione
Ricostruzione della vegetazione ripariale

Materiali impiegati

- Rullo spondale in rete sintetica o metallica e pietrame $D = 40$ cm
- Rulli in cocco $D = 30$ cm
- Barre di acciaio di ancoraggio $\varnothing 12$ mm
- Picchetti in legno $D = 10$ cm
- Elofite
- Talee $L = 0,5-1$ m $\varnothing 2-5$ cm
- Arbusti radicati autoctoni preferibilmente con capacità di emettere radici avventizie dal fusto interrato
- Inerte terroso ammendato

Modalità di esecuzione

- Fondazione mediante posa in opera di un gabbione cilindrico riempito con ciottoli
- Posa in opera del rullo con inserite le elofite
- Posa in opera dei rulli di cocco, in file sovrapposte a seconda dell'altezza della sponda
- Messa in opera di talee di salice tra i rulli
- Messa a dimora sopra i rulli a contatto con la sponda di arbusti autoctoni ;

Prescrizioni

- Le talee dovranno avere una lunghezza superiore allo spessore dell'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per 10 cm circa

Limiti di applicabilità

Eccessiva velocità della corrente e diametro del trasporto solido.
La struttura ha resistito a 4 mesi dalla fine dei lavori a tensioni di circa 20 Kg/mq e velocità di 4 m/s

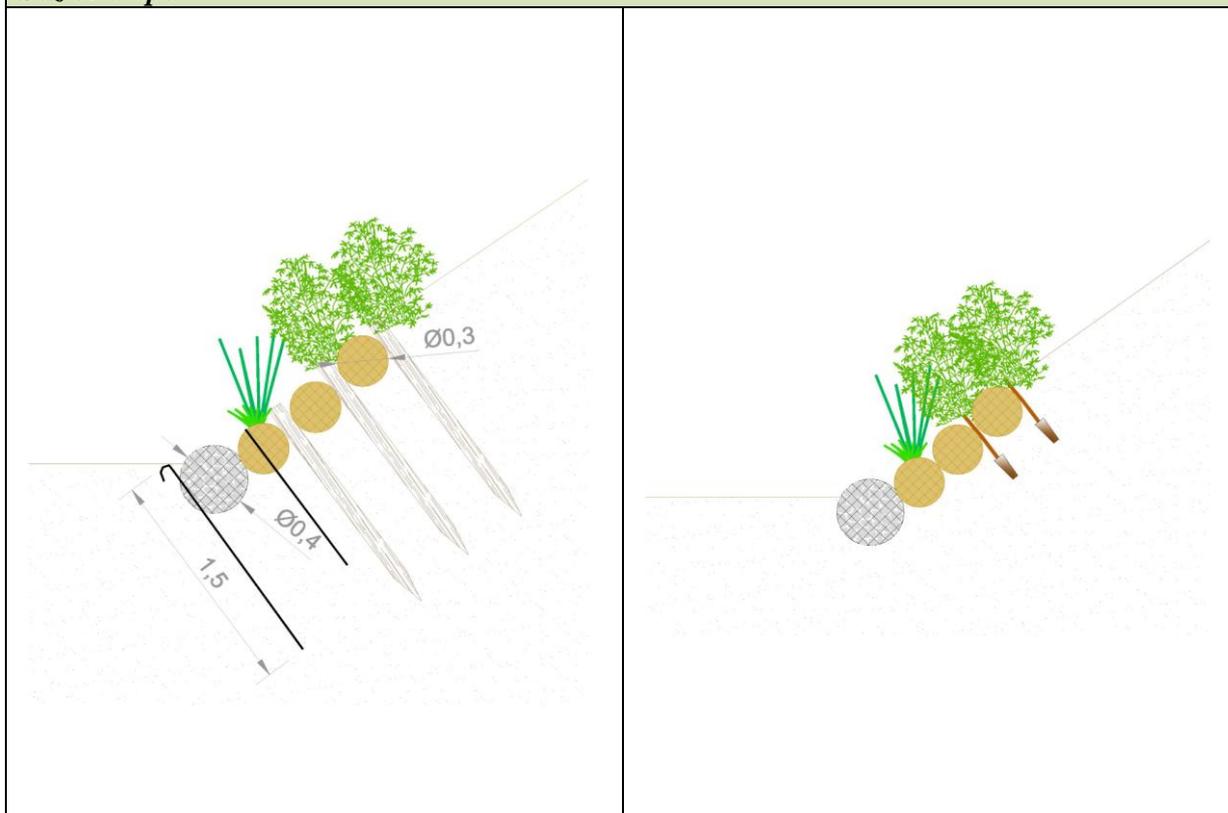
Vantaggi
<p>Protezione immediata della sponda dall'erosione. Rapida esecuzione . Tecnica resistente che può sostituire strutture consolidanti più costose Rivegetazione della sponda tramite le specie tipiche degli habitat ripari in contatto catenale dalla fascia elofitica al saliceto fino agli arbusti della serie terrestre</p>
Svantaggi
Nessuno
Effetto
Buon effetto di consolidamento, drenaggio e rivegetazione con buon inserimento paesaggistico
Periodo di intervento
<p>Per l'impiego delle elofite in rullo di cocco prevegetato in vivaio, tutto l'anno. Per le elofite inserite in opera vanno esclusi i periodi con aridità e quelli con possibilità di gelo... Per le talee durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, Per l'impiego degli arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.</p>
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo • Uso di materiali scadenti (le fibre di cocco sono di varie qualità) • Inserimento di un numero insufficiente di piante vive • Impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo • Insufficiente ed errata chiodatura dei tronchi con $\varnothing < 12$ mm • Impiego di specie esotiche

Voce di Capitolato

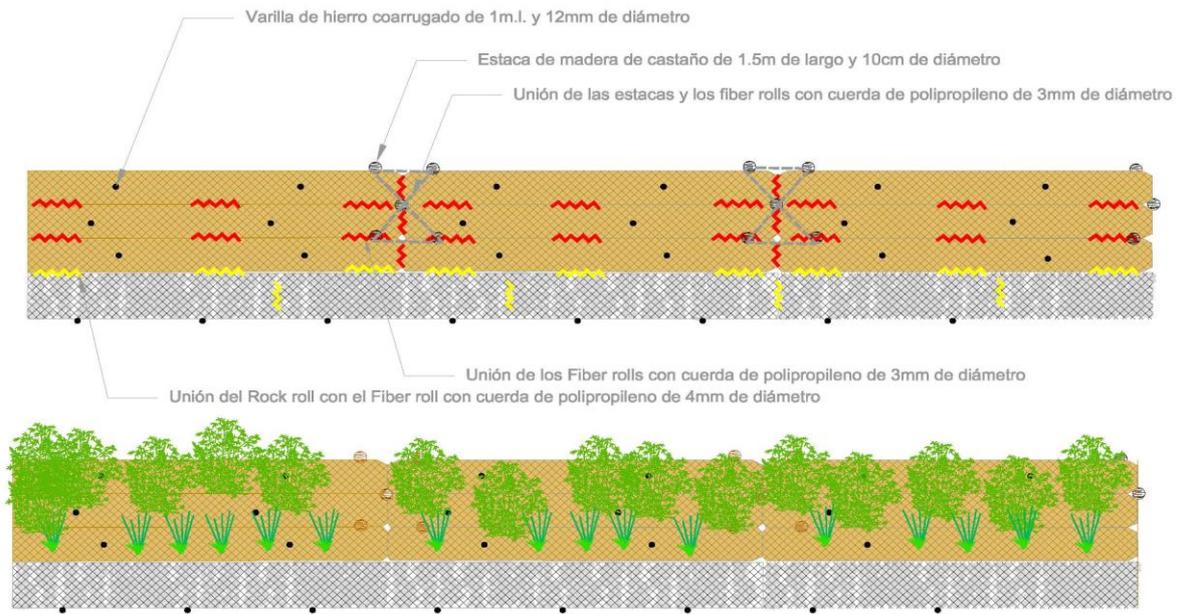
Realizzazione di struttura mista di rulli in pietrame al piede e rulli in cocco vegetati a diversi livelli che simulano la distribuzione spaziale dell'habitat ripario (Rollada viva riparial). A partire dal basso :

- Posa in opera di un gabbione cilindrico riempito con ciottoli $D=0.4$ m come fondazione
- Posa in opera del rullo di cocco ad alta densità (peso secco 10 Kg/ml) $D=0,3$ m , vegetato con inserimento di elofite, interrato per metà e fissato con picchetti di acciaio $L= 1$ m e $D= 12$ mm o legno
- Posa in opera del primo rullo di cocco ad alta densità fissato con picchetti di acciaio $L= 1$ m e $D= 12$ mm o legno
- Messa in opera di talee di salice
- Posa in opera del secondo rullo di cocco ad alta densità fissato con picchetti di acciaio $L= 1$ m e $D= 12$ mm
- I rulli sono legati tra loro, ogni ml, con corde in polipropilene di $D=3-4$ mm. Ogni 3 m circa ulteriore collegamento tra i rulli in cocco con picchetti in legno $L=1,5$ m $D= 10$ cm posti a croce di S.Andrea legati da corde in polipropilene di $D=3-4$ mm
- Messa a dimora sopra i rulli o a contatto con la sponda di arbusti autoctoni ;

Sezione tipo

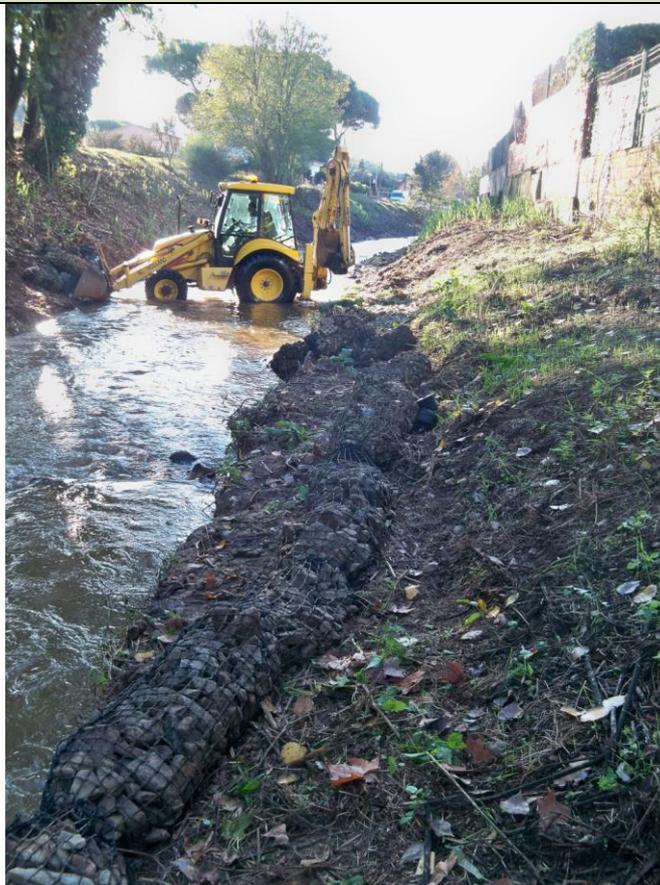


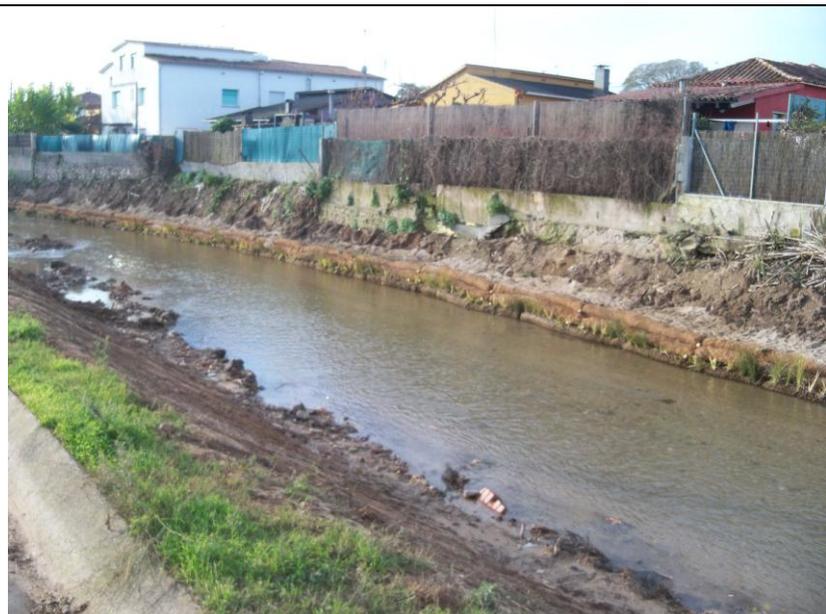
Prospetto



Disegni di Albert Sorolla

Foto





Rollada viva riparial in costruzione .S.Eulalia de Roncana (Barcellona) Spagna. 2011 Foto Sorolla



Rollada viva riparial. Dopo un anno S.Eulalia de Roncana (Barcellona) Spagna. 2012 Foto Sorolla



Rollada viva riparial. Dopo un anno S.Eulalia de Roncana (Barcellona) Spagna. 2012 Foto Sorolla



Rollada viva riparial. Dopo due anni S.Eulalia de Roncana (Barcellona) Spagna. 2013 Foto Sorolla



Rollada viva riparial. Dopo due anni S.Eulalia de Roncana (Barcellona) Spagna. 2013 Foto Sorolla

Descrizione

Struttura in legname tondo costituita da un'incastellatura di tronchi a formare camere frontali nelle quali vengono inserite fascine. Frontalmente è presente un palo verticale sul quale sono chiodati i tronchi correnti e quelli trasversi. L'opera, addossata alla sponda in erosione, è completata dal riempimento con materiale terroso inerte e pietrame nella parte sotto il livello medio dell'acqua.

Campi di applicazione

Sponde fluviali soggette ad erosione su substrati non lapidei che consentano l'efficace infissione dei pali.

Materiali impiegati

- Tronchi e pali di castagno o resinosa scortecciati $\varnothing 20 \div 25$ cm
- chiodature metalliche $\varnothing 12 \div 14$ mm
- fascine vive di salice $\varnothing 20 \div 30$ cm
- fascine morte $\varnothing 25 \div 30$ cm
- inerte di riempimento
- pietrame

Modalità di esecuzione

1. Infissione verticale di pali con punta, per almeno 2/3 della loro lunghezza, in prossimità della sponda erosa con interasse di 1,00 m seguendo lo sviluppo originario della linea di sponda.
2. Posa della prima serie di tronchi orizzontali parallelamente alla linea di sponda, retrostanti la fila di pali verticali ed inchiodati ad essi.
3. Posa e chiodatura della prima serie di pali trasversi con punta infissi perpendicolarmente alla sponda al di sopra della serie di tronchi orizzontali.
4. Inserimento di fascine morte nelle camere frontali disposte parallelamente al fronte della struttura al di sotto del livello medio dell'acqua e riempimento con pietrame
5. Inserimento in analogia di fascine vive di salice (o tamerici se in ambiente salmastro) nelle camere frontali al di sopra del livello medio dell'acqua e riempimento con inerte terroso.
6. Ripetizione delle operazioni 2, 3, 5 fino al raggiungimento dell'altezza di progetto.
7. Riporto di materiale inerte fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con la scarpata di sponda.

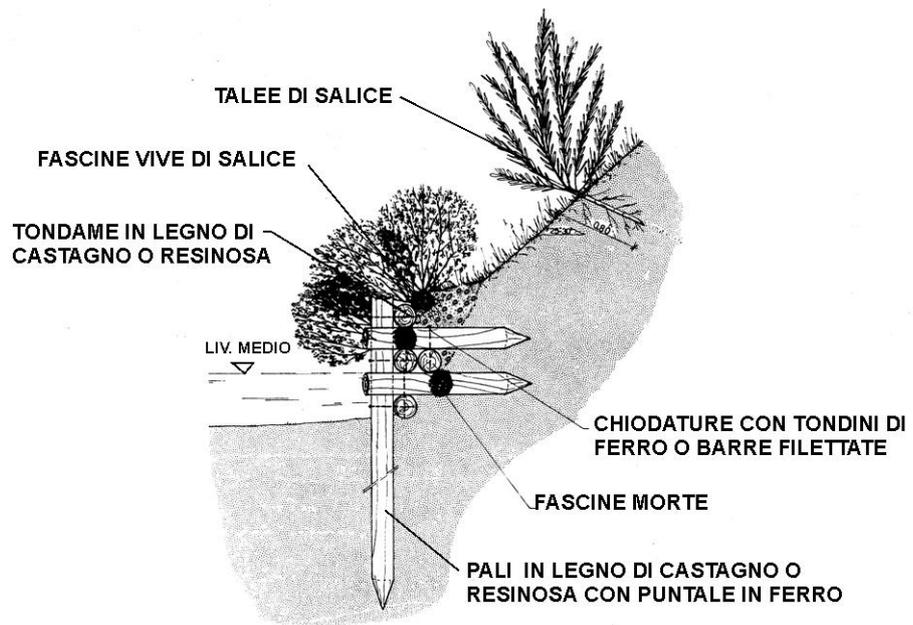
Raccomandazioni

- * la lunghezza dei pali verticali non deve essere inferiore ai 3,00 m
- * i pali disposti perpendicolarmente alla sponda devono attestarsi nella stessa
- * come rinforzo della punta in legno dei pali verticali è consigliabile il rivestimento con puntale in ferro se il substrato tende al ghiaioso
- * la chiodatura dei pali va effettuata con tondini di ferro o barre filettate passanti i tronchi previa perforazione. Le eventuali cambre possono essere usate solo per fissaggi provvisori.

Limiti di applicabilità
Substrati ghiaiosi a pezzatura grossolana o litoidi
Vantaggi
Rapido e duraturo consolidamento della sponda. Ricostruzione di habitat per microfauna acquatica. Struttura alternativa ad opere murarie di vario genere.
Svantaggi
Il legno col tempo marcisce, per cui oltre a buone chiodature, è necessario che le talee e le fascine inserite nella struttura siano vive e radichino in profondità, così da sostituire la funzione di sostegno e consolidamento della scarpata, una volta che il legno ha perso le sue funzioni. Lunghi tempi di realizzazione.
Effetto
Una volta cresciute, le piante esercitano un effetto drenante e di consolidamento della sponda attraverso il fitto intreccio di radici. Aspetto visuale gradevole anche nelle fasi iniziali di sviluppo degli arbusti e nei periodi invernali.
Periodo di intervento
Periodo di riposo vegetativo.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> ▫ scelta errata del periodo per la posa del materiale vegetale vivo ▫ insufficiente infissione dei pali ▫ mancata o insufficiente chiodatura, uso di cambre al posto dei tondini d'armatura o delle barre filettate ▫ insufficiente o inadeguato inserimento di fascine e conseguente svuotamento della struttura ▫ riempimento unico finale invece che a strati.

Voce di Capitolato
<p>3.2 Palificata spondale con palo verticale frontale</p> <p>Consolidamento di sponde subverticali mediante tondami di castagno o di resinosa di \varnothing 20 - 25 cm e di 3 - 5 m di lunghezza, infissi verticalmente per almeno 2/3 e addossati alla sponda stessa, dietro i quali vengono collocati tronchi orizzontali paralleli alla sponda alternati ad altri tronchi di minimo 1 m di lunghezza inseriti nella sponda in senso trasversale.</p> <p>I singoli tondami vengono fissati l'uno all'altro con chiodi o barre filettate in tondino \varnothing 14 mm. Gli interstizi tra i tondami longitudinali vengono riempiti con massi o con gabbioni cilindrici sino al livello di magra dell'acqua. Negli interstizi sovrastanti, vengono inserite fascine di salice (o tamerici in acque salmastre) leggermente ricoperte di terreno per assicurarne la radicazione dei rami. Dalle fascine si sviluppa una vegetazione arbustiva riparia con funzione naturalistica e nel tempo anche statica mediante la radicazione che va a sostituirsi al tondame destinato a marcire.</p> <p>La struttura si presta anche alla creazione di tane per ittiofauna ricavando delle nicchie nella parte sommersa sostenute da legname al posto del pietrame di riempimento.</p>

Sezione Tipo





Palificata viva spondale con palo frontale, T. Arrone (VT) - Foto R. Ferrari



Palificata viva con arbusti di tamerici a 1 anno dalla realizzazione, T. Arrone (VT) - Foto G. Sauli



Palificata viva spondale con palo. In costruzione, Laguna di Nora (CA) - Foto G. Sauli



Palificata viva spondale appena realizzata, Rio dei Gamberi (BZ) Foto F. Florineth



Palificata viva spondale a crescita avvenuta dei salici dalle fascine vive, Rio dei Gamberi (BZ) - Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Struttura in tronchi costituita da un'incastellatura di tronchi a formare camere nelle quali vengono inserite fascine e talee di salici. L'opera, posta alla base della sponda, è completata dal riempimento con materiale terroso inerte e pietrame nella parte sotto il livello medio. Il pietrame e le fascine poste a chiudere le celle verso l'esterno garantiscono la struttura dagli svuotamenti, le talee inserite in profondità sono necessarie per garantire l'attecchimento delle piante che negli ambienti mediterranei soffrono per le condizioni di aridità.

Campi di applicazione

Sponde fluviali soggette ad erosione di corsi d'acqua ad energia medio – alta con trasporto solido anche di medie dimensioni. La variante a una parete è preferibile in situazioni di spazio o di possibilità di scavo limitati.

Materiali impiegati

- Tronchi di castagno o resinosa scortecciati $\varnothing 20 \div 30$ cm
- Chiodature metalliche $\varnothing 12 \div 14$ mm
- Fascine vive di salice $\varnothing 20 \div 30$ cm
- Talee e ramaglie (da abbinare alle fascine in ambiti mediterranei)
- Fascine morte $\varnothing 25 \div 30$ cm
- Pietrame
- Inerte terroso

Modalità di esecuzione

1. Scavo di fondazione in contropendenza ($10^\circ \div 15^\circ$).
2. Fondazione in massi ciclopici o in gabbioni per la variante a parete doppia.
3. Posa della prima serie di tronchi correnti, paralleli alla sponda; nella variante a parete doppia (che di gran lunga la più usata anche per motivi di standard costruttivi) la fila interna addossata alla parete dello scavo.
4. Posa della prima serie di tronchi trasversali al di sopra dei correnti e chiodati ad essi, con interasse massimo 2,00 m. Nella variante a una parete, posa e chiodatura della prima serie di pali con punta perpendicolarmente alla sponda al di sopra del tronco orizzontale: tali pali vengono inseriti nel terreno a spinta mediante escavatore.
5. Inserimento delle fascine morte o di pietrame, di dimensioni superiori al diametro dei tronchi, nelle camere al di sotto del livello medio dell'acqua e riempimento con inerte.
6. Inserimento delle fascine vive di salici (eventualmente abbinata con talee) di specie con capacità di propagazione vegetativa nelle camere al di sopra del livello medio dell'acqua e riempimento con inerte.
7. Ripetizione delle operazioni 3, 4, 5, 6 fino al raggiungimento dell'altezza di progetto.
8. Riempimento con il materiale inerte proveniente dallo scavo fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con la scarpata di sponda.

Raccomandazioni
<ul style="list-style-type: none"> * nella palificata di difesa spondale è di solito consolidata al piede da una fila di massi legati con fune di acciaio \varnothing 16 mm e barre metalliche di L = 2,00 m, infissi per i 3/4 della lunghezza. * le talee dovranno avere una lunghezza tale da passare l'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per circa 10 cm * il fronte della palificata dovrà avere una pendenza inferiore a 60° sull'orizzontale per consentire la crescita delle piante * i tronchi trasversi andranno disposti alternati e non uno sopra l'altro per garantire una maggiore elasticità e resistenza della palificata stessa * va escluso l'impiego di non tessuti filtranti sul retro della struttura perché impediscono la radicazione delle piante; in caso di necessità verranno impiegati dreni di altra natura che non creino superfici di separazione * la chiodatura dei pali va effettuata con tondini di ferro o barre filettate passanti i tronchi previa perforazione. Le eventuali cambre possono essere usate solo per fissaggi provvisori.
Limiti di applicabilità
Velocità dell'acqua e trasporto solido superiori alla resistenza del castello in legname
Vantaggi
Rapido e robusto consolidamento della sponda.
Svantaggi
Il legno col tempo marcisce, per cui oltre a buone chiodature, è necessario che le talee e le fascine inserite nella struttura siano vive e radichino in profondità, così da sostituire la funzione di sostegno e consolidamento della scarpata, una volta che il legno ha perso le sue funzioni. Lunghi tempi di realizzazione.
Effetto
Il consolidamento della scarpata è immediato. La struttura a camere sovrapposte funge anche da microhabitat (riparo e tane per piccoli animali e pesci). Effetto visuale immediatamente gradevole e di grande effetto paesaggistico legato al rapido sviluppo delle ramaglie.
Periodo di intervento
Durante il periodo di riposo vegetativo
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> □ scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo □ diametro dei tronchi sottodimensionato □ mancate o insufficienti fondazioni o protezioni al piede □ mancato inserimento di fascine o con scarsità di materiale vegetale vivo idoneo □ inserimento troppo superficiale (a posteriori e non durante la costruzione) di talee □ impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo □ insufficiente chiodatura dei tronchi □ uso di cambre al posto delle barre per l'assemblaggio dei tronchi

Voce di Capitolato

Palificata viva spondale

a) a parete semplice

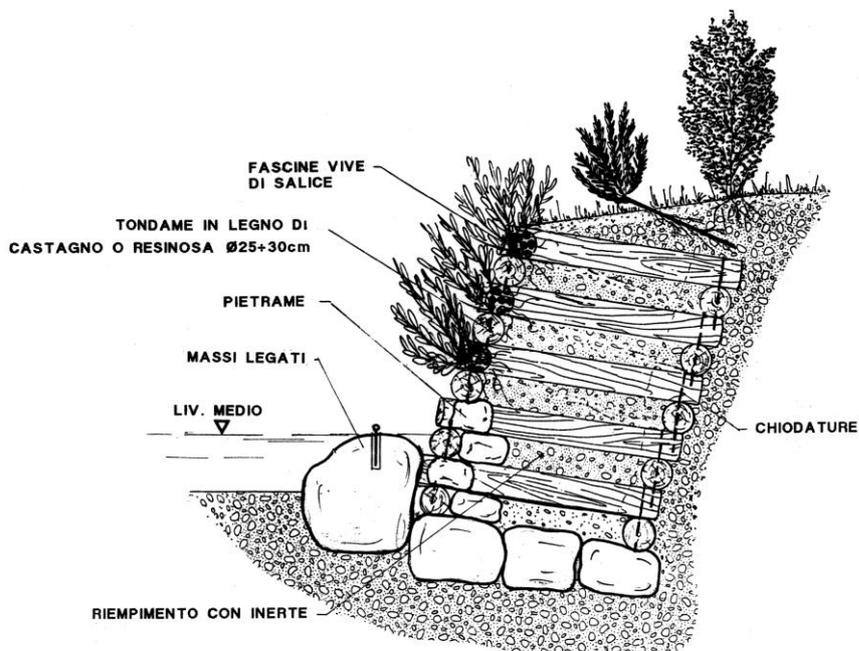
b) a parete doppia

Consolidamento di sponde in erosione con palificata in tondami di castagno o di resinosa di \varnothing 20÷30 cm posti alternativamente in senso longitudinale ed in senso trasversale ($L= 1,50 \div 2,00$ m a formare un castello in legname e fissati tra di loro con chiodi in ferro o tondini \varnothing 14 mm; la palificata andrà interrata con una pendenza del 10÷15 % verso monte ed il fronte avrà anche una pendenza di almeno 60° per garantire la miglior crescita delle piante; una fila di piloti potrà ulteriormente consolidare la palificata alla base; l'intera struttura verrà riempita con l'inerte ricavato dallo scavo e negli interstizi tra i tondami orizzontali verranno collocati: pietrame per la parte normalmente a contatto con l'acqua; fascine di Salici, Tamerici od altre specie legnose adatte alla riproduzione vegetativa nonché piante radicate di specie arbustive pioniere; talee o ramaglie vive disposte a gradonata per le zone a influenza mediterranea. Rami e piante dovranno sporgere per circa 10 cm dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale. di difesa spondale. In funzione della velocità della corrente e del diametro del trasporto solido verrà realizzata una difesa con una fila di massi posti al piede della palificata, a contatto con l'acqua, legati con una fune d'acciaio di \varnothing 16 mm e ulteriormente fissati con pali in legno o in profilato metallici di lunghezza di 2 m, infissi nel fondo per almeno $\frac{3}{4}$ della lunghezza.

a) a parete semplice: una sola fila orizzontale esterna ai tronchi e gli elementi più corti perpendicolari alla sponda sono appuntiti e inseriti nella sponda stessa.

b) a parete doppia: fila di tronchi longitudinali sia all'esterno che all'interno. La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 2,00 m.

Sezione Tipo





Palificata viva doppia in costruzione. Fase di predisposizione dei fori per l'infissione delle chiodature. Rio Bianco. Tarvisio Loc. Boscoverde (UD) - Foto G. Sauli



Palificata viva doppia spondale di recente costruzione. F. Fella (UD) - Foto G. Sauli



Consolidamento spondale in palificata viva doppia a 1 anno dall'intervento.
Vista frontale. Rio Inferno. Cassino (FR) - Foto: G. Sauli



Consolidamento spondale in palificata viva doppia a 1 anno dall'intervento.
Rio Inferno. Cassino (FR) Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Costruzioni in legname, pietrame e materiale vivo (fascine, ramaglia), poste in senso trasversale o longitudinale rispetto all'asse del corso d'acqua. Le costruzioni trasversali alla riva possono avere un'orientazione inclinante, declinante o ad angolo retto rispetto alla direzione del flusso, a seconda dell'effetto che si desidera ottenere.

Campi di applicazione

Corsi d'acqua nei quali è necessario deviare il flusso di corrente dell'acqua o modificare la sezione dell'alveo. Ricostruzione di linee di sponda di fiumi e ruscelli a seconda delle caratteristiche idrauliche del corso d'acqua.

Materiali impiegati

- Tronchi o pali di legno \varnothing 15 – 30 cm, L = 100 | 130 cm
- Alberi grezzi
- Ramaglia o fascine vive e morte
- Filo di ferro per legature
- Barre di ferro
- Materiale di riempimento: ghiaia, sassi
- Massi da scogliera

Modalità di esecuzione

1. Formazione di uno scavo o infissione di paleria in legno a file singole o doppie
2. Inserimento di ramaglia viva e di talee, intreccio di ramaglia
3. Ricoprimento con materiale inerte (ghiaia, sassi)
4. Ripetizione a strati alterni delle due operazioni precedenti
5. eventuale posizionamento di massi da scogliera di dimensioni adeguate alla portata sia solida che liquida del corso d'acqua , a protezione della struttura.

Raccomandazioni
<ul style="list-style-type: none"> * la distanza tra i repellenti non deve essere inferiore alla larghezza del corso d'acqua * per il restringimento di sezione i repellenti andranno posizionati contrapposti sulle due sponde * per l'effetto meandreggiante i repellenti andranno posizionati sfalsati, con una distanza che rispetta la cadenza naturale del meandreggio * le strutture a pennello andranno realizzate con andamento degradante a cuneo dalla parte alta della sponda al fondo alveo.
Limiti di applicabilità
Corsi d'acqua ad energia troppo elevata
Vantaggi
I pennelli vivi diventano parte integrante della sponda, in continuità anche con la vegetazione della sponda stessa. La presenza di ramaglia rallenta la velocità dell'acqua e la rimescola. Si ottengono modifiche della morfologia del corso d'acqua nel senso naturaliforme.
Svantaggi
A causa delle turbolenze e delle correnti trasversali che si vengono a generare, si possono avere erosioni in testa e al piede dei repellenti, nonché sulla sponda opposta se non correttamente dimensionati e posizionati. Impiego di grandi quantità di materiale vivo.
Effetto
Vi è una riduzione della velocità dell'acqua e un rimescolamento dell'acqua con riduzione della velocità di flusso che consente la deposizione di materiale solido. I pennelli costituiscono inoltre punti di rifugio per la fauna.
Periodo di intervento
La realizzazione di pennelli vivi deve avvenire durante il periodo di riposo vegetativo. I repellenti morti possono essere realizzati in qualsiasi stagione.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> ▫ scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo ▫ struttura troppo sporgente in altezza o in larghezza ▫ dimensione dei tronchi o dei massi inadeguata

Voce di Capitolato

Sbarramento vivo

Formazione di sbarramenti costituiti da due file di pali di diametro e lunghezza proporzionale alla situazione idraulica e geomorfologica (in genere si usano diametri da 15 a 30 cm), tra le quali vengono introdotti sterpi secchi e fascine sommerse; i pali saranno contraventati a coppie con filo di ferro di \varnothing 5 mm; all'interno del pacchetto potranno essere inserite ramaglie, fascine e talee di salice, nei casi di livelli dell'acqua con poca variabilità; lo sbarramento verrà disposto parallelamente alla linea di sponda come frangiflutto per la creazione di tratti protetti, spiaggette, tutela di canneti e incremento di spazi vitali per la fauna acquatica.

Pennello vivo ad intreccio

Formazione di pennelli a partire dalla riva e posizionati ad angolo retto, con inclinazione verso valle o verso monte rispetto alla direzione del flusso, costituiti da pali di lunghezza variabile (in genere 100÷150 cm e \varnothing 10 - 20 cm) disposti a file singole o multiple, sui quali vengono intrecciati rami o verghe di salice vive e morte.

La struttura verrà posizionata in modo da determinare una riduzione della forza erosiva dell'acqua, dell'erosione e al contempo un deposito del trasporto solido.

Traversa viva

- a) in pietrame e talee
- b) in fascinate e talee
- c) in gabbionata cilindrica e talee

Formazione di traverse parziali costituite da pettini o soglie nel tratto di golena in erosione partendo dalla sponda erosa sino alla linea di sponda progettata, mediante scavo di solchi di circa 30 x 50 cm con accumulo lato valle del materiale scavato, infissione nel solco di rami vivi di salice di 100÷150 cm di lunghezza rivolti verso valle con un angolo di 45°-60°, a formare una barriera molto fitta e senza lacune; consolidamento della ramaglia mediante riempimento del solco a monte con pietrame (variante a) o con fascine (variante b) o con gabbionate cilindriche (variante c) poste con la parte superiore all'altezza del livello medio dell'acqua. Particolare cura dovrà essere posta nella finitura delle due estremità: la "testa" verso l'acqua andrà costruita con rami di salice disposti a ventaglio attorno alla testa in pietrame; la "radice" lato sponda, andrà impostata in profondità e rialzando il coronamento. Per ottenere un'efficace difesa del tratto in erosione ed un interrimento nel tempo, andranno realizzate varie file di traverse disposte ad angolo retto rispetto al filone della corrente, tranne la prima a monte (angolo acuto verso la corrente) e l'ultima a valle (angolo ottuso). Le traverse verranno collocate a distanza di una volta sino ad una volta e mezzo della loro lunghezza.

In caso di corsi d'acqua a forte capacità erosiva il sistema di traverse vive andrà abbinato con graticciate o con opere longitudinali lungo la futura linea di sponda.

Repellente di ramaglia a strati

- a) con sostegno in pali
- b) con sostegno in geotessile a sacche

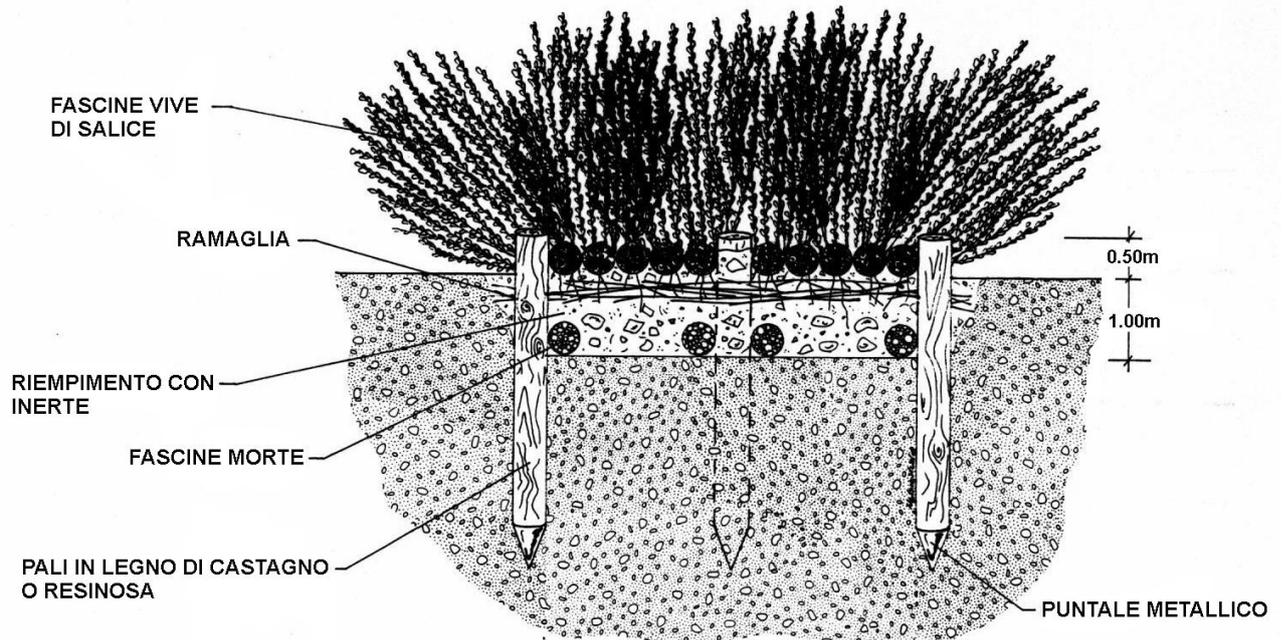
Formazione di repellente di ramaglia a strati con funzione di difesa sia longitudinale che trasversale, costituita da un corpo di strati di fascine o di ramaglia alternati con tout-venant ghiaioso in genere prelevato dall'alveo.

Nella variante a) tutto è sostenuto da file di pali, eventualmente infissi in precedenza, di dimensione e passo funzione del tipo di fondo e del livello dell'acqua. Nel caso di ricostruzione della linea spondale le punte dei rami dovranno terminare esattamente in corrispondenza della linea di sponda progettata. Il piede della costruzione a strati verrà ulteriormente consolidato con pietrame nel tratto di oscillazione del livello dell'acqua.

Nella variante b) la struttura è sostenuta da geotessuti disposti a sacche riempiti di tout-venant e alternati alla ramaglia. La sacca superiore viene ulteriormente piantata con talee legnose di salice od altra specie idonea infisse verticalmente. Le caratteristiche di portanza e resistenza a trazione/taglio del geotessuto, che dovrà comunque essere permeabile alla radicazione, dovranno essere

dimensionate in funzione dei parametri statici e idraulici.

Sezione Tipo





Repellente vivo con funzione di meandrizzazione in alveo di magra. Rinaturalizzazione tratto precedentemente canalizzato e cementato, Fiume Fella (UD) - Foto G. Sauli



Rinaturalizzazione Fiume Fella (UD) dopo sei mesi. Foto G. Sauli



Pennello in fase di costruzione in cui sono visibili gli strati alterni di fascine e ghiaia. Golena F. Tagliamento (UD) - Foto R. Ferrari



Lo stesso pennello dopo sei mesi, Golena F. Tagliamento (UD) - Foto R. Ferrari

Descrizione sintetica

Moduli prefabbricati in rete metallica zincata, con spessore di minimo 0,17 cm. Rivestiti nella parte superiore con geostuoia o biofeltri vengono riempiti con materiale inerte. I moduli e le parti dei moduli vengono assemblati con punti metallici in acciaio zincato, in modo tale da costituire una struttura monolitica. Alcuni moduli non soggetti a sommersione, possono essere riempiti con terreno vegetale. Vengono effettuate sulla superficie semina e messa a dimora di talee, rizomi, cespi e arbusti radicati di specie autoctone, previo taglio di alcune maglie della rete nella parte che rimane al di fuori del livello medio di piena.

Campi di applicazione

Sponde di fiumi e canali con energia idraulica significativa: svolgono funzione di protezione rispetto all'erosione fluviale. Sono strutture permeabili che non ostacolano la filtrazione dell'acqua da e verso le sponde. Vanno utilizzate verificandone la stabilità rispetto alle tensioni di trascinamento dovute all'azione dell'acqua; la resistenza dipenderà dalla presenza della rete metallica e dalla pezzatura del materiale di riempimento. In genere se ne sconsiglia l'uso in presenza di trasporto solido intenso caratterizzato da materiale di grosse dimensioni.

Sponde in roccia con pendenze massime fino a 45-50°.

Rivestimento alvei di corsi d'acqua.

Materiali impiegati

- Moduli prefabbricati in rete metallica zincata con maglia tipo 6 x 8, filo \varnothing 2,2 mm, eventualmente plastificato. I moduli hanno larghezza minima 1 m e spessore minimo 0,17 cm
- All'interno sono foderati con stuoie sintetiche o in fibra vegetale. con funzione di filtro e ritenzione ritentori di fini L'impiego di geotessili non tessuti sintetici, che non consentono la radicazione delle piante, va limitato alle parti sommerse.
- Filo di ferro zincato \varnothing 2.0 mm o punti metallici meccanizzati in acciaio \varnothing 3.0 mm
- Materiale di riempimento: inerte misto a terreno vegetale
- Nelle applicazioni su pendio a forte inclinazione (40-50°) si usano barre metalliche di lunghezza e diametro dipendenti dalla condizione del substrato per ancorare la struttura
- Geostuoia tridimensionale o biostuoia per il controllo dell'erosione superficiale
- Miscela di sementi per idrosemina
- Talee di salici, tamerici, ecc.
- Specie arbustive autoctone

Modalità di esecuzione

13. Preparazione del piano di posa mediante scavi e movimenti terra
14. Allestimento dei materassi e unione dei vari moduli mediante impiego di punti metallici meccanizzati o filo metallico
15. Se necessario, su scarpate ripide, ancoraggio al substrato con barre metalliche in quantità e qualità tali da garantire aderenza e stabilità del materasso al substrato
16. Riempimento con pietrame nelle parti soggette a sommersione
17. Nella parte fuori livello medio di sommersione riempimento con pietrame intasato con terreno vegetale e rivestimento superficiale con biostuoia o con stuoie sintetiche tridimensionali; se necessario proteggere il terreno della sponda posando un geotessile non tessuto filtrante prima della messa in opera del materasso.
18. Chiusura del materasso nella parte superiore
19. Semina a spaglio o idrosemina
20. Messa a dimora di talee e arbusti, previo taglio di alcune maglie della rete.

Raccomandazioni

- * Le talee devono avere una lunghezza tale da passare attraverso l'intera struttura ed inserirsi nel terreno retrostante, in modo tale che venga assicurata la radicazione in profondità. La lunghezza non dovrà essere inferiore a 0,6 - 0,8 m.
- * La parte fuori terra delle talee dovrà essere potata a circa 10-15 cm dalla superficie del materasso
- * Talee e arbusti vanno inseriti in preferenza in concomitanza di substrati in roccia sciolta (ghiaie, sabbie)

Limiti di applicabilità

Aste torrentizie con velocità della corrente superiore a 6 m/sec e diametro di trasporto solido superiore a 20 cm
Aste terminali su suoli limoso-sabbiosi
Sponde con pendenza superiore a 2/3

Vantaggi

I materassi hanno un'elevata durata temporale. Si adattano alla morfologia di sponde, alvei, scarpate e vengono in tempi brevi rivegetati e riassorbiti nelle morfologie che diventano naturaliformi. Possono essere impiegati anche per il rinverdimento di scarpate sino a 45° di pendenza, salvo opportune chiodature di fissaggio.

Svantaggi

Difficilmente piantabile una volta posto in opera e quindi la costruzione ha un vincolo stagionale legato ai periodi di messa a dimora delle talee; la realizzazione si basa sulla disponibilità in loco di idoneo materiale lapideo per i riempimenti; l'uso di materiale litoide alloctono incrementa i costi e non è coerente con il principio dell'impiego di risorsa locale e l'effetto paesaggistico. In scarpate con pendenza superiore a 45° l'apporto idrico da acque meteoriche risulta insufficiente, pertanto diviene necessario adottare un impianto di irrigazione, specialmente in zone caratterizzate da lunghi periodi di aridità.

Effetto
Immediato rivestimento di sponde e scarpate, rinverdibili nel breve tempo per la crescita delle talee e del cotico erboso.
Periodo di intervento
La raccolta e l'inserimento di materiale vegetale vivo deve avvenire durante il periodo di riposo vegetativo.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> ▫ Insufficiente ancoraggio dei materassi alla scarpata ▫ Sponda con pendenza eccessiva ▫ Riempimento con materiale di pezzatura non idonea ▫ Impiego di non tessuti sintetici che impediscono la radicazione ▫ mancato inserimento di talee e ramaglie di salice ▫ esecuzione fuori stagione con scarse possibilità di attecchimento ▫ errato verso di inserimento delle talee ▫ uso di materiale litoide alloctono ▫ esaltazione del geometrismo con strutture troppo regolari per lunghi tratti

Voce di Capitolato

Materasso spondale in rete metallica rinverdito

a) spondale

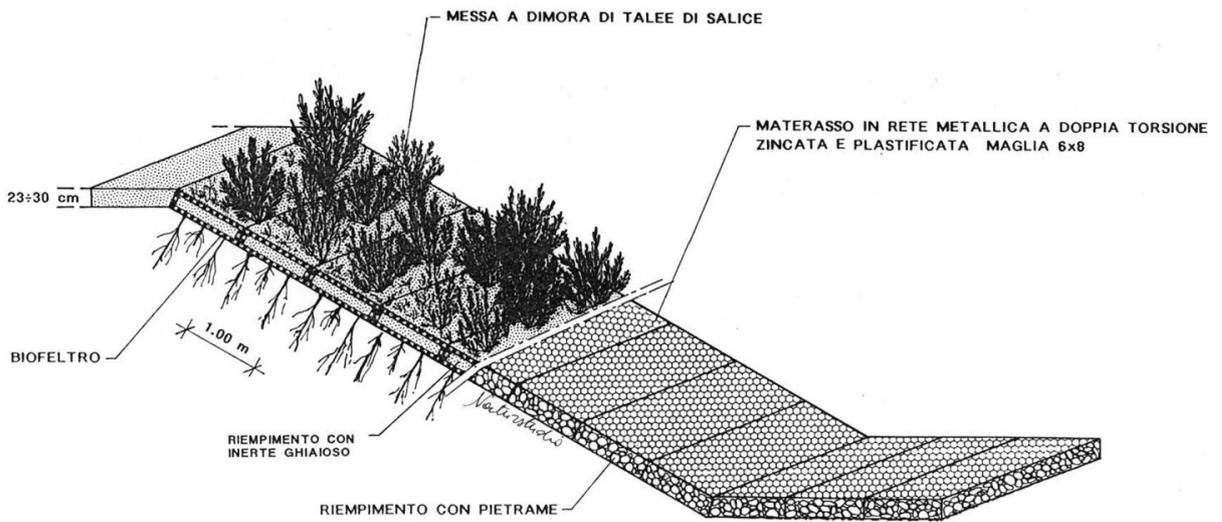
b) su scarpata

Formazione di rivestimento in materasso verde con spessore pari a 0.17 m- 0.23 m- 0.30 m, a seconda della tipologia scelta. in moduli di larghezza minima di 2 m, fabbricati con rete metallica a doppia torsione con maglia esagonale tipo 6x8 in accordo con le UNI-EN 10223-3, tessuta con trafilato di ferro, conforme alle UNI-EN 10223-3 per le caratteristiche meccaniche e UNI-EN 10218 per le tolleranze sui diametri, avente carico di rottura compreso fra 350 e 550 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari a 2.20 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco-Alluminio (5%)-Cerio-Lantanio conforme alla EN 10244 – Classe A e ASTM 856-98 con un quantitativo non inferiore a 245 g/m² se del caso ricoperto da un rivestimento plastico di PVC di spessore minimo 0,5 mm e diametro complessivo del filo non inferiore a 3,2 mm, foderati sul fondo in geotessuto sintetico o in fibra vegetale ritentore di fini del riempito con pietrame ed eventualmente intasato con terreno vegetale e/o materiale sciolto con caratteristiche fisico-idrologiche, chimiche ed organiche tali da favorire la germinazione e la crescita delle piante. Nei rivestimenti non a contatto con acqua si può usare solo terreno vegetale. La copertura esterna sarà realizzata con rete metallica dello stesso tipo abbinata ad una georete tridimensionale, a biostuoia o a un biofiltro in fibra vegetale di minimo 800 g/m² eventualmente preseminato e preconciato. A chiusura avvenuta il materasso verrà ulteriormente seminato o idroseminato in superficie e piantato con talee, rizomi, cespi e arbusti radicati di specie autoctone. Le operazioni in verde verranno eseguite nelle stagioni idonee.

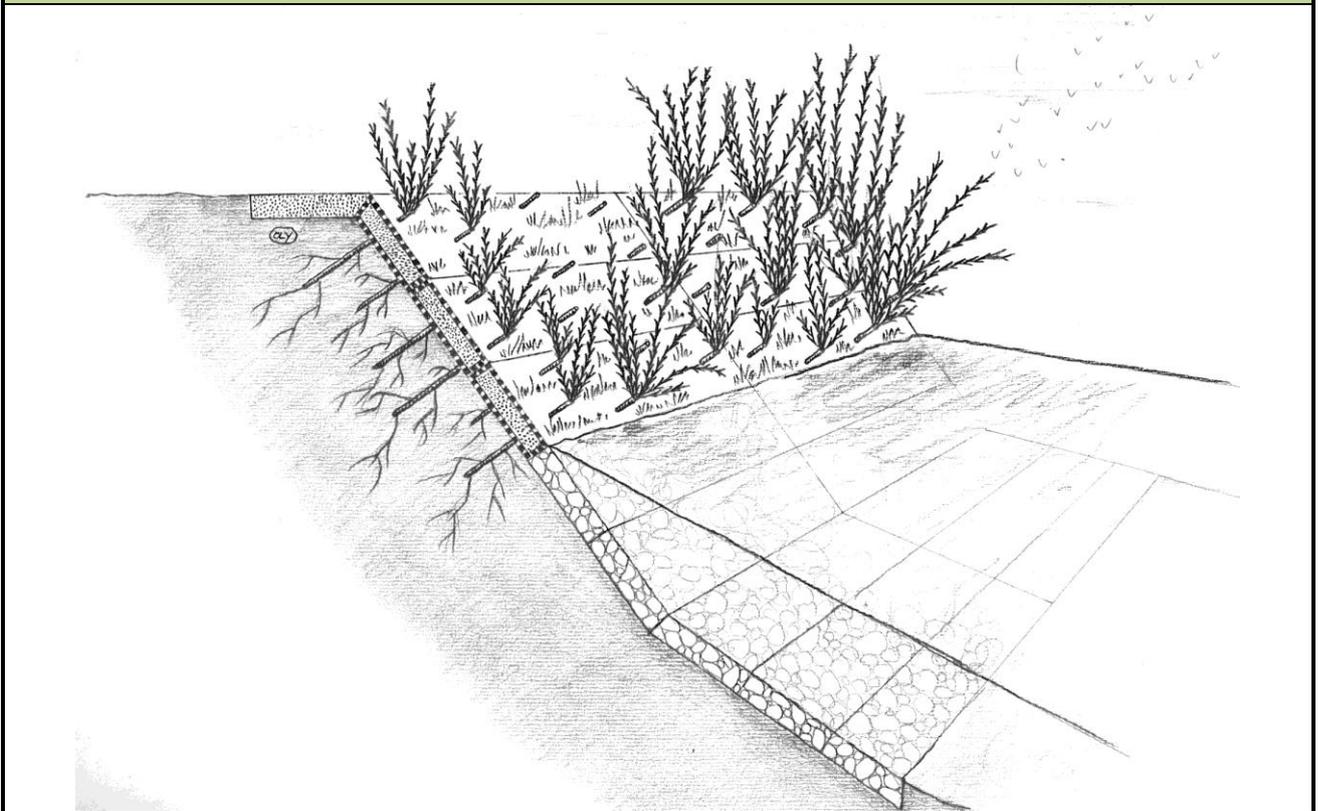
a) spondale: verrà adottata in condizioni di pressione idraulica significativa su sponde di fiumi e canali con pendenza massima 2/3. Nella zona di sponda sotto il livello medio delle acque devono essere riempiti con solo pietrame, al di sopra di tale livello con pietrame misto a terreno. Il geosintetico filtrante è necessario solamente quando la velocità residua dell'acqua sotto il materasso è tale da erodere il terreno di sponda.

b) su scarpata: prevede la collocazione su pendio, in genere in roccia, su pendenze massime di 45° anche di singoli materassi, in genere di minimo 0,2 x 1 x 2 m, fissati mediante barre metalliche di lunghezza e diametro atti a garantire l'aderenza e la stabilità del materasso stesso. L'impiego su scarpata è giustificato in condizioni di pendenza e substrato tali da non consentire altri interventi a verde. Il valore soglia di 45° è condizionato dall'apporto di acque meteoriche che a valori superiori diventa insufficiente oltre che dalla possibilità di effettuare il riempimento senza che il terreno scivoli fuori. La messa a dimora di specie arbustive prevede il taglio di alcune maglie della rete nella parte superficiale. Va accuratamente effettuata la selezione delle specie pioniere xeroresistenti autoctone e ove necessario (nelle regioni centro meridionali e in esposizione Sud) adottato un impianto di irrigazione di soccorso per i primi due cicli stagionali sino ad affrancamento avvenuto delle piante.

Sezione Tipo



Vista prospettica



Foto



Materassi rinverditi di rivestimento spondale, F. Fella (UD) - Foto G. Sauli



Particolare materassi rinverditi di rivestimento spondale con messa a dimora di talee, F. Fella (UD) - Foto G. Sauli



Materassi rinverditi di rivestimento spondale dopo sei mesi, F. Fella (UD) - Foto G. Sauli



Messa a dimora di arbusti su materassi rinverditi, Ridracoli (FO) - Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Consolidamento del fondo dell'alveo di un fiume in pietrame di grosse dimensioni in sostituzione delle briglie in tratti di salto. Tale struttura risulta più funzionale anche alla risalita dei pesci. Può essere realizzata sia come by-pass laterale a una briglia, sia come fondazione alla base di una briglia, sia lungo l'alveo del corso d'acqua in alternativa ad una briglia.

Campi di applicazione

Alvei di corsi d'acqua a pendenza medio - bassa e con fondo ghiaioso e sabbioso. Alla base o a lato di briglie.

Materiali impiegati

- Massi \varnothing 0,4 - 1,0 m
- Pali in legno \varnothing 25 cm L = 2,5 m
- Tondini in acciaio \varnothing 24 mm o putrelle di dimensioni tali da garantire il bloccaggio dei massi

Modalità di esecuzione

21. Posizionamento dei massi nell'alveo del corso d'acqua, profondamente interrati nel fondo. La collocazione dei massi dovrà avvenire a vari livelli per consentire alla fauna ittica di risalire l'ostacolo. Nel posizionamento dei massi si dovrà seguire la pendenza naturale dell'alveo e il dislivello tra la base e l'apice non dovrà essere superiore a 20-25 cm. Nel caso di dislivelli eccessivi si provvederà alla realizzazione di una serie di rampe poste a una distanza di 1,5 -2,5 m l'una dall'altra
22. Se necessario il pietrame viene consolidato con barre o putrelle in acciaio infissi nel fondo e posto su un letto di ghiaia per favorirne l'assestamento

Limiti di applicabilità

Dislivelli eccessivi che richiedono mezzi tecnici (scale di rimonta in cls)

Vantaggi

Consolidamento immediato del fondo alveo. Rappresenta una via funzionale alla risalita del corso d'acqua da parte della fauna ittica.

Svantaggi

Necessita una notevole quantità di massi di varia pezzatura

Effetto

Notevole effetto sia per la continuità di certi habitat che anche visuale

Periodo di intervento

In qualsiasi periodo dell'anno.

Possibili errori

- Sottodimensionamento dei massi e delle barre o profilati di fissaggio
- Dislivelli eccessivi
- Cementazione della struttura che diventa rigida e impermeabile

Voce di Capitolato

Rampa a blocchi

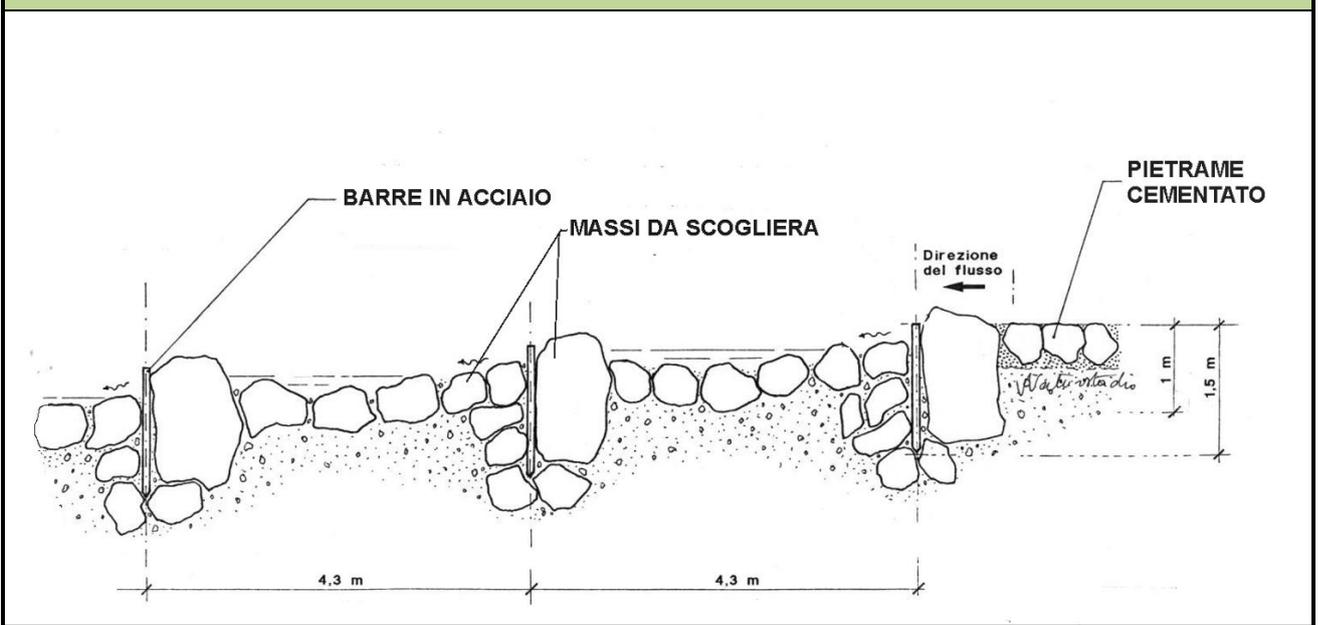
Consolidamento di fondo di corso d'acqua in tratti di salto mediante pietrame o massi di diametro variabile a seconda dei parametri idraulici da 0,4 a 1(2) m, disposto a rampa su 1-2 file di massi fissati ulteriormente da file di piloti in acciaio o in legno di dimensioni tali da garantire la funzione di bloccaggio e la durata.

La rampa è sostitutiva delle briglie e dei salti di fondo in calcestruzzo e garantisce gli spostamenti di risalita dei pesci e di altra fauna acquatica.

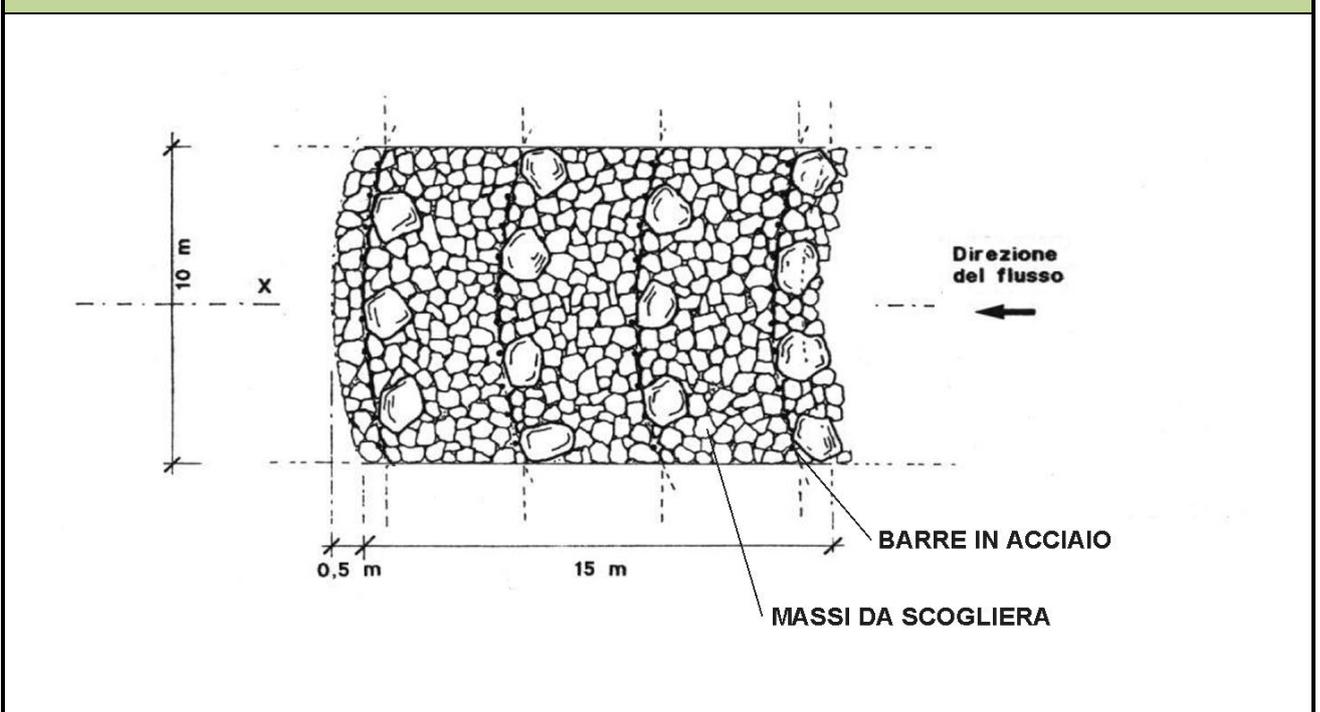
La rampa a blocchi può essere realizzata:

- a) lungo la sezione principale di deflusso e in tal caso verrà creato un allargamento consolidato con pietrame nel punto di inserzione tra la rampa e la sponda;
- b) quale by-pass laterale al corso principale in presenza di una preesistente briglia in calcestruzzo o altro sbarramento trasversale. In tal caso si collocano i massi al fine di creare diversi piccoli bacini a vari livelli in modo da consentire a tutta la fauna ittica di risalire l'ostacolo. La pendenza non dovrà superare il rapporto 1:10 e il dislivello tra due bacini contigui i 20-25 cm. I massi principali vanno collocati in piedi e fissati con putrelle o tondini in acciaio (va evitato il calcestruzzo) le vasche vanno riempite di pietrisco e ghiaia di \varnothing 20-30 cm.

Sezione Tipo



Vista planimetrica



Foto



Rampa a blocchi in massi cementati e scale di rimonta per ittiofauna, affluente F. Rodano (Francia) - Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Tecnica che prevede il posizionamento longitudinale di massi ciclopici alla base di sponde, al piede di palificate spondali e coperture diffuse (armate). I massi vengono legati tra loro con una fune d'acciaio assicurata a piloti in legno o ferro infissi nel fondo.

E' possibile impiegare la tecnica anche per la realizzazione di soglie armate trasversali al corso d'acqua o stramazzi a copertura di intere sezioni del fondo. Le soglie sono in genere costituite da due file di massi legati assicurati a travi a monte infisse nell'alveo e poste a interasse opportuno a garantire la stabilità dell'opera.

Campi di applicazione

Corsi d'acqua con portate solide e liquide anche notevoli

Materiali impiegati

- Massi ciclopici di minimo 0,20 m³
- Funi di acciaio \varnothing 16 mm
- Tasselli o barre in acciaio muniti di occhiello o asola \varnothing 16-20 mm
- Barre o putrelle in acciaio, L = 1,5 – 2 m
- Morsetti serrafune
- Malta cementizia antiritiro

Modalità di esecuzione

23.Scavo di fondazione

24.Posa dei massi ciclopici a file singole o doppie

25.Inserimento nei massi, previa foratura e successiva boiacatura con malta cementizia dei tasselli o barre con asola

26.Inserimento della fune d'acciaio nell'asola in modo da assicurare tutti i massi tra loro lungo le file, tesatura e fissaggio della fune con morsetti serrafune

27.Infissione di piloti in acciaio con disposizione alternata a reggere le funi e i massi nelle strutture longitudinali spondali; per quelle trasversali nel fondo dell'alveo a monte della fila inferiore di massi con interasse variabile a seconda dei parametri idraulici. Il sistema piloti-massi-fune va a costituire un'unica struttura elastica a collana

Raccomandazioni

- * Nelle strutture trasversali i massi possono essere legati su tutte le file o solamente sulla fila più bassa
- * Nelle strutture a stramazzo tutti i massi sono legati tra di loro

Vantaggi

Opera elastica. Si adatta bene agli assestamenti dovuti al trasporto idrico e solido. Esecuzione semplice e immediata. Economica

Svantaggi

Nel caso di strutture a stramazzo che ricoprono intere sezioni del fondo nei regimi torrentizi, non si riesce a garantire una sezione di minima (gavetta) con presenza costante d'acqua

Effetto

Valido effetto sia di protezione che paesaggistico ed ecosistemico. La struttura si reinserisce rapidamente nelle morfologie spondali e di fondo ed è ricolonizzabile dalla vegetazione

Periodo di intervento

Qualsiasi periodo dell'anno

Possibili errori

- Legatura disordinata e inefficace
- Uso di barre senza asola
- Sottodimensionamento dei materiali

Voce di Capitolato

Blocchi incatenati

- a) a protezione longitudinale
- b) a soglia
- c) a stramazzo

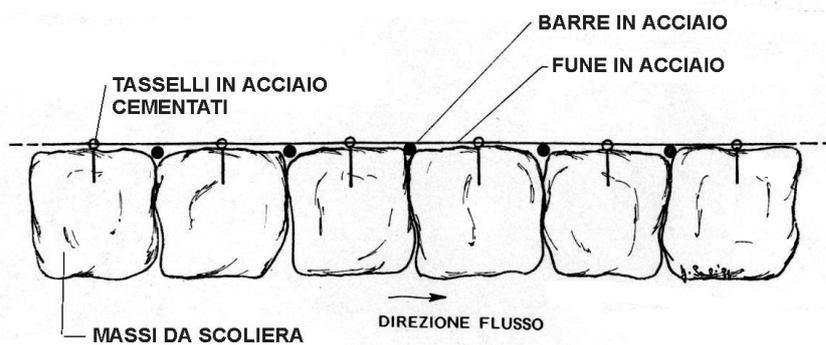
Disposizione di massi ciclopici a file e loro legatura mediante fune d'acciaio di diametro opportuno collegata con barre d'acciaio con estremità ad occhiello (o tasselli ad espansione) fissata con malta cementizia antiritiro a singoli massi e vincolate al fondo mediante piloti in acciaio.

Le file possono fungere da protezioni spondali longitudinali (variante a) come ad esempio nella palificata viva spondale, o trasversali a soglia (variante b) o a stramazzo (variante c). Nei casi b) e c) vengono collocate file di massi legati e collegati a loro volta tra loro e fissate a travi poste in genere a monte della struttura, infisse nell'alveo per 1,5 - 2 m e con interasse idoneo a garantirne la stabilità.

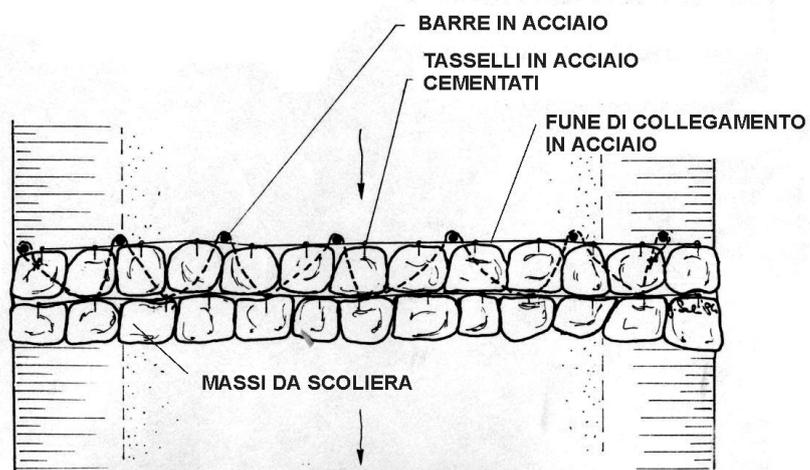
La struttura viene di solito completata con inserimento di ramaglia viva.

Sezione Tipo

DIFESA LONGITUDINALE



DISPOSIZIONE A SOGLIA





Corazzatura spondale in massi legati con funi d'acciaio, Rio Bianco Tarvisio Boscoverde (UD) Foto G. Sauli



Particolare corazzatura spondale in massi legati con funi d'acciaio, Rio Bianco Tarvisio Boscoverde (UD) - Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Difesa longitudinale per il consolidamento e contro l'erosione delle sponde, realizzata con l'impiego di grossi massi e di talee di salice inserite nelle fessure tra i massi stessi.

Campi di applicazione

Sponde di corsi d'acqua con notevole trasporto solido e alta velocità della corrente.

Materiali impiegati

- massi ciclopici \varnothing 0,5-1,0 m
- talee di salice L min. 1,0 m
- inerte terroso per l'intasamento delle fughe

Modalità di esecuzione

28. disposizione irregolare dei massi lungo la scarpata, procedendo dal basso verso l'alto
29. superato il livello medio dell'acqua si procede alla contemporanea messa a dimora delle talee di salice di lunghezza tale da raggiungere il terreno retrostante i massi
30. intasamento delle fessure tra massi con materiale terroso fine (non necessariamente terreno vegetale)
31. nel caso di inserimento a posteriori delle talee di salice, sarà necessario provvedere alla realizzazione tra i massi di un foro, nel quale inserire la talea. In tal modo tuttavia si rischia di non far passare la talea da parte a parte fino a toccare il terreno retrostante la scogliera.

Raccomandazioni

- * l'inserimento di talee dovrà avvenire preferibilmente durante la fase di costruzione
- * le talee dovranno essere passanti la struttura, in modo da toccare il terreno retrostante
- * i massi dovranno essere di provenienza locale evitando litologie alloctone che sono non coerenti con quelle locali, richiedono grosse incidenze energetiche e di relativi impatti per il trasporto, rimandano ad altri i problemi delle cave di provenienza

Vantaggi

Opera massiccia con effetto protettivo immediato. Una volta radicate le talee aumenteranno l'effetto ancorante i massi al terreno.

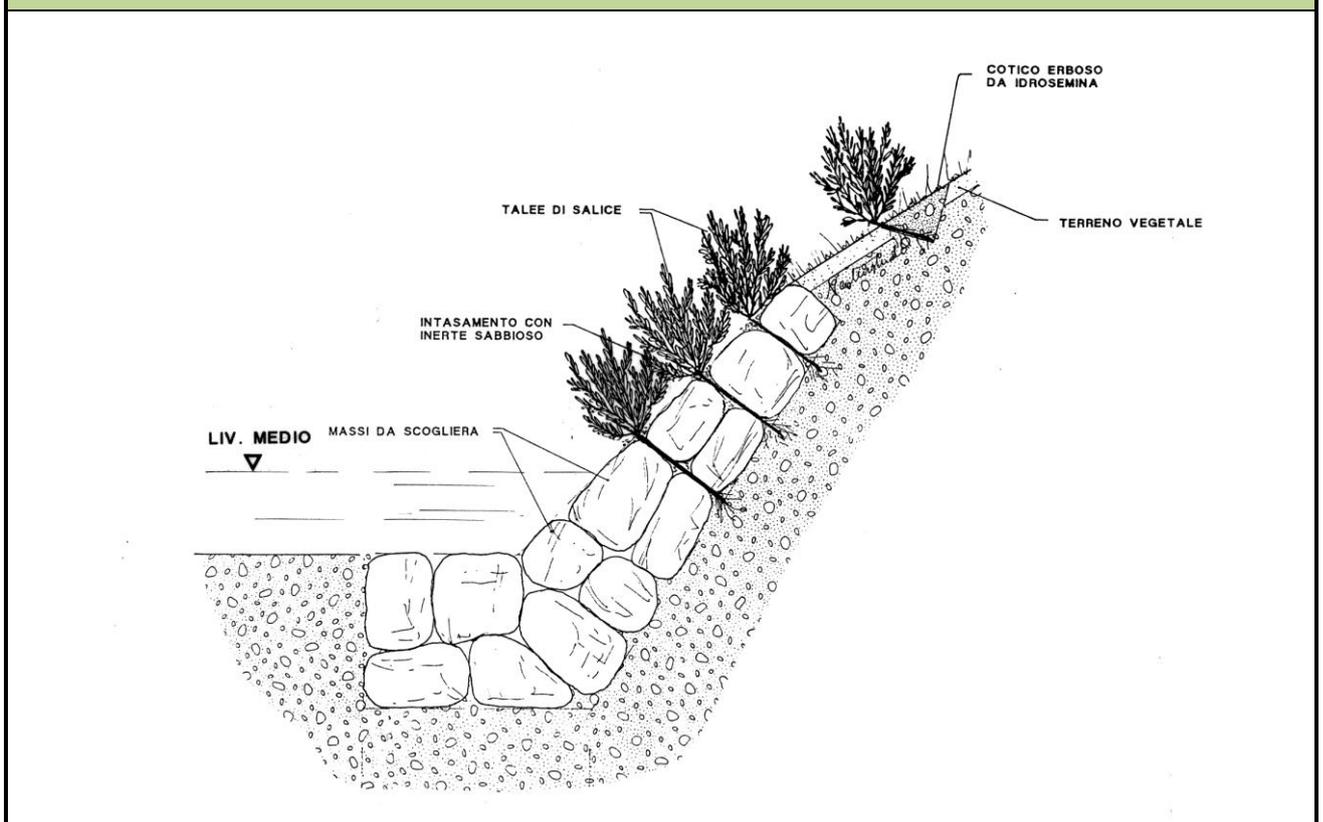
Svantaggi

Nei regimi torrentizi le scogliere sono soggette a sottoescavazioni. Elevata percentuale di fallanze nelle talee inserite a posteriori

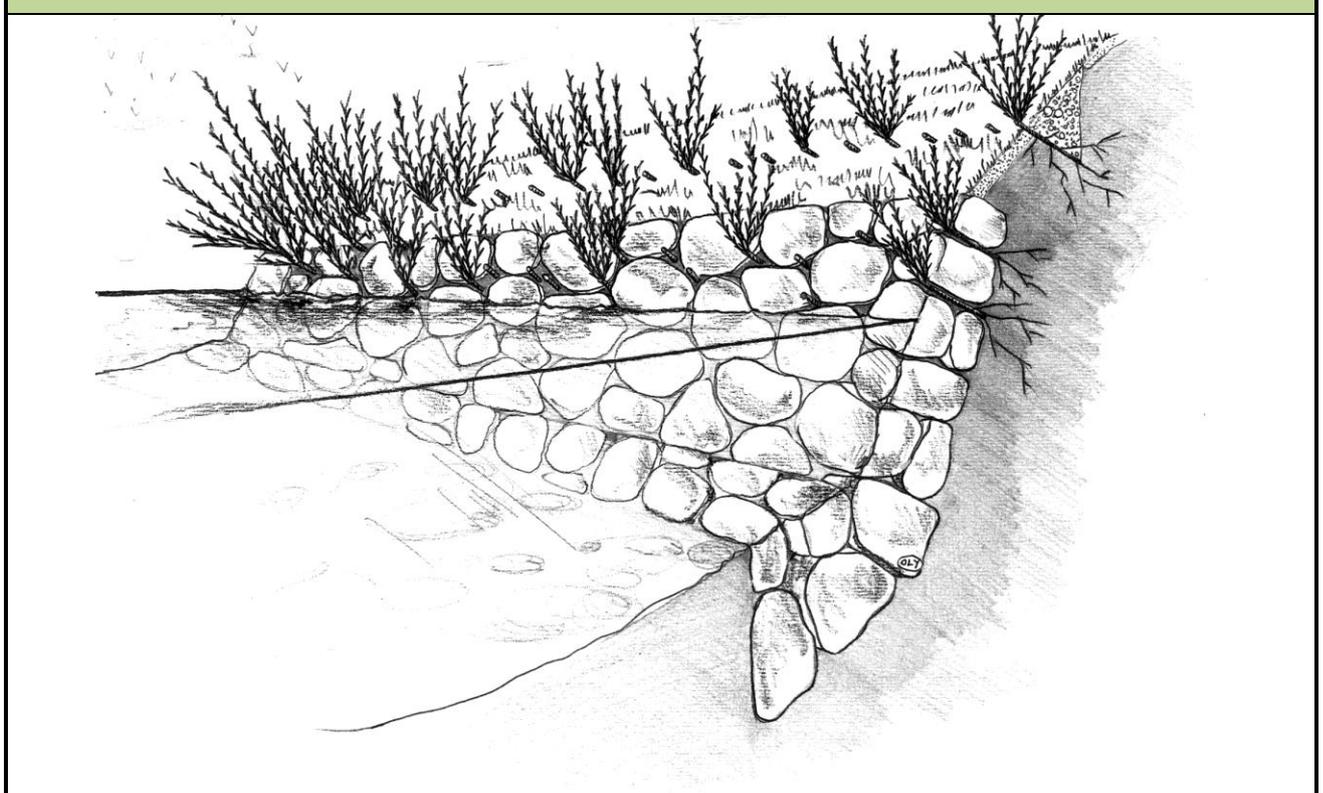
Effetto
Protezione immediata della sponda, che va aumentando con lo svilupparsi dell'apparato radicale delle talee. Aspetto coerente solo in morfologie rocciose montane, molto visibile in morfologie a litologie sciolte (ghiaie, argille, sabbie)
Periodo di intervento
In preferenza durante il periodo di riposo vegetativo.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> ▫ mancato inserimento delle talee in fase di costruzione ▫ talee di dimensioni ridotte ▫ mancato intasamento delle fughe tra i massi ▫ sottodimensionamento dei massi ▫ utilizzo su substrati litologici non idonei di pianura o collina ▫ utilizzo di massi di provenienza alloctona

Voce di Capitolato
<p>3.20 Scogliera rinverdita</p> <p>Formazione di scogliera in grossi massi ciclopici rinverdita, di rivestimento e difesa di scarpate spondali, realizzata mediante:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sagomatura dello scavo, regolarizzazione del piano di appoggio con pendenza non superiore a 35° (40°) - realizzazione del piede di fondazione con materasso o taglione (altezza di circa 2,0 m e interrimento di circa 1,0 m al di sotto della quota di fondo alveo) in massi, ad evitare lo scalzamento da parte della corrente e la rimobilitazione del pietrame in elevazione. Il materasso di fondazione deve essere realizzato prevedendo eventuali soglie di consolidamento costruite sempre con grossi massi, o anche con la realizzazione di piccoli repellenti; - realizzazione della massicciata in blocchi di pietrame per uno spessore di circa 1,50 m, inclinati e ben accostati, eventualmente intasati nei vuoti con materiale legante (al di sotto della linea di portata media annuale) oppure legati da fune d'acciaio. I blocchi devono avere pezzatura media non inferiore a 0,4 m³ e peso (5-20 q) in funzione delle caratteristiche idrodinamiche della corrente d'acqua e della forza di trascinamento. Le pietre di dimensioni maggiori vanno situate nella parte bassa dell'opera. Nel caso che il pietrame venga recuperato nell'alveo, è necessario fare in modo che non venga alterata eccessivamente la struttura fisica dello stesso (dimensione media del pietrame di fondo, soglie naturali, pendenza); - impianto durante la costruzione di robuste talee di salice, di grosso diametro, tra le fessure dei massi (al di sopra della linea di portata media annuale), poste nel modo più irregolare possibile, in genere vanno collocate 2-5 talee/m² (su aree soggette a sollecitazioni particolarmente intense anche 5 - 10 talee/m²) e di lunghezza tale (1,50-2,00 m) da toccare il substrato naturale dietro la scogliera. I vuoti residui devono essere intasati con inerte terroso.

Sezione Tipo



Vista prospettica





Scogliera spondale rinverdita con talee di salice, Rio Bianco S. Caterina (UD) - Foto G. Sauli



Scogliera spondale rinverdita con talee di salice. Particolare intervento a lavori appena eseguiti, Rio Bianco S. Caterina (UD) - Foto G. Sauli



Scogliera spondale rinverdita con talee di salice. Particolare intervento dopo alcuni mesi., Rio Bianco S. Caterina (UD) Foto G. Sauli

Descrizione sintetica

Opera in legname e pietrame realizzata trasversalmente al corso d'acqua, rinverdata mediante inserimento delle fascine vive di salici o talee di specie con capacità di propagazione vegetativa nelle camere al di sopra del livello medio dell'acqua e nelle parti laterali della briglia.

Campi di applicazione

Regimi torrentizi montani e collinari anche con notevole trasporto solido.

Materiali impiegati

- Tronchi di castagno o resinosa scortecciati \varnothing 20 ÷ 30 cm
- Chiodature metalliche \varnothing 12 ÷ 14 mm
- Tondini in metallo \varnothing 10 ÷ 14 mm
- Talee e fascine vive di salice \varnothing 20 ÷ 30 cm
- Pietrame
- Inerte terroso

Modalità di esecuzione

- Scavo di fondazione
- Fondazione in massi ciclopici
- Posa della prima serie di tronchi correnti, trasversali al corso d'acqua, in doppia fila
- Posa della prima serie di tronchi longitudinali al di sopra dei correnti e chiodati ad essi, con interasse massimo 1,00 m
- Inserimento di pietrame nelle camere e riempimento con inerte
- Ripetizione delle operazioni 3, 4, 5 fino al raggiungimento dell'altezza di progetto (pendenza frontale non superiore ai 60° per garantire la crescita delle piante)
- Inserimento delle fascine vive di salici o talee di specie con capacità di propagazione vegetativa nelle camere al di sopra del livello medio dell'acqua e nelle parti laterali della briglia, riempimento con inerte
- La gaveta verrà realizzata impiegando tondame intero o mezzi tronchi
- Le fessure tra tondame nella gaveta verranno riempiti con bitume a freddo

Prescrizioni

- La briglia dovrà essere adeguatamente ammortata nelle sponde del corso d'acqua per evitare scalzamenti laterali
- La gaveta verrà dimensionata opportunamente in base ai calcoli idraulici del corso d'acqua
- I pali scortecciati hanno una durata temporale maggiore rispetto a quelli non scortecciati

Limiti di applicabilità
Possono essere realizzate opere di altezza e ampiezza limitata; non proponibili in regimi con trasporto solido di diametro elevato.
Vantaggi
Opere sostitutive di briglie cementizie realizzabili con materiali rinvenibili in loco.
Svantaggi
Durata limitata nel tempo scarsamente rivegetabile.
Effetto
Si ha una immediata diminuzione della pendenza del profilo del corso d'acqua. Pertanto viene meno l'effetto erosivo e favorito il deposito di materiale. Aspetto gradevole legato all'uso di tronchi e pietrame (in aree montane).
Periodo di intervento
Qualsiasi periodo dell'anno per la struttura in legname e pietrame. Se abbinata a materiale vivo il periodo è vincolato a quello della messa a dimora delle talee.
Possibili errori
<ul style="list-style-type: none"> • Fissaggio dei tronchi con cambre al posto delle barre passanti • Diametro dei tronchi insufficiente • Struttura troppo verticale per la crescita delle piante • Insufficiente ammorsamento laterale (possibili scalzamenti laterali) • Insufficiente ammorsamento di fondo (possibili sifonamenti)

Voce di Capitolato

Briglia viva in legname e pietrame

Briglia viva in legname e pietrame di consolidamento, in corsi d'acqua a carattere torrentizio, di modeste dimensioni trasversali, a struttura piena, realizzata mediante:

- incastellatura di legname a parete doppia (struttura a cassone o reticolare) in tondame di larice, di abete, di castagno o di pino (scortecciato ed eventualmente trattato), unito da chiodi e graffe metalliche zincate (\varnothing 10 - 14 mm). La soglia sarà realizzata da tronchi di diametro minimo pari a 15 - 20 cm e di lunghezza 200 - 400 cm, opportunamente incastrate nelle spalle, ancorate ai pali di sostegno mediante tacche di ancoraggio e chiodi di ferro o nastri d'acciaio zincati. I pali trasversali vengono sistemati con interasse di circa 100 - 150 cm. Se necessario, la fondazione dovrà essere consolidata da pali. Il rivestimento della vasca tra il corpo briglia e la controbriglia verrà realizzato con pietrame reperito in loco;

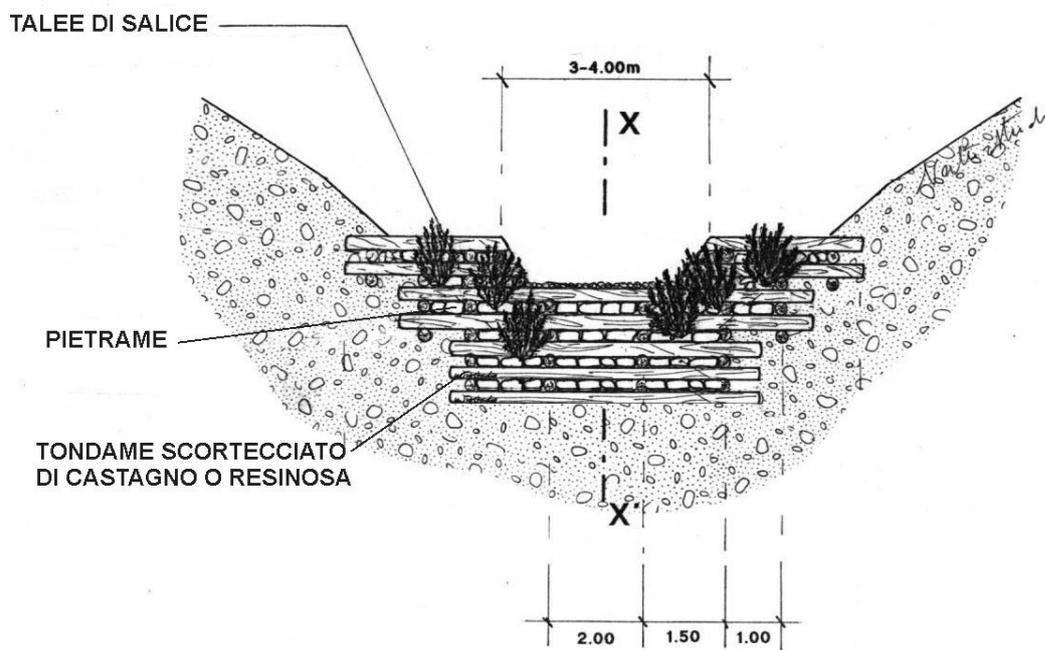
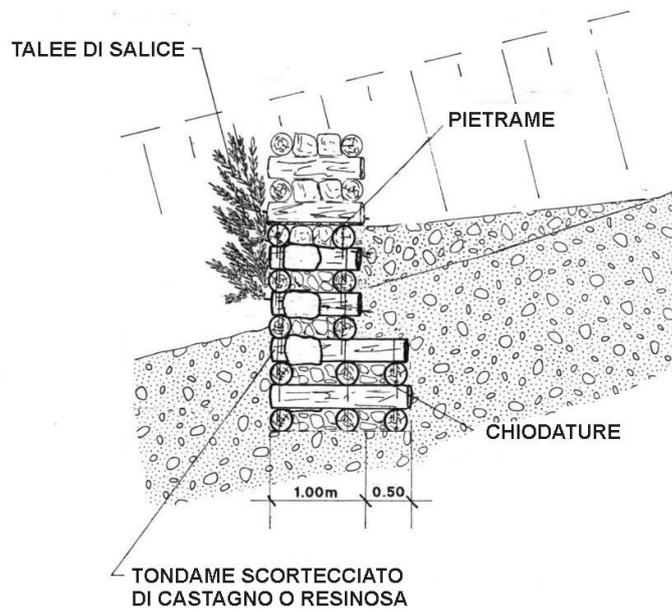
- riempimento della briglia con materiale drenante di ciottoli o ghiaia e terreno drenante costipabile, o pareggiato con dei sassi;

- eventuale posizionamento sotto lo scivolo di invito della briglia, di geotessile per evitare sifonamenti;

- completamento della soglia durante il riempimento con deposizione fra i correnti delle ali laterali di rami lunghi 1,50 - 2,0 m, con capacità di propagazione vegetativa, e/o con talee di salice (1 - 5 pezzi/m), e/o con piante di latifoglie radicate. Per versanti con briglie di piccole dimensioni, si può alternare alle palificate file di viminate o fascinate vive.

Il periodo di intervento corrisponde ai periodi di magra o di secca del corso d'acqua, mentre la durata può raggiungere i 20 - 30 anni se il corso d'acqua è caratterizzato da un deflusso minimo costante, che possa evitare i cicli di disseccamento/imbibizione.

Sezione tipo





Briglie in legname e pietrame con talee, Ligosullo (UD), 2003 - Foto G. Sauli



Briglia in legname e pietrame, Celleno (VT) - Foto P. Cornolini