

**Tab. 14.16** - Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione e geostuoia tridimensionale

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora			
Operaio qualificato	Ora	0,08		
Operaio comune	Ora	0,08		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,05		
Verricello	Ora	0,30		
Compressore con pistola perforatrice	Ora	0,20		
<i>c) Materiali:</i>				
Geostuoia tridimensionale abbinata a rete metallica	m <sup>2</sup>	1		
Picchetti	Kg	2,8		
Fune	m	0,2		
Morsetto serrafune d'acciaio	cad	2		
Malta antiritiro	Kg	0,2		
Idrosemina a spessore	m <sup>2</sup>	1		
Staffe in tondino di ferro	Kg	1,4		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>49,06 ÷ 54,23</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>95.000 ÷ 105.000</b>

valutata in base alla pendenza della scarpata, comunque in quantità non inferiori a 1 ÷ 2 picchetti per m<sup>2</sup>.

*Vantaggi:* metodo di rivestimento rapido e di facile realizzazione. Immediata funzione antierosiva.

*Svantaggi:* la presenza di reti metalliche sulla superficie spondale artificializza la struttura e può creare pericolo per la fauna se non resa accuratamente aderente al substrato.

*Effetto:* rapido arresto dell'erosione superficiale.

*Periodo di intervento:* la stesura delle reti e delle geostuoie può avvenire in qualsiasi periodo dell'anno, mentre le semine verranno eseguite da marzo a settembre e la messa a dimora di talee e arbusti nel periodo di riposo vegetativo.

*Analisi prezzi:* si veda la **tabella 14.16**.

## 14.2 Interventi stabilizzanti

### 14.2.1 Messa a dimora di talee

*Descrizione sintetica:* infissione nel terreno o nelle fessure tra massi di pezzi di talee di specie vegetali con capacità di propagazione vegetativo (**fig. 14.10**).

*Descrizione voce da capitolato:*

- salici;

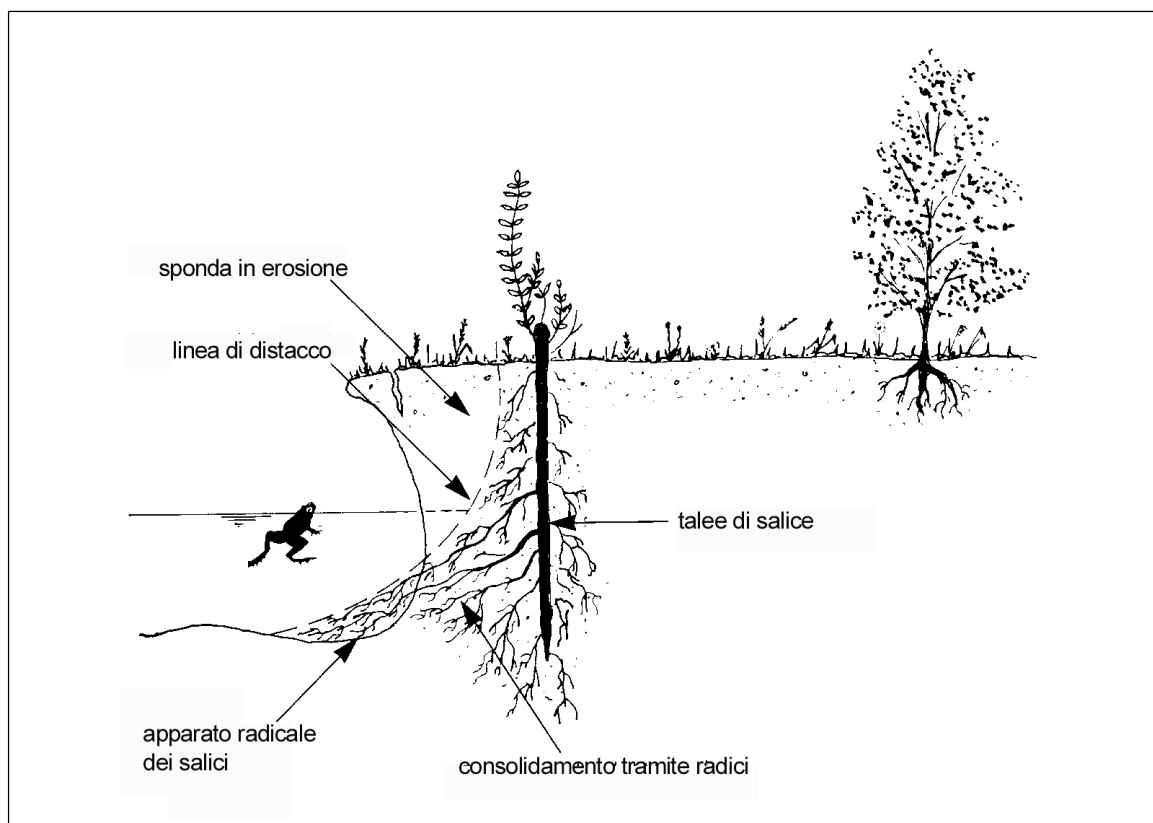
- tamerici;
- altre specie.

Fornitura e messa a dimora di talee legnose di specie arbustive idonee a questa modalità di trapianto vegetativo prelevate dal selvatico di due o più anni di età, di Ø 1 ÷ 5 cm e lunghezza minima di 50 cm, messe a dimora nel verso di crescita previo taglio a punta e con disposizione perpendicolare o leggermente inclinata rispetto al piano di scarpata. Le talee verranno infisse a mazza di legno o con copristesta in legno, previa eventuale apertura di un foro con punta di ferro, e dovranno sporgere al massimo per un quarto della loro lunghezza adottando, nel caso, un taglio netto di potatura dopo l'infissione. La densità di impianto dovrà essere di 2 ÷ 10 talee per m<sup>2</sup> 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. La messa a dimora dovrà essere effettuata di preferenza nel periodo invernale e a seconda delle condizioni stagionali anche in altri periodi con esclusione del periodo di fruttificazione.

*Materiali:*

- talee di salice: L = 80 cm; Ø = 5 ÷ 8 cm;
- getti non ramificati, di 2 o più anni (di specie con capacità di propagazione vegetativa: ad esempio, tamerici): Ø = 3 ÷ 5 cm, L = 0,60 ÷ 1,0 m.

Fig. 14.10 - Talee arbustive nelle difese spondali

**Modalità di esecuzione:**

- apertura di un foro, con una punta di ferro, nelle fessure delle difese spondali in pietrame o creazione di un foro nel terreno;
- introduzione delle talee: devono sporgere all'esterno al massimo per un quarto (10 cm circa) della loro lunghezza (pari alla presenza di 7 ÷ 8 gemme avventizie) e, nel caso di scogliere, devono essere poste a contatto con il terreno a tergo dei massi.

L'infissione delle talee nel terreno deve essere perpendicolare o leggermente inclinata, mediante mazza in legno e secondo il verso di crescita delle piante.

- riempimento degli spazi vuoti con terreno vegetale o con materiale fine e successivo costipamento.

**Campi di applicazione:** scarpate a pendenza limitata, sponde fluviali e lacustri; interstizi e fessure di scogliere, muri, gabbionate; come picchetti vivi nelle posa di reti, stuoie, fascinate, viminate.

**Applicabilità della tecnica in funzione statica, idraulica, naturalistica:** applicabilità universale con esclusione di substrati litoidi e particolarmente xerici o, in ambito fluviale, di correnti e trasporto solido particolarmente elevati.

**Limiti di applicabilità:** altitudine e condizioni microclimatiche (relativamente alle specie impiegate); natura del substrato.

**Vantaggi:**

- sistemazione a basso prezzo e semplice reperibilità dei materiali;
- di semplice realizzazione;
- puntuale inizialmente, ma coprente dopo lo sviluppo;
- favorisce l'evoluzione degli ecosistemi, soprattutto in ambienti umidi (se si usano i culmi di canna).

**Svantaggi:**

- la stabilità della scarpata ed il consolidamento superficiale del terreno sono limitati sino allo sviluppo di un adeguato apparato radicale;
- l'attecchimento delle piante non è garantito, a meno che le condizioni della stazione siano particolarmente favorevoli.

**Effetto:** copertura delle scarpate con cespugli. Più lunghe sono le talee conficcate nel terreno, maggiore l'effetto stabilizzante/consolidante in profondità. Effetto di drenaggio dovuto ad assorbimento e traspirazione del materiale vivo impiegato.

**Periodo di intervento:** periodo di riposo vegetativo.

**Possibili errori:**

- talee troppo corte (lunghezza inferiore a 60 cm);
- diametro della talea eccessivamente piccolo;
- le talee non sono infisse nel terreno in contropendenza rispetto alla scarpata;

- le talee vengono infisse nel verso contrario a quello di crescita;
  - la parte che rimane fuori dal 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.

**Tab. 14.17** - Messa a dimora di talee: analisi prezzi

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora			
Operaio qualificato	Ora	0,05		
Operaio comune	Ora	0,05		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,05		
Motosega	Ora	0,05		
<i>c) Materiali:</i>				
Talee	cad	1		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>1,03 ÷ 2,58</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>2.000 ÷ 5.000</b>

**Tab. 14.18a** - Talee utilizzate per la sistemazione delle rive dei corpi d'acqua (DIN 19657)

N.	Specie	Altezza come albero (A) o cespuglio (C) (m)	Gruppo di suoli ai sensi dell'art. 32 ed altre caratteristiche del suolo
1	<i>Salix appendiculata</i>	4C 8A	Da 3 a 10; marne e scisti particolarmente freschi, da neutri a leggermente alcalini
2	<i>Salix glabra</i>	2C	Da 3 a 10; umidi, filtranti, anche dolomitici, da alcalini a neutri
3	<i>Salix hastata</i>	1,5C	1,5; su calcari, freschi e filtranti fino a bagnati; da neutri a debolmente acidi
4	<i>Salix waldsteniana</i>	1,5C	1,5; su calcari, freschi e filtranti, da neutri a debolmente acidi
5	<i>Salix alba</i>	20A	Da 2 a 7; periodicamente inondati, neutri
6	<i>Salix daphnoides</i>	20A 10C	Da 2 a 9; solo su calcari, da debolmente alcalini a debolmente acidi
7	<i>Salix elaeagnos</i>	6C 16A	Da 2 a 7, 10; bagnati e filtranti, temporaneamente secchi, da alcalini a neutri
8	<i>Salix aurita</i>	2C	1, da 6 a 9; bagnati e filtranti o stagnanti, periodicamente inondati, acidi
9	<i>Salix cinerea</i>	Da 2 a 3 (6) C	1, da 6 a 9; bagnati e filtranti o stagnanti, periodicamente inondati, acidi
10	<i>Salix fragilis</i>	15A	1, da 6 a 8; periodicamente inondati, sopportano ristagni, acidi, per lo più poveri di calce
11	<i>Salix nigricans</i>	4C 6A	Da 4 a 7; bagnati e filtranti, temporaneamente anche inondati, sopportano ristagni, da neutri a debolmente acidi
12	<i>Sallix pentandra</i>	6C 15A	1, da 4 a 6; bagnati e filtranti o stagnanti, per lo più poveri di calce, da mediamente acidi a neutri
13	<i>Salix purpurea</i>	4(6)C	Da 2 a 7; per lo più ricchi di calce, anche dolomitici, temporaneamente secchi e periodicamente inondati, da neutri ad alcalini
14	<i>Salix triandra</i>	4C 7A	Da 2 a 7; da freschi a bagnati, periodicamente inondati, da neutri ad alcalini
15	<i>Salix viminalis</i>	5C 10A	Da 1 a 6; bagnati e filtranti, periodicamente inondati, neutri
16	<i>Populus nigra</i>	30A	Da 1 a 7; periodicamente inondati, neutri
17	<i>Ligustrum vulgare</i>	2C	Da 2 a 7, secchi, da neutri ad alcalini, anche dolomitici

Tab. 14.18b - Talee utilizzate per la sistemazione delle rive dei corpi d'acqua (DIN 19657)

Specie	Altezza di crescita (m)	Ambito di applicazione			Osservazioni
		Tipi di suolo	Grado di umidità	Nutrienti e carbonati	
<i>Salix purpurea</i>	2-3, rar. fino a 10	Da G ad A	Da II a VII, anche ts	Da nu a nu', da c ad a'	Resistenti alla siccità, anche su suoli grezzi, consolidante
<i>Salix triandra</i>	2-4, rar. fino a 10	Da S ad A	II, III, anche ts	nu, b, da c ad a	Consolidante
<i>Salix viminalis</i>	3-5	G, S, L	II, III, anche ts	nu, b, da c ad a'	Anche su suoli grezzi
<i>Salix fragilis</i>	8-20	Da G ad F, anche h	Da III a V, anche ts	nu, b, da c' ad a'	Anche su suoli con cattiva aerazione e su suoli grezzi
<i>Salix alba</i>	10-30	Da G ad A	Da III a V, anche ts	nu, b, da c ad a'	Su suoli ben aerati e su suoli grezzi
<i>Salix elaeagnos</i>	2-6	Da G ad A	Da V a VII, anche ts	nu', b, c	Colonizzatore, anche su pendii marnosi instabili, consolidante
<i>Salix nigricans</i>	Fino a 4	Da G ad A anche h	Da II a IV, anche ts	nu, b, c	Soprattutto per suoli calcarei freschi e umidi
<i>Salix pentandra</i>	2-5, rar. fino a 15	A, T anche h	II, III	nu, b, da c' ad a'	—
<i>Salix daphnoides</i>	5-10	Da G ad A	Da II a V anche ts	Da nu' a nu, b, c, n	Su suoli grezzi, consolidante
<i>Salix appendiculata</i>	1-3, rar. fino a 8	pL, L, pA, A	Da III a V	nu, b, c, n	In gole e solchi di slavine
<i>Salix hastata</i>	Fino a 1,5	hP, hL	Da III a V	nu, b, c'	—
<i>Salix glabra</i>	Fino a 2	P, L	III	Da nu' a nu, c	Anche su detriti dolomitici
<i>Salix waldesteiniana</i>	Fino a 1	hL, hA	II, V	Da nu' a nu, b, da c a c'	Su suoli ben aerati
<i>Populus spec.</i>					Vedi tabella 24

Fonte: M. Di Fidio, *Capitolato speciale d'appalto per opere di costruzione del Paesaggio*, 1970.

**Note:**

- la densità d'impianto è di 2 ÷ 10 talee per m<sup>2</sup> in relazione alle sollecitazioni cui sarà sottoposta la struttura ed alle sue caratteristiche costruttive (l'uso di massi di piccole dimensioni nelle difese spondali comporta l'impiego di un maggior numero di talee);
- la densità d'impianto aumenta all'aumentare della pendenza del terreno: da 2-5 talee/m<sup>2</sup> a 5-10 talee/m<sup>2</sup>;
- nel caso in cui le talee vengano raccolte molto tempo prima della messa a dimora, dovranno essere conservate a basse temperature (4 ÷ 5 °C) in celle frigorifere o in vasche di acqua fredda, ma comunque utilizzate nel periodo di ripresa vegetativa;
- è opportuno preventivare una fallanza del 30 ÷ 40% nell'attecchimento ed un relativo risarcimento dopo 1 ÷ 2 anni;
- per facilitare l'introduzione nel terreno delle talee la parte terminale va tagliata a punta; se viene utilizzata la mazza per battere le talee è preferibile che essa sia di legno o che venga usato un legno copritesta, al fine di evitare di danneggiare la talea;
- la disposizione delle talee deve essere casuale sia per motivi estetici, che funzionali;
- la piantagione di arbusti nelle fessure comporta, un miglioramento statico dell'opera, in quanto la crescita in profondità delle radici e l'aumento in spessore delle talee rende

più compatto e resistente l'insieme del pietrame;

- è consigliato non scendere sotto il livello medio della portata del corso d'acqua, perché i salici non sopporterebbero lunghi periodi di 6 ÷ 7 settimane di sommersione;
- trattasi di una sistemazione a verde estremamente conveniente dal punto di vista economico, sia per il materiale di propagazione impiegato, sia per la relativa semplicità d'esecuzione.

*Analisi prezzi:* si veda la **tabella 14.17**.

*Specie legnose per l'estrazione di talee e relativi campi di applicazione:* le talee di piante legnose devono essere rigogliose, sane ed idonee a mettere radici.

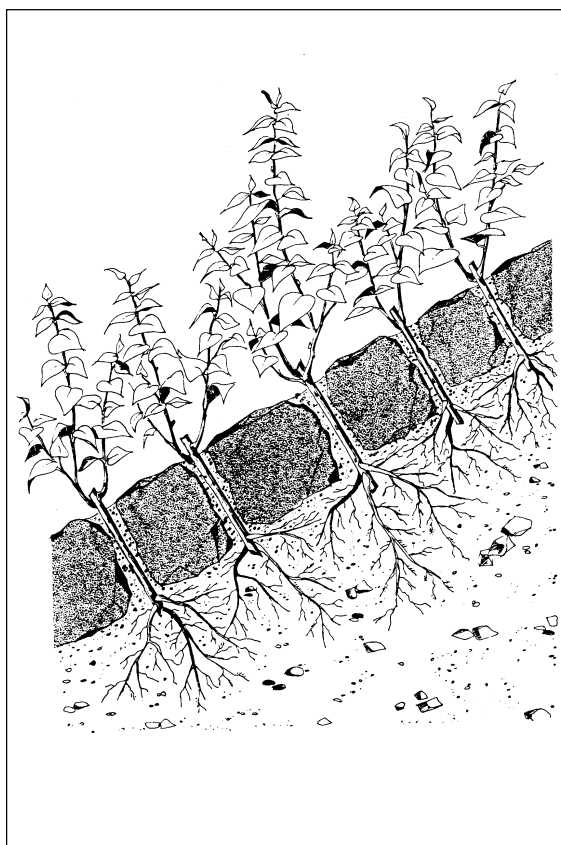
Generalmente le talee adottate per i tipi di suolo specificati, sono quelle specificate nelle **tabelle 14.18a-14.18b**.

#### 14.2.2 Messa a dimora di arbusti ed alberi

*Funzioni:* stabilizzazione e completamento su versanti e su sponde.

*Descrizione:* questa tecnica si usa per incrementare lo sviluppo della vegetazione in aree in erosione o prive di copertura arbustiva e

**Fig. 14.11** - Messa a dimora di talee arbustive nelle difese spondali



Fonte: "Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia", 9 maggio 2000.

arborea e negli interventi di consolidamento del dissesto superficiale (figg. 14.11-14.12).

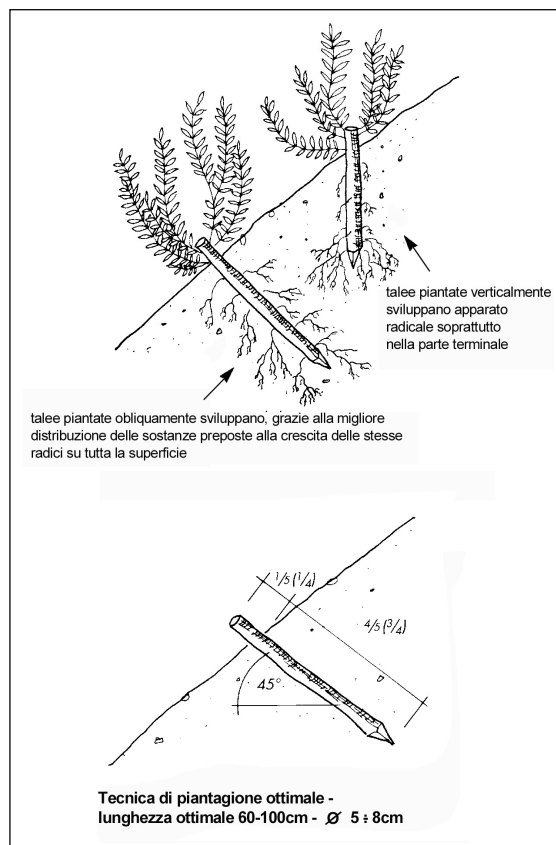
**Descrizione da voce di capitolato:** piantagione di arbusti:

- a radice nuda;
- in zolla;
- in contenitore;
- in fitocella.

Fornitura e messa a dimora di arbusti autoctoni da vivaio, con certificazione di origine del seme, in ragione di 1 esemplare ogni 3 ÷ 20 m<sup>2</sup> 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. 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 pedo-climatiche della stazione;
- la pacciamatura in genere con dischi o biofeltri ad elevata compattezza o strato di

**Fig. 14.12** - Talee arbustive nelle difese spondali



corteccia di resinose per evitare il soffocamento e la concorrenza derivanti dalle specie erbacee;

- 1 o più pali tutori.

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.

**Effetto:** il ripristino della vegetazione costituisce un consolidamento del substrato e un miglioramento ambientale dal punto di vista ecosistemico; la vegetazione ripariale, inoltre, può rappresentare, specialmente in aree pianiziali, l'unico elemento boschivo più o meno continuo per facilitare la diffusione di specie animali, anche in considerazione della forma dendritica del reticolo idrografico che sul territorio svolge la funzione di rete ecologica.

**Campi di applicazione:** nelle opere dove si utilizzano talee, per incrementare la vegetazione; quando non è possibile utilizzare le talee; quando si vogliono consolidare zone e sponde con problemi di dissesto non troppo grave; nei dintorni di un'opera complessa per aumentare l'efficacia; nei corsi d'acqua dove è necessario ral-

lentare la velocità della corrente; nelle aree ad elevato valore vegetazionale per il ripristino di ecosistemi; nelle scarpate in scavo e in riporto e nella stabilizzazione superficiale di rilevati e accumuli di materiale sciolto.

*Modalità di dimensionamento e limiti d'applicabilità:* si prevedono le seguenti verifiche principali, basate sulla quantificazione delle grandezze necessarie:

- stabilità strutturale e globale dell'opera;
- stabilità del pendio (in diverse condizioni di carico e di drenaggio);
- protezione dall'erosione superficiale e/o incanalata.

Gli alberi possono migliorare la resistenza del terreno fino ad una profondità di 3 m o più in funzione della morfologia dell'apparato radicale della specie, possono però provocare effetti negativi sull'opera a causa delle dimensioni, dei pesi e delle masse notevoli rispetto a quelle degli arbusti. Su sponde, arginature, briglie possono provocare delle infiltrazioni e rischi di sifonamento. Nel caso di vegetazione arbustiva l'azione di rinforzo si estende in genere a qualche decimetro fino ad una profondità di circa 1,5 m. Lo sviluppo di alberi su sponde, arginature, paramento a valle di briglie in terra possono provocare fenomeni di infiltrazione e riforamento. Impossibilità di applicare la tecnica in luoghi rocciosi o privi di suolo.

*Materiali impiegati:*

- materiali da vivaio:
  - *alberi:* in generale un esemplare di altezza fra 50 ÷ 150 cm ogni 5 ÷ 30 m<sup>2</sup> (secondo la specie e le condizioni stagionali del sito);
  - *arbusti:* in generale un esemplare di altezza compresa fra 30 ÷ 120 cm ogni 3 ÷ 20 m<sup>2</sup> (secondo la specie e le condizioni stagionali del sito);
- materiale reperito in loco con le dovute autorizzazioni:
  - trapianti di specie arboree e arbustive;
- ammendanti e fertilizzanti naturali.

*Modalità di esecuzione:* alberi e arbusti di specie autoctone possono essere utilizzati a radice nuda, in fitocella, in vaso o con pane di terra. Le piante a radice nuda sono più soggette a subire danni anche nel trasporto e non danno, in genere, buoni risultati perché le condizioni pedoclimatiche delle aree dove vengono eseguiti gli interventi di Ingegneria Naturalistica sono spesso critiche. Le piante in vaso, fitocella o con pane di terra, attecchiscono più facilmente e sono meno soggette ai danni da trasporto. Le piante a radice nuda si dispongono in buche grandi più o meno come il volume radicale e in buche di dimensioni circa il doppio negli altri casi (con pane di terra, ecc.). In seguito si riempie la buca col materiale preventivamente asportato, fino al colletto della pianta. Si compatta il terreno (la pianta deve opporre resistenza all'estrazione) formando una piccola concavità per una migliore captazione dell'acqua.

*Accorgimenti:* nel caso di terreni poveri si possono eseguire riporti di paglia, torba, cellulosa, mentre in zone soggette a siccità estiva prolungata si consiglia l'uso di ritentori idrici (di solito polimeri). Inoltre, per evitare il soffocamento dovuto a specie erbacee, si esegue una pacciamatura con biofeltri o strato di corteccia di resinose.

*Vantaggi:* applicabile in molte opere sia come supporto sia come completamento, inoltre è fondamentale per la rinaturalizzazione delle aree di sponda e su versante.

*Svantaggi:* interventi che richiedono molto materiale vegetale e molto lavoro per la realizzazione, sono quindi possibili in aree limitate. Difficoltà di reperimento delle specie scelte presso i vivai. Limiti dovuti alla stagionalità e alle esigenze fitoclimatiche delle specie.

*Periodo di intervento:* le piante a radice nuda devono essere trapiantate durante il riposo

**Tab. 14.19 - Piantazione di arbusti: analisi prezzi**

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,01		
Operaio qualificato	Ora	0,06		
Operaio comune	Ora	0,10		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,01		
Trattore con cisterna	Ora	0,04		
<i>c) Materiali:</i>				
Pianta in vasetto o zolla	cad	1		
Pacciamatura	cad	1		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>6,2 ÷ 8,78</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>12.000 ÷ 17.000</b>

Tab. 14.20 - Piantagione di alberi: analisi prezzi

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,01		
Operaio qualificato	Ora	0,06		
Operaio comune	Ora	0,15		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,01		
Trattore con cisterna	Ora	0,04		
<i>c) Materiali:</i>				
Pianta in vasetto o zolla	cad	1		
Palo tutore	cad	1		
Pacciamatura	cad	1		
Prezzo di applicazione			Euro/m <sup>2</sup>	11,36 ÷ 14,46
			£/m <sup>2</sup>	22.000 ÷ 28.000

vegetativo, le altre anche in altri periodi secondo la situazione climatica del luogo escludendo sempre i periodi estivi aridi e invernali freddi.

*Manutenzione:* potature, risarcimenti e annaffiature, se necessario. Controllo fitosanitario. Sulle sponde interventi ordinari di potatura per mantenere flessibili i rami e non creare ingombro nell'alveo.

*Analisi prezzi per la piantagione di arbusti:* si veda la **tabella 14.19**.

*Analisi prezzi per la piantagione di alberi:* si veda la **tabella 14.20**.

#### 14.2.3 Trapianto di rizomi

*Descrizione sintetica:* tecnica utilizzata per la propagazione delle specie di difficile reperimento in commercio e di difficile propagazione per seme, come *Phragmites australis*. 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 (**figg. 14.13-14.14**).

*Descrizione da voce di capitolato:*

- divisi;
- sminuzzati.

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 i rizomi fittonanti, ad esempio, *Phragmites*) per circa 4 cm o deposizione sul terreno sminuzzati od interi e ricopertura con un leggero strato di terreno vegetale per evitarne il disseccamento. Il trapianto va eseguito all'inizio o al termine del periodo di riposo vegetativo in ragione di 3-5 pezzi per m<sup>2</sup>. Tale tecnica va utilizzata per la riproduzione di specie non esistenti in commer-

cio 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.

*Materiali impiegati:*

- rizomi e pezzi di rizomi di lunghezza 10 ÷ 15 cm di specie vegetali adatte, prelevate dal selvatico (ad es. *Phalaris arundinacea*, *Festuca arundinacea*, *Achillea millefolium*);
- 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 (*Festuca ovina*).

*Modalità di esecuzione:*

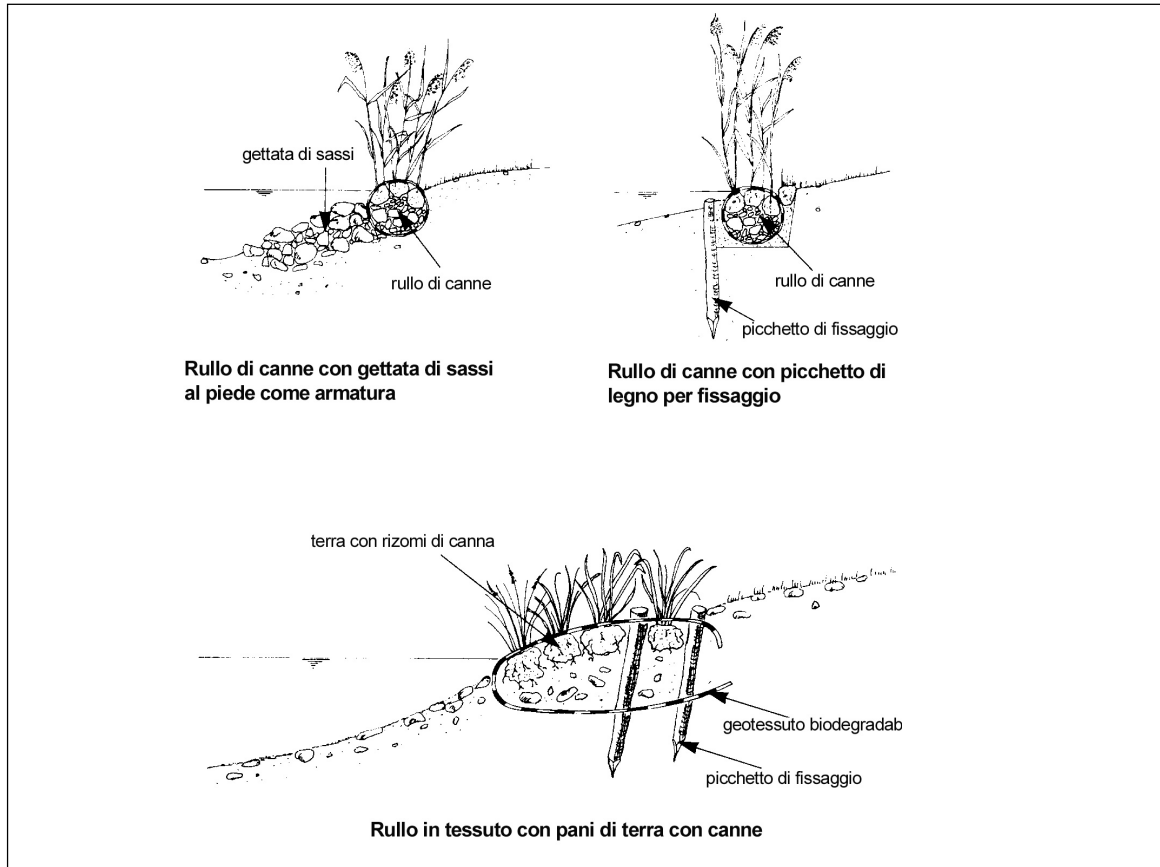
- si eseguono buche di circa 20 cm di diametro nelle quali si depongono i rizomi o loro parti;
- i rizomi o loro frammentazione sono depositi con una densità di impianto variabile, a seconda della specie impiegata (in genere 3 ÷ 5 pezzi per m<sup>2</sup>);
- ricoprimento con terreno al fine di evitare il disseccamento dei rizomi;
- può esserci la necessità d'irrigazione.

*Campi di applicazione:* stazioni estreme d'alta montagna dove il periodo vegetativo è più breve; sponde fluviali e barene; aree caratterizzate da scarsa vegetazione e le cui sementi non sono reperibili in commercio.

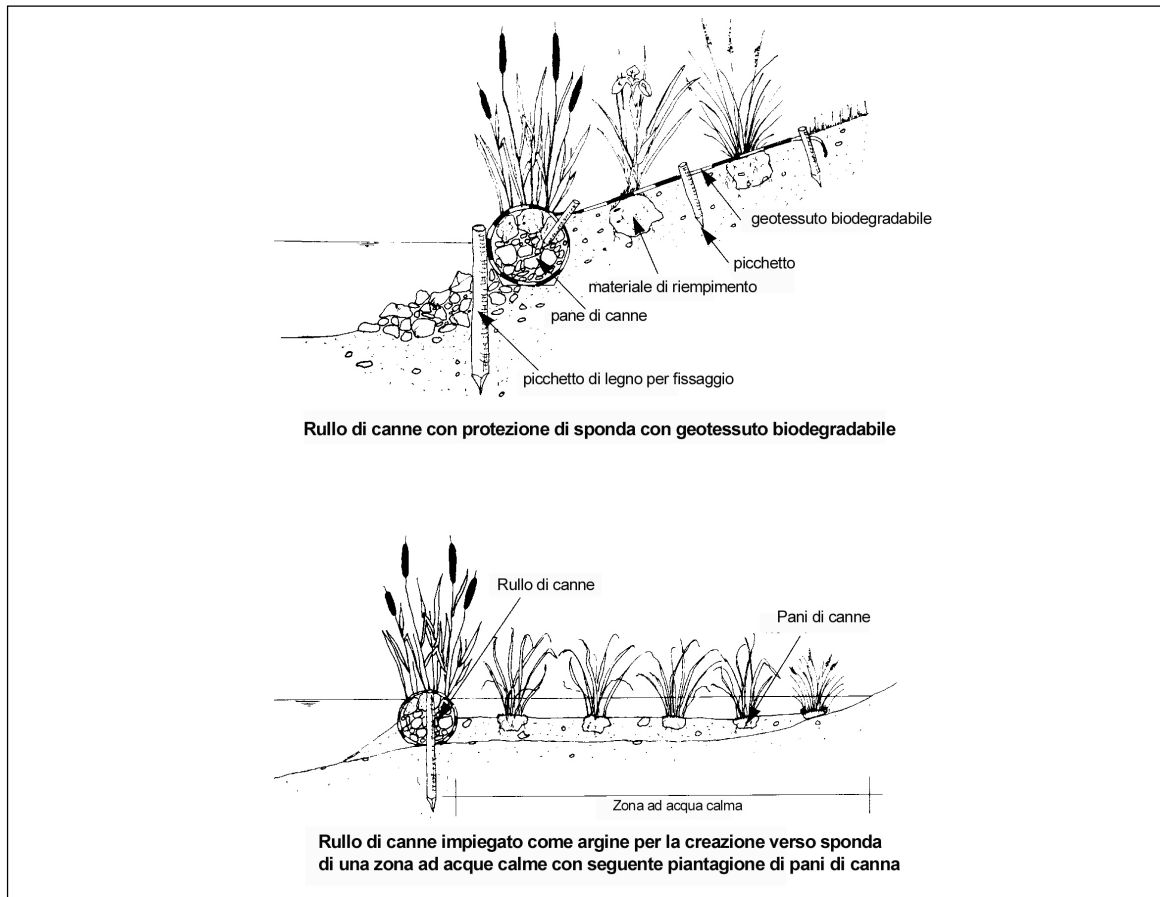
*Applicabilità della tecnica in funzione statica, idraulica, naturalistica:* ambienti igrofilo e substrati non drenanti.

*Prescrizioni:* rizomi e cespi devono essere impiegati immediatamente dopo il prelievo. Possono

**Fig. 14.13 - Trapianto di rizomi**



**Fig. 14.14 - Trapianto di rizomi**





Tab. 14.21 - Trapianto di rizomi: analisi prezzi

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	0,05		
Operaio comune	Ora	0,10		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,005		
Escavatore	Ora	0,003		
<i>c) Materiali:</i>				
Rizomi e cespi	cad	5		
Terreno vegetale	m <sup>3</sup>	0,05		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>2,07 ÷ 3,1</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>4.000 ÷ 6.000</b>

essere immagazzinati per breve tempo in un luogo fresco (ad esempio, sotto uno strato di sabbia umida). Rispetto del periodo d'intervento.

*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 d'intervento;
- viene evitata la fase critica della germinazione tipica nelle semine.

*Svantaggi:*

- la radicazione non è così profonda come avviene per le specie nate da seme;
- elevato consumo di materiale, lavoro lungo e impegnativo;
- necessità di vaste aree su cui effettuare i prelievi.

*Effetto:* rapida copertura del terreno 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:* scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo.

*Note:*

- il periodo più idoneo per questo tipo di piantagione è quello del riposo vegetativo;
- nel caso si intenda impiantare un canneto, le zolle contenenti i rizomi vanno poste ad una distanza di 0,5 ÷ 1 m; è opportuno mettere a dimora il canneto in terreni umidi, ma non costantemente allagati (profondità < 50 cm).

*Analisi prezzi:* si veda la **tabella 14.21**.

#### 14.2.4 Copertura diffusa

*Descrizione sintetica:* l'opera consiste nella realizzazione di un rivestimento di sponda, precedentemente rimodellata, mediante la messa a dimora di astoni, (ramaglia viva di salici, tamerici, ecc.) con capacità di propagazione vegetativa. La ramaglia ha disposizione perpendicolare alla direzione del flusso d'acqua ed è fissata al substrato mediante filo di ferro teso tra picchetti e paletti vivi o morti. La base della ramaglia viene conficcata nel terreno e qualora siano presenti più file, queste devono sormontarsi parzialmente. La ramaglia viene coperta con un sottile strato di terreno vegetale. Con tale intervento si protegge la superficie del terreno dall'azione delle forze meccaniche (piogge, erosione fluviale, ecc.). Viene inoltre migliorato il bilancio idrico e termico e viene favorito lo sviluppo della vita vegetale nel terreno e nello strato aereo vicino al terreno (**figg. 14.15-14.22**).

*Descrizione da capitolato:*

- *copertura diffusa con ramaglia viva:*
  - normale;
  - armata.

Rivestimento di sponda, precedentemente rimodellata mediante copertura con ramaglia viva con capacità di propagazione vegetativa (Salici, Tamerici, Myricaria, Ligustrum) con densità di 20 ÷ 50 verghe o rami per metro, di lunghezza minima di 150 cm, disposte perpendicolarmente alla corrente, previa posa di paletti di castagno o di larice infissi per almeno 60 cm e sporgenti per 20 cm a file distanti 1 m e con interasse da 1 a 3 m a seconda della pressione idraulica. La parte inferiore dei rami dovrà essere conficcata nel terreno o nel fondo e lo strato inferiore dovrà coprire lo strato superiore con sormonto di almeno 30 cm. La ramaglia verrà fissata ai paletti tramite filo di ferro, talee trasversali, fascine o graticciate e ricoperta con un sottile strato di terreno vegetale. La base della spon-

Tab. 14.22 - Trapianto di rizomi: materiali impiegati

<b>Semplice:</b>	
Paleria di larice o di castagno	l = 80 cm    Ø=8 ÷12 cm
Astoni di salice e/o altre specie con capacità di propagazione vegetativa	l= 300÷400 cm    Ø =5 ÷ 15 cm
Pietrame	Pezzatura >0,20 m
Ghiaia	Pezzatura = 30 ÷ 160 mm
Filo di ferro zincato	Ø = 3 mm
Terreno vegetale	7 ÷ 8 cm/m <sup>2</sup>
<b>Armata (in aggiunta):</b>	
Paleria di larice o di castagno	l = 150 ÷200 cm    Ø = 20 cm
Fune di acciaio	Ø = 16 mm
Tondini di ferro	l > 60 cm    Ø = 16÷22 mm
Morsetto serrafune	Ø = 16 ÷ 22 mm
Malta cementizia antiritiro	

da così ricoperta verrà consolidata con blocchi di pietrame eventualmente collocati in un fosso preventivamente realizzato. Tali blocchi (di dimensioni minime di 0,2 m<sup>3</sup>) potranno venir collegati con una fune di acciaio (variante "armata") fissata a pali di legno o di ferro, onde consentire una maggior protezione al piede, pur conservando una certa elasticità. Il periodo migliore di esecuzione è il tardo autunno.

- *copertura diffusa con culmi di canna*: rivestimento di sponda, precedentemente modellata, in condizioni di bassa pendenza e velocità dell'acqua, con culmi di canna (essenzialmente viene impiegata *Phragmites australis*) in numero di 30 ÷ 60 culmi per metro, di lunghezza da 80 a 170 cm, disposti perpendicolarmente alla corrente, con la parte inferiore a contatto con l'acqua (10 ÷ 15 cm sotto il livello medio). Il fissaggio avverrà mediante paletti e filo di ferro in analogia al punto precedente. Il periodo migliore per il rivestimento va da marzo a maggio quando i giovani culmi hanno raggiunto la grandezza indicata.

*Campi di applicazione*: è una protezione particolarmente efficace della superficie delle scarpate spondali minacciate dall'acqua corrente e dal moto ondoso. Si può intervenire sia nel caso di nuove costruzioni sia per risanamento di rotture spondali. Allo scopo di fornire maggiore protezione del piede della scarpata si può eventualmente realizzare una copertura diffusa con astoni del tipo "armata".

*Fattibilità*: intervento di tipo intensivo che richiede un notevole impiego di materiale vegetale. L'azione in profondità esercitata dall'apparato radicale fa sì che sin dalla prima stagione vegetativa si abbia un considerevole consolidamento del terreno. La grande proliferazione del materiale vegetale crea una densa fascia elastica durevole nel tempo. La protezione data dalla parte aerea può favorire il rapido insediarsi

di vegetazione ripariale integrativa in accordo con le caratteristiche della stazione. La radicazione degli astoni nel terreno tende a svilupparsi in profondità in caso di aridità del materiale.

*Materiali impiegati*: si veda la **tabella 14.22**.

*Modalità di esecuzione*:

- *copertura diffusa con astoni* di salice su sponda. Si deve procedere come di seguito descritto:
  - modellamento della sponda del fiume con l'ausilio di un escavatore fino ad ottenere una pendenza non superiore a 30 ÷ 35°;
  - eventuale realizzazione di un fosso al piede della sponda (larghezza = 40 cm, profondità = 30 cm);
  - messa in opera di 3 o più file di paletti di castagno o di larice, infissi nel terreno non riportato per 60 cm sporgenti per 30 cm; le file parallele di paletti vanno poste nel senso della corrente del fiume con un interasse di 1 m. La distanza fra i paletti può variare da 1 a 3 m max, a seconda della pressione idraulica;
  - posa di uno strato continuo di astoni di salice o di ramaglia e verghe, in senso trasversale alla direzione della corrente e con il diametro maggiore conficcato nel terreno o nel fosso a contatto con l'acqua. In caso di messa a dimora di due ordini di astoni, la parte superiore dell'ordine più basso dovrà sormontare di almeno 30 cm l'ordine più alto;
  - ancoraggio degli astoni ai paletti, correnti in legno, talee trasversali, fascine vive, mediante fissaggio con filo di ferro zincato e copertura degli astoni con terreno vegetale (spessore di 7 ÷ 8 cm); alla fine il 50% della superficie degli astoni deve emergere dal terreno per permettere la crescita della nuova gemma;
  - copertura della base del fosso con uno strato di ciottoli di piccola dimensione o ghia-

ia in modo da favorire l'afflusso di acqua agli astoni;

- per una protezione al piede della scarpata viene realizzata una difesa in pietrame (pezzatura > 0,2 m<sup>3</sup>) in uno o due ordini sopra i ciottoli. Per garantire una maggiore stabilità della difesa, è possibile procedere alla messa in opera di pali di larice o di castagno (scortecciati) infissi alla base del pietrame. Il pietrame può essere eventualmente sostituito con tronchi longitudinali scortecciati e trattenuti da piloti in ferro infissi in alveo;
- *copertura armata*: l'armatura consiste nel disporre il pietrame con una fune d'acciaio che collega i singoli elementi. Si procede come nel caso precedente e poi si provvede a:
  - forare i massi per consentire l'inserimento di una barra di acciaio ad aderenza migliorata (o con tassello ad espansione) munita di un'asola e fissare con malta cementizia antiritiro;
  - fissare la fune ai pali di legno, o in alternativa alle travi di acciaio infisse nell'alveo per 150 ÷ 200 cm e ad una distanza variabile da 2 a 5 m a seconda delle esigenze al fine di rendere più stabile la difesa spondale pur mantenendo una certa elasticità.

*Interventi collegati*: diverse opere di difesa spondale. La copertura diffusa con astoni può essere anche elemento integrativo di una scogliera in pietrame.

*Prescrizioni*: sono auspicabili operazioni di manutenzione mediante diradamento dal basso selettivo dei salici, nel tempo e nello spazio anche per favorire altre specie (ontano, frassino, ecc.).

*Limiti di applicabilità*: corsi d'acqua con elevata capacità e trasporto solido notevole.

*Vantaggi*:

- immediata protezione dall'erosione meccanica e successivo consolidamento in profondità mediante un fitto reticolo di radici con vegetazione cespugliosa rigogliosa elastica e duratura;
- materiale autoctono facilmente reperibile.

*Svantaggi*:

- il materiale da impiegare è molto e richiede tempi medi per la posa in opera;
- nel tempo è necessaria la manutenzione con tagli di potatura e diradamento per evitare una crescita irregolare e/o eccessiva delle piante;
- tendenza alla formazione di monoculture di salice.

*Effetto*: gli strati di ramaglia coprono la superficie della sponda proteggendola, fin da subito, dall'erosione esercitata dal movimento dell'acqua.

*Periodo di intervento*: questo tipo di intervento è da effettuarsi solo durante il periodo del riposo vegetativo. Il periodo migliore è il tardo autunno.

*Manutenzione e durata dell'opera*: la manutenzione dei rivestimenti con astoni si limita alla potatura o al diradamento selettiva per mantenere l'elasticità ed è finalizzata anche all'ottenimento di nuovo materiale di propagazione (astoni) da utilizzare per la realizzazione di altre opere.

*Modalità*:

- fra novembre e marzo si effettua un taglio degli astoni al di sopra del livello del suolo;
- si può fare un taglio dell'intero soprassuolo ogni 2 ÷ 4 anni oppure a strisce annuali (larghe 3 ÷ 5 metri) per ottenere una stratificazione;
- dove la crescita dei salici non impedisca il de-

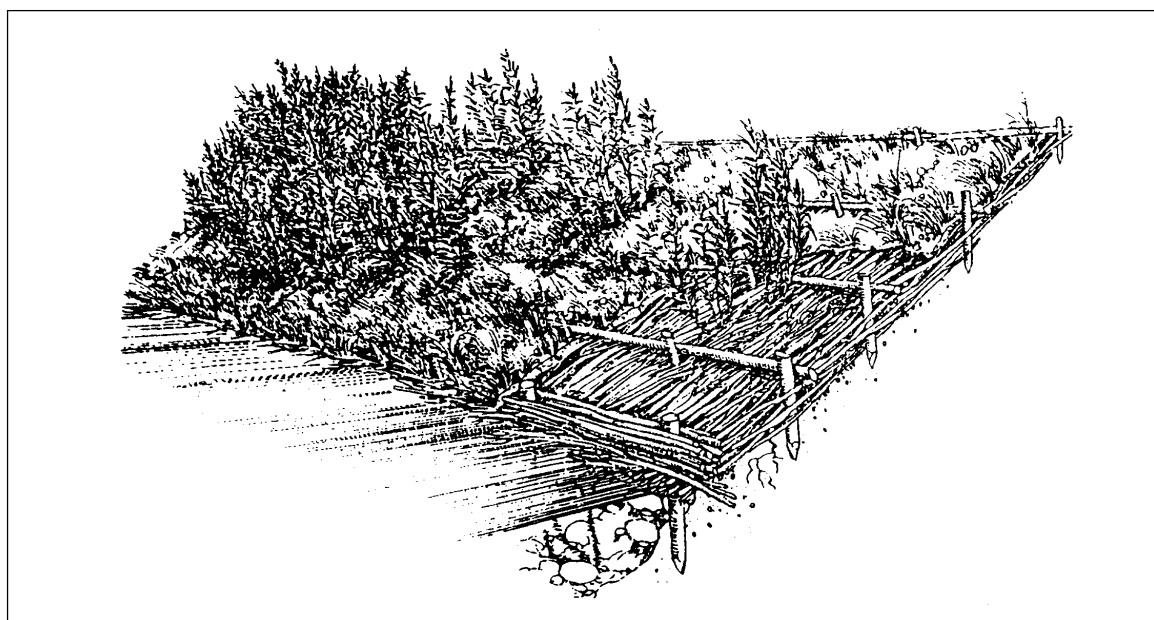
**Tab. 14.23** - Copertura diffusa aramaglia viva: analisi prezzi

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	1,45		
Operaio comune	Ora	1,45		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,04		
Escavatore	Ora	0,05		
<i>c) Materiali:</i>				
Ramaglia	cad	20		
Terreno	m <sup>3</sup>	0,10		
Paletto	cad	2		
Filo di ferro	Kg	0,18		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>67,14 ÷ 77,47</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>130.000 ÷ 150.000</b>

Tab. 14.24 - Copertura diffusa con culmi di canna: analisi prezzi

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	1		
Operaio comune	Ora	1		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,02		
<i>c) Materiali:</i>				
Culmi di canna	cad	60		
Paletto	cad	2		
Filo di ferro	Kg	0,18		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>33,05 ÷ 37,18</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>64.000 ÷ 72.000</b>

Fig. 14.15 - Copertura diffusa



flusso si può trattare a ceduo con tagli ogni 7 ÷ 10 anni.

*Possibili errori:*

- la ramaglia non viene ben assicurata al terreno con filo di ferro o paletti trasversali;
- la ramaglia viene ricoperta con poco terreno o affatto, restando eccessivamente esposta all'aria risultando in tal modo soggetta a disseccamento per vento e insolazione;
- la ramaglia viene coperta da uno strato eccessivo di terreno impedendone lo sviluppo iniziale;
- scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo.

*Analisi prezzi:*

- per copertura diffusa a ramaglia viva: si veda la **tabella 14.23**;

- per copertura diffusa con culmi di canna: si veda la **tabella 14.24**.

**14.2.5 Viminata viva**

*Descrizione sintetica:* consiste nel fissare al terreno, tramite picchetti di legno o tondini di ferro, un intreccio di verghe di specie con capacità vegetativa. Possono essere disposte a file orizzontali o in diagonale (**figg. 14.23a-14.23b**).

*Voce di capitolato:*

- viminata viva;
- viminata viva con disposizione romboidale;
- viminata viva seminterrata.

Stabilizzazione di pendio o scarpata mediante viminata formata da paletti di legno (larice, castagno, ecc.) di  $\varnothing 3 \div 10$  cm o di ferro  $\varnothing 12 \div 14$

Fig. 14.16 - Copertura diffusa

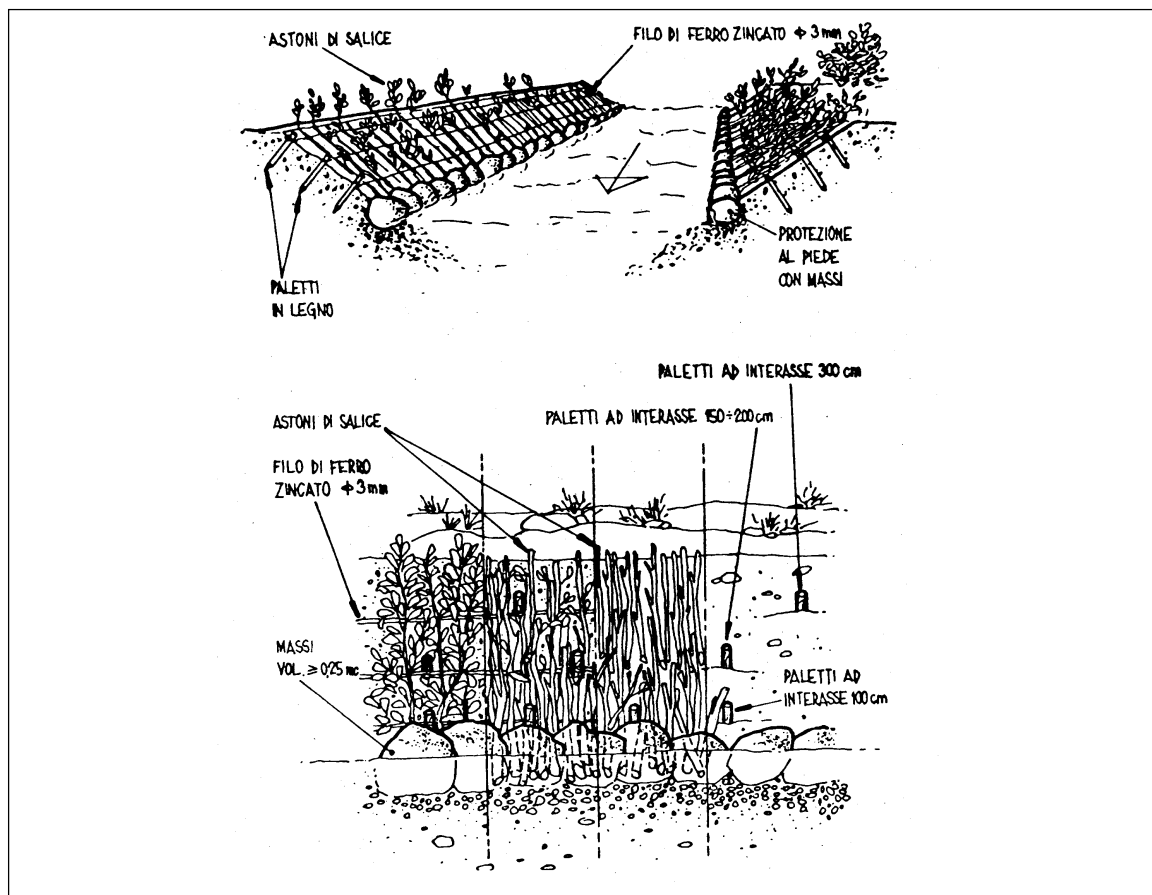


Fig. 14.17 - Copertura diffusa armata al piede con pali

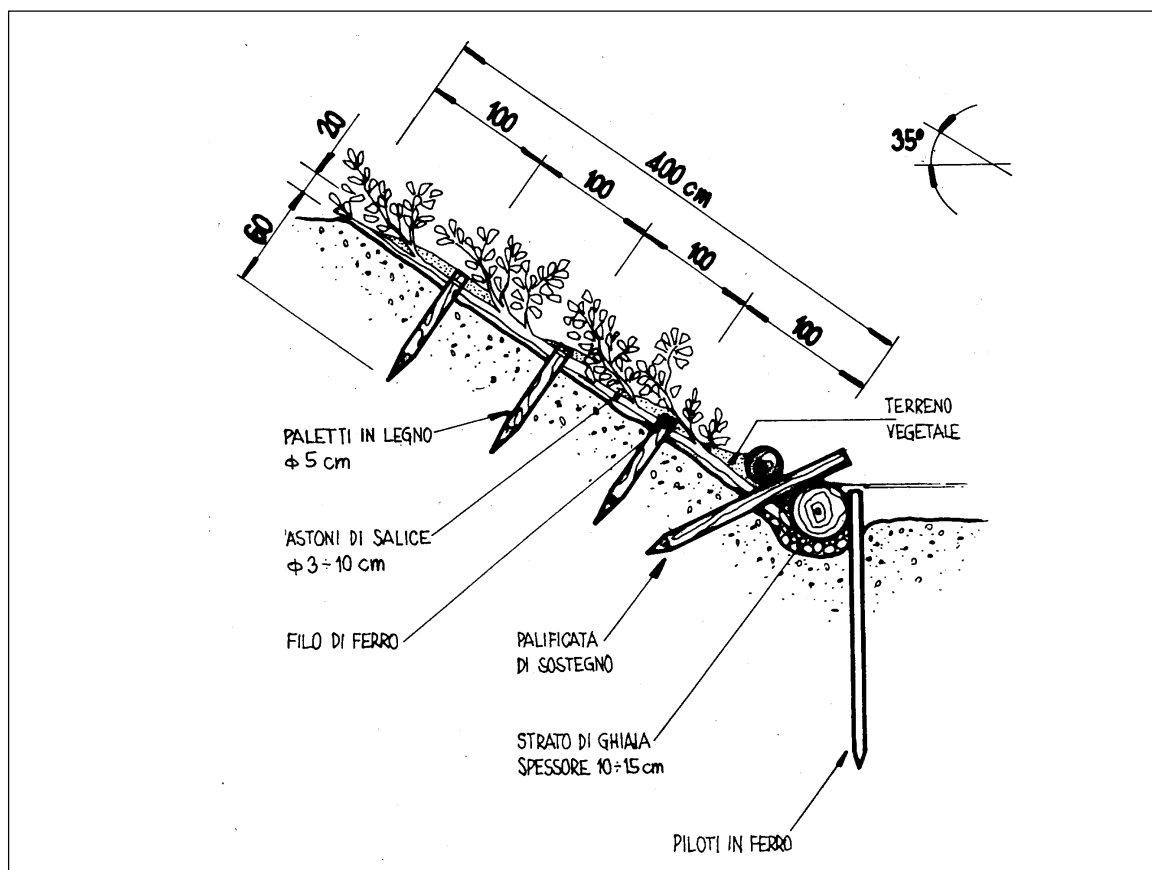


Fig. 14.18 - Copertura diffusa armata al piede con masso

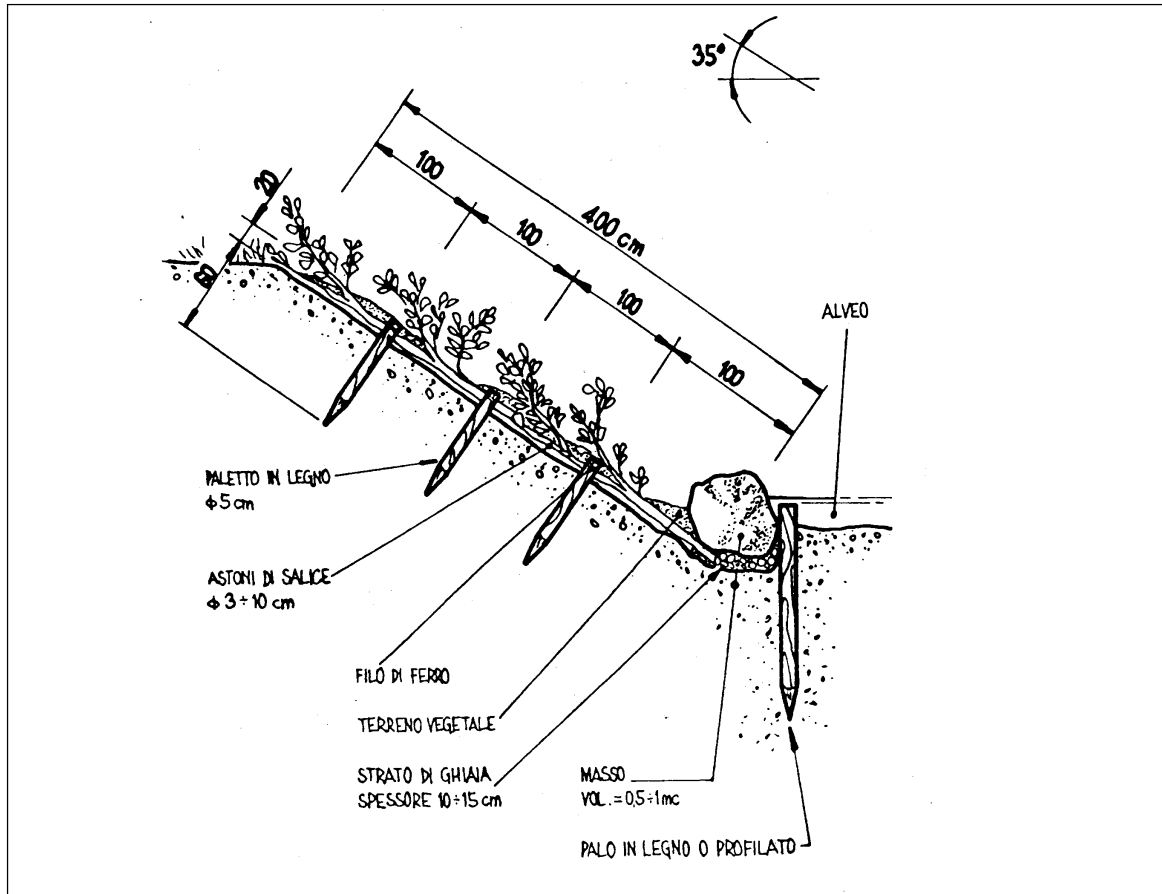


Fig. 14.19 - Copertura diffusa armata al piede con massi

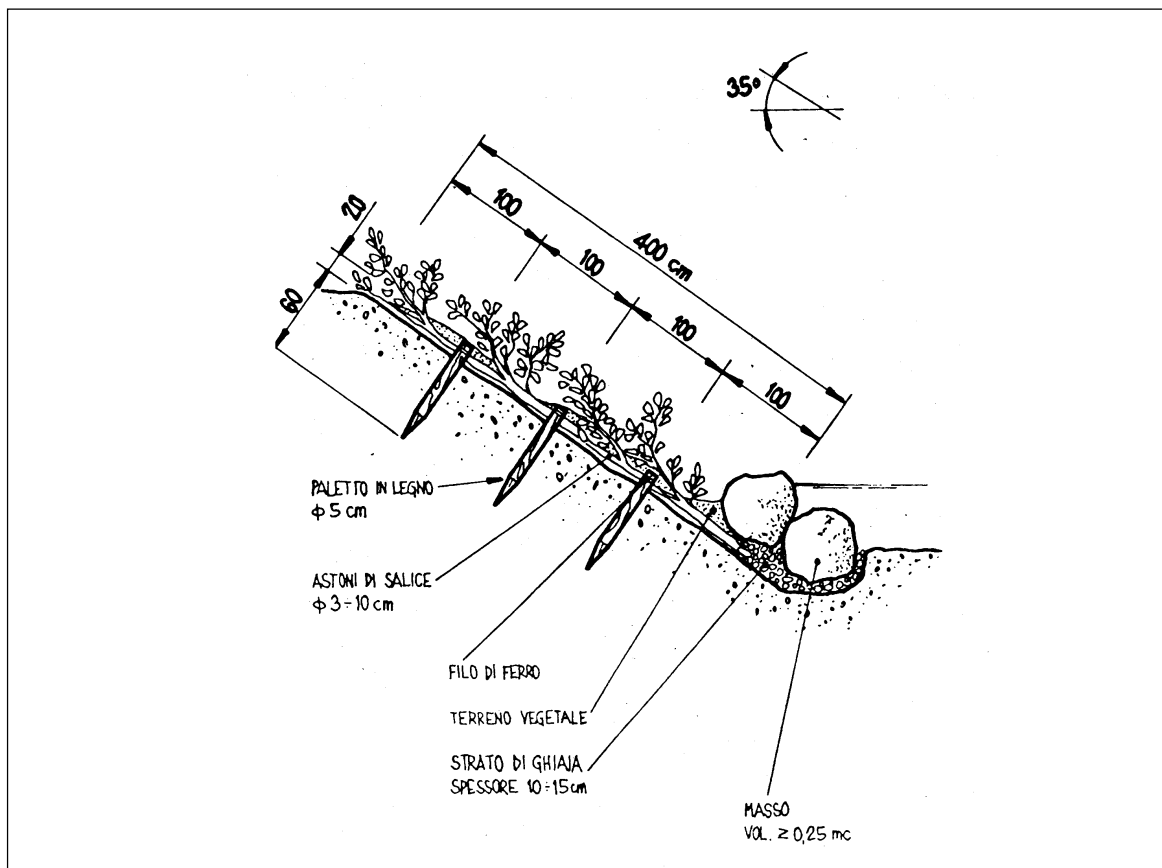


Fig. 14.20 - Copertura diffusa armata con massi e fune

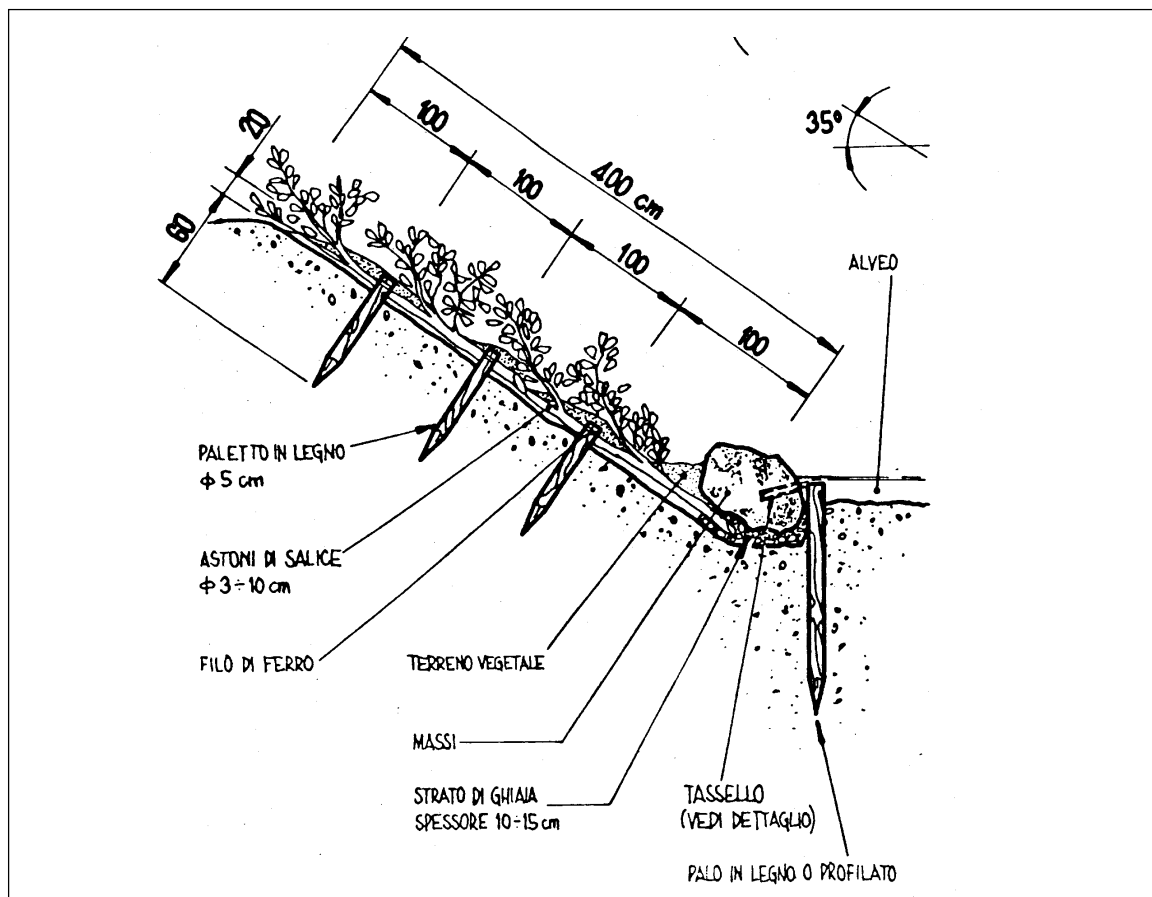


Fig. 14.21 - Copertura diffusa armata con massi e fune

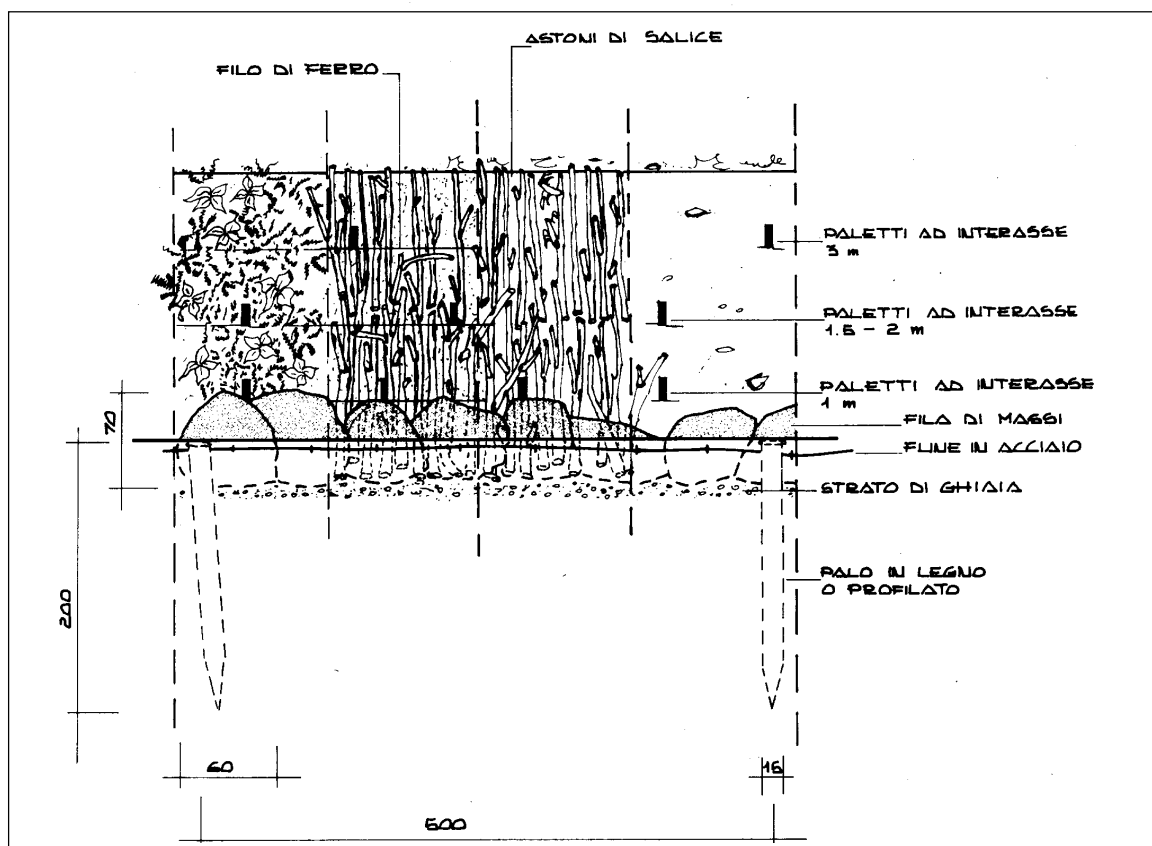
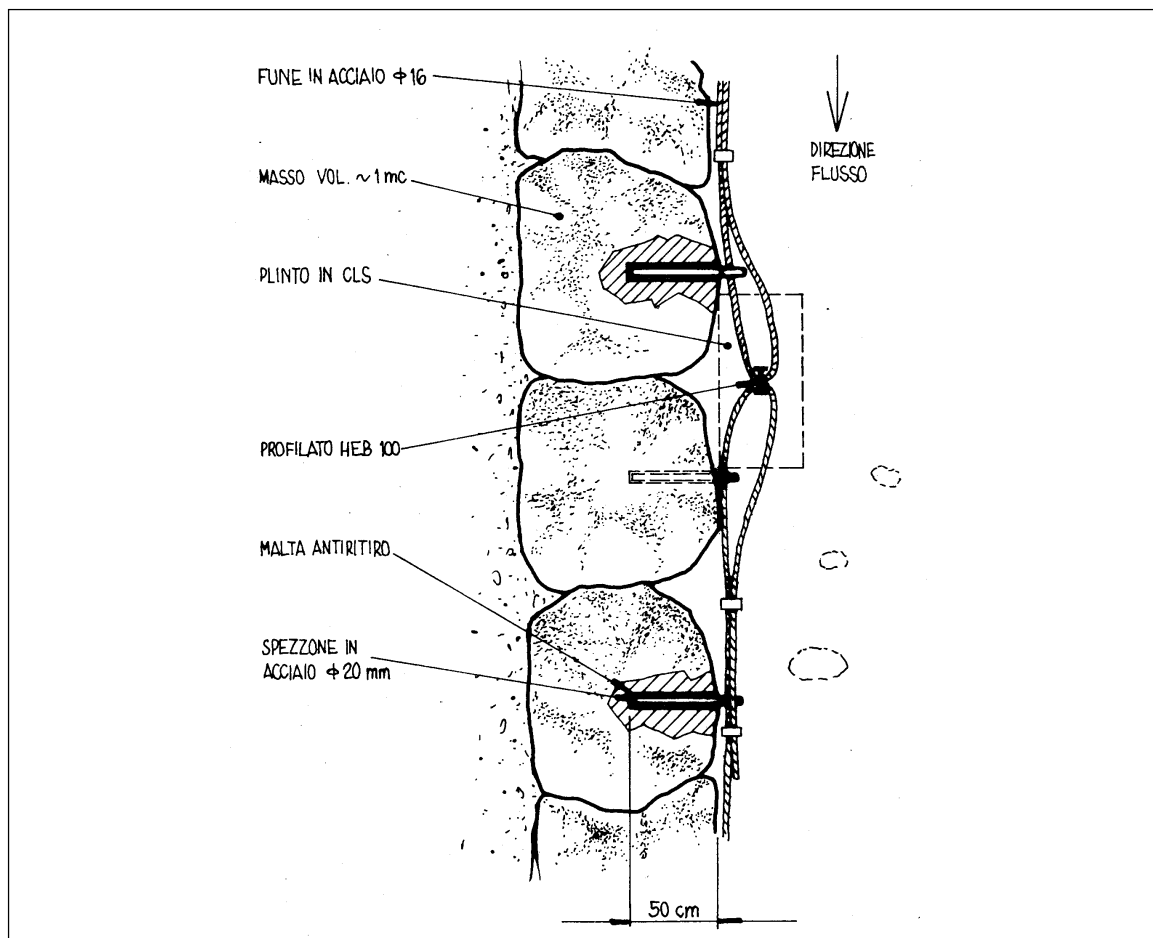


Fig. 14.22 - Copertura diffusa armata con massi e fune: particolare



mm, di lunghezza  $80 \div 100$  cm infissi nel terreno lasciando una altezza fuori terra di  $15 \div 30$  cm, alla distanza di  $1 \div 3$  m uno dall'altro, intervallati ogni 30 cm da paletti o talle vive di  $40 \div 50$  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  $15 \div 25$  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). Le viminate verranno disposte sui pendii a file parallele distanti da 1,2 m a 2 m. Delle varianti sono costituite da file diagonali a formare rombi o quadrati che aumentano la capacità antiersiva 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.

*Campi di applicazione:* pendii e sponde di corsi d'acqua. Consolidamento al piede lungo corsi d'acqua minori, protezione al piede della sponda in combinazione con copertura diffusa. Per

interventi su opere in terra in combinazione con copertura diffusa o fascine drenanti.

*Modalità di esecuzione:* si realizza una fila di picchetti in legno ad una distanza di  $1 \div 3$  m, intervallata ogni 30 cm circa da paletti di legno o talle vive di dimensioni più piccole ( $40 \div 50$  cm). I picchetti più lunghi ( $80 \div 100$  cm) vengono infissi nel terreno (altezza fuori terra 15 - 30 cm) con direzione intermedia fra la verticale e la normale al (pendio), poi vengono intrecciati con rami di salice, almeno 7-8, lunghi e flessibili che dovranno essere compressi l'uno sull'altro, fino a formare una parete. Nel caso che non sia possibile reperire materiale sufficiente si inserisce materiale morto opportunamente mescolato a quello vivo. È necessario che la viminata viva abbia una parte succientemente interrata per evitare fenomeni di scalzamento al piede e permettere alle verghe di vegetare a contatto con il terreno. Le viminate vive si eseguono in linea (distanza fra le file  $1,2 \div 2$  m) o a formare rombi ed altre figure geometriche e, nel secondo caso, svolgono meglio la funzione di trattenerne il terreno.

*Materiali impiegati:*

- picchetti di legno vivo o morto: lunghezza  $50 \div 100$  cm;  $\varnothing 3 \div 10$  cm;



- verghe elastiche di piante con alta capacità di propagazione vegetativa: lunghezza  $\geq 1,5$  m.

**Vantaggi:** effetto immediato di trattenuta del terreno su sponde fluviali e pendii in erosione di modeste dimensioni.

**Svantaggi:** tecnica che richiede verghe lunghe, di materiale vivo e molta manodopera.

Costi elevati rispetto ad altri interventi di stabilizzazione. Scarso attecchimento delle talee. Tecnica non utilizzabile su terreni argillosi, rocciosi o sassosi. Restringimento della sezione nei corsi d'acqua minori, con conseguente necessità di un'attenta manutenzione.

**Periodo di intervento:** durante il periodo di riposo vegetativo.

**Manutenzione:** controllo della radicazione delle talee. Interventi di riparazione di tratti spezzati; paletti scalzati al piede.

**Analisi prezzi:** si veda la tabella 14.25.

#### 14.2.6 Viminata viva spondale

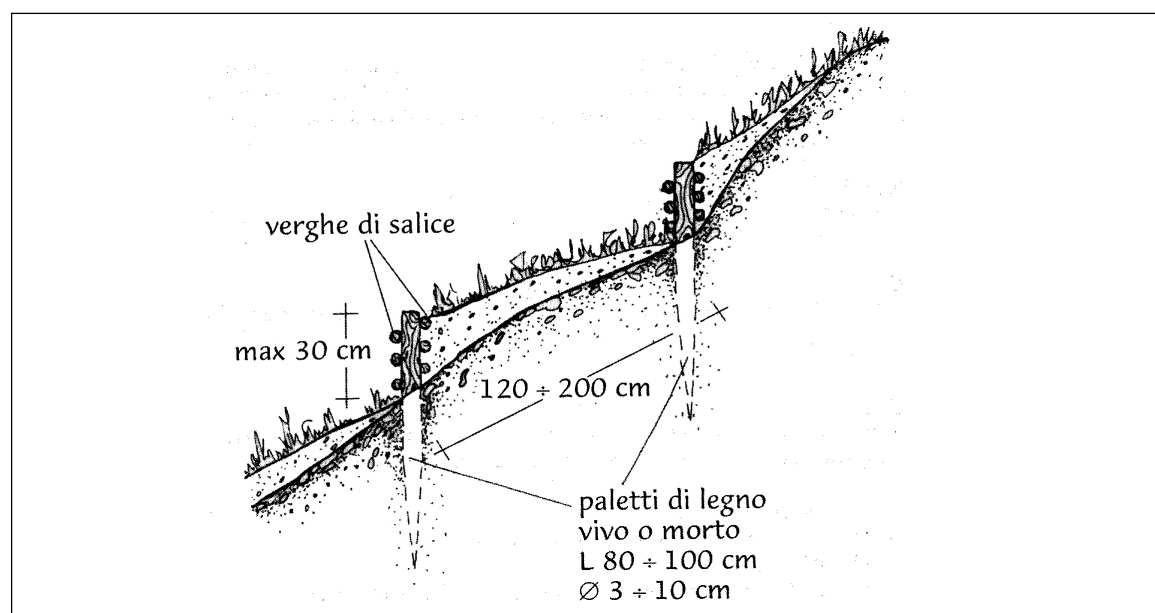
**Descrizione sintetica:** si tratta di una sistemazione stabilizzante lineare su sponda, composta da un intreccio di verghe, fissato al terreno tramite picchetti di legno o tondini di ferro e, successivamente, interrato.

La disposizione delle vimate può essere a file orizzontali o incrociate a formare una costruzione di rombi o di quadrati. Per essere efficace deve essere realizzata con materiale vivo con

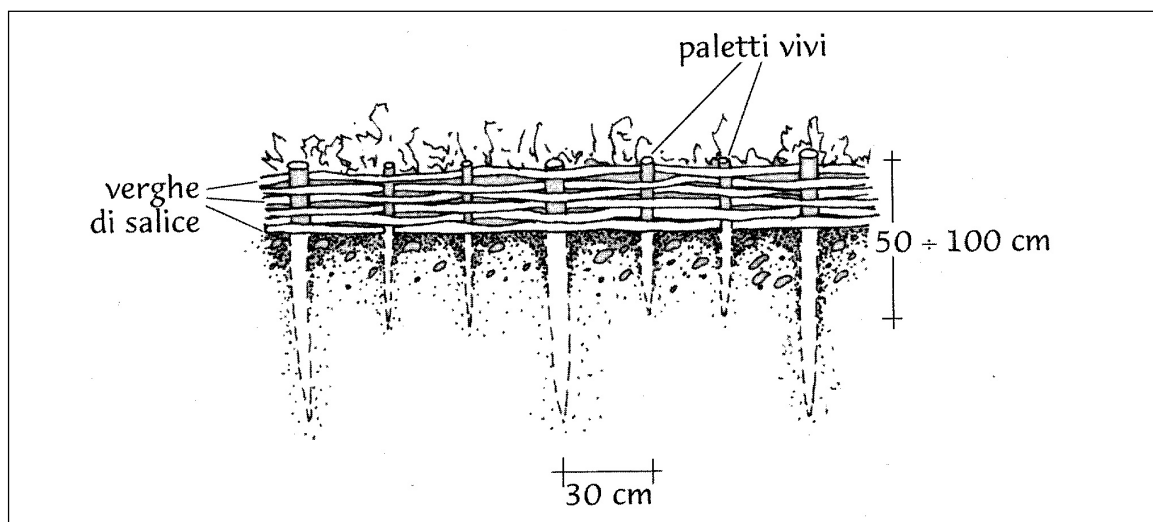
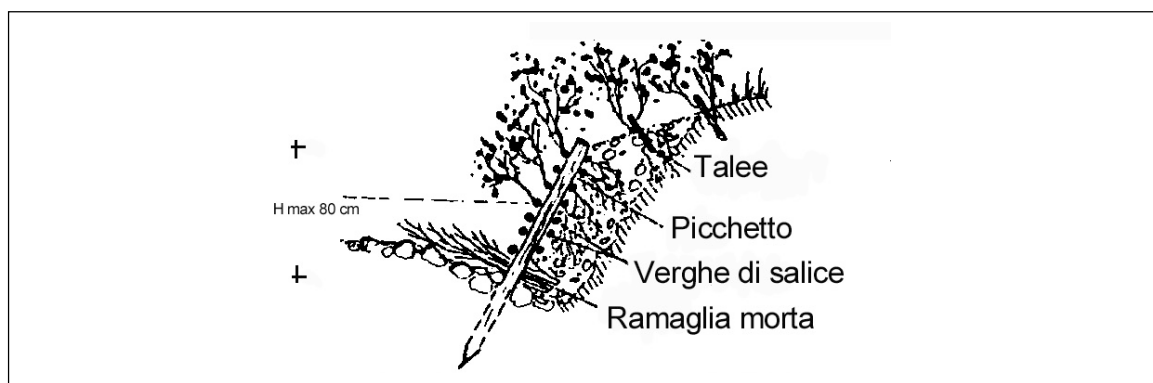
Tab. 14.25 - Viminata viva: analisi prezzi

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	0,40		
Operaio comune	Ora	0,40		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,002		
<i>c) Materiali:</i>				
Verghe	cad	8		
Talee	cad	2		
Pali di legno	cad	1		
Filo di ferro	Kg	0,18		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>18,08 ÷ 30,99</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>35.000 ÷ 60.000</b>

Fig. 14.23a - Viminata viva: sezione



Fonte: AIPIN - Sezione Toscana.

Fig. 14.23b - *Viminata viva*: prospettoFig. 14.24 - *Viminata viva spondale*: sezione

capacità di emissione di radici avventizie (figg. 14.24-14.27).

**Descrizione da voce di capitolato:** stabilizzazione di sponda mediante viminata formata da paletti di legno (larice, castagno) di  $\varnothing 8 \div 15$  cm, di lunghezza  $100 \div 150$  cm infissi a reggere la sponda per una altezza fuori terra di  $50 \div 80$  cm, alla distanza di  $1 \div 3$  m uno dall'altro, collegati da verghe di salice vivo o altra specie legnosa con capacità di propagazione vegetativa, di almeno  $150$  cm di lunghezza, intrecciate sui paletti e legate con filo di ferro. Il contatto con il terreno spondale consente il migliore attecchimento e radicazione delle piante. Le viminata spondali verranno utilizzate su sponde di piccoli corsi d'acqua per creare dei piccoli terrazzamenti o sostegni spondali in genere ad una sola fila parallela alla direzione del flusso e con la parte interrata e più grossa delle verghe a monte e l'intreccio a valle. La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

**Campi di applicazione:** sulle sponde, con funzione di sostegno degli strati superficiali del terreno nel caso di decorticamenti o erosioni; adatto anche per controllo dell'erosione delle scar-

pate spondali. Le viminata hanno un ottimo effetto sulla regimazione delle acque superficiali. La radicazione delle talee ha un effetto stabilizzante, attraverso l'armatura del terreno. L'opera è tuttavia meno efficace di altre sistemazioni stabilizzanti. Le viminata romboidali o quadrate sono più efficaci per trattenere il terreno vegetale di copertura.

**Fattibilità:** possibilità di pronta ritenuta del materiale sul pendio e di formare con l'intreccio delle gradonature stabilizzanti nel pendio. In generale si ha un elevato consumo di materiale (quindi costi elevati) con effetto di radicazione relativamente modesto, in quanto superficiale.

**Materiali impiegati:**

- rami elastici, poco o non ramificati, di specie legnose dotate di buona capacità vegetativa, facilmente intrecciabili (salici o tamerici), della lunghezza minima di  $150$  cm. In alternativa, intrecci preconfezionati;
- picchetti in legno  $I = 100$  cm,  $\varnothing = 8 \div 12$  cm o aste in ferro  $\varnothing = 12 \div 14$  mm;
- paletti vivi in legno  $L < 100$  cm;
- filo di ferro e/o chiodi carpenteria.

Fig. 14.25 - *Viminata viva spondale: prospetto*

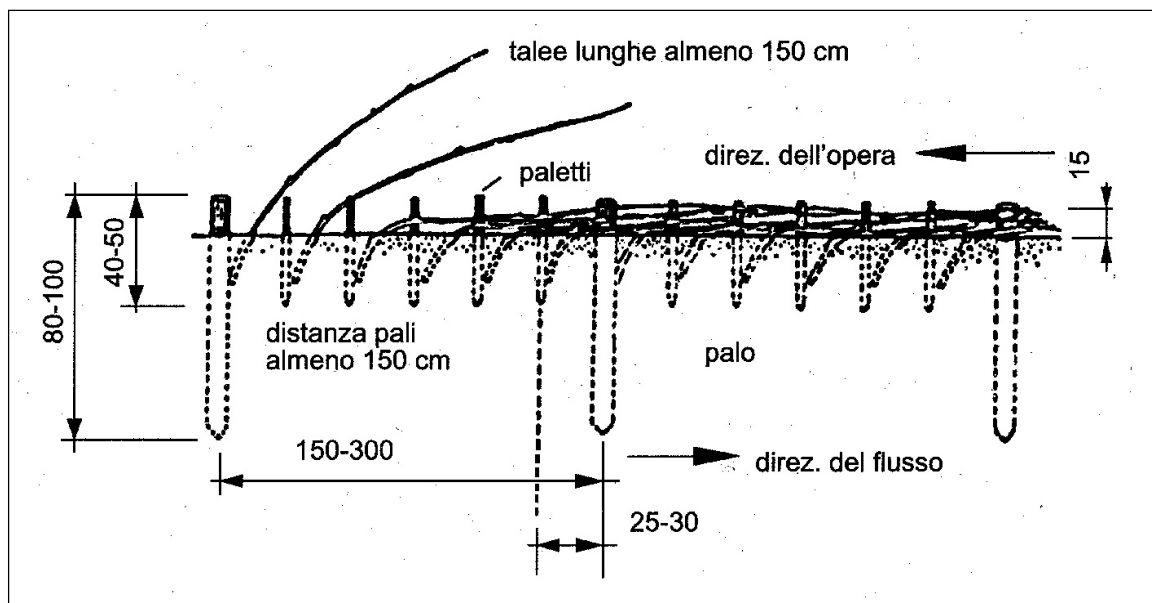


Fig. 14.26 - *Viminata viva spondale*

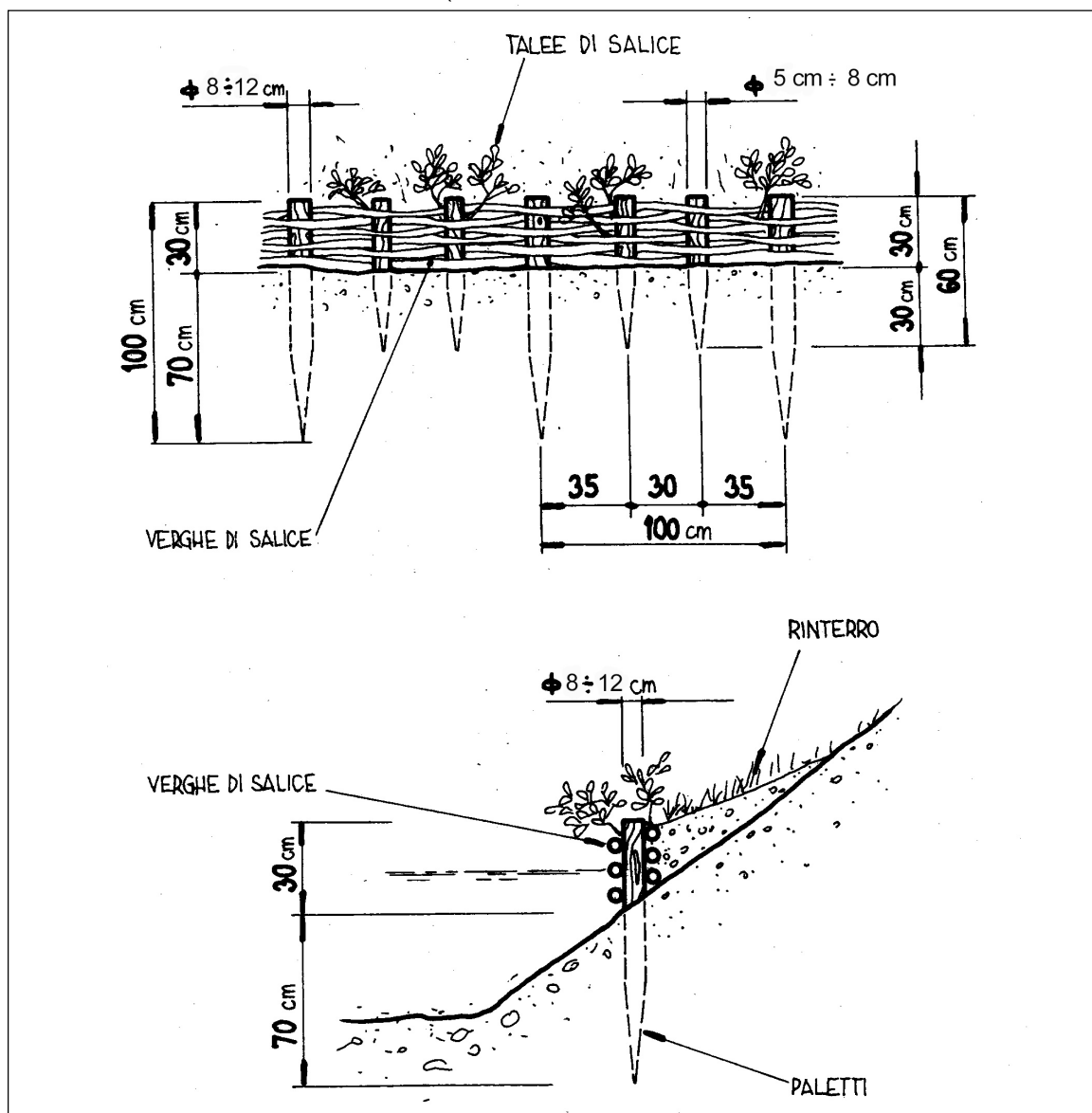
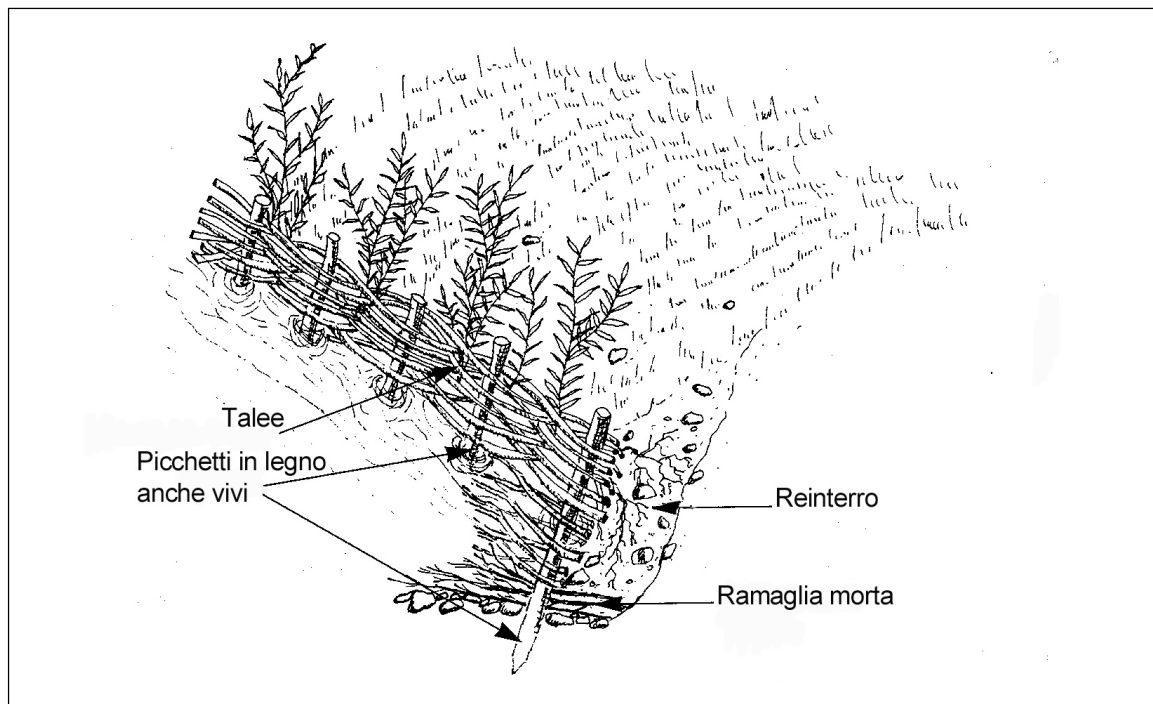


Fig. 14.27 - Viminata viva spondale: prospettiva

**Modalità di esecuzione:**

- i picchetti di legno (o le aste di ferro) vengono infissi nel terreno non rimaneggiato, per almeno due terzi della lunghezza (50 ÷ 80 cm, con interesse 1,0 ÷ 3,0 m). Fra questi picchetti (o aste) vengono infissi, ad intervalli di circa 30 cm i paletti vivi in legno;
- le verghe vengono intrecciate ai paletti. La verga più bassa deve essere posizionata in un piccolo solco scavato nel terreno. Le altre verghe saranno poste a dimora o fuori terra o in parte o totalmente interrate poiché possono meglio radicare. Devono essere collocate da 3 a 7 ÷ 8 verghe una sopra l'altra. I paletti non devono sporgere più di 5 cm al di sopra dell'intreccio;
- le vimate vengono generalmente disposte lungo file orizzontali, distanziate di 1,2 m ÷ 2 m, che attraversano l'intera sponda, oppure in file diagonali a forma di rombo o di quadrato che aumentano la capacità antierosiva. L'altezza della viminata fuori terra deve essere modesta (15 ÷ 30 cm) al fine di garantire una migliore stabilizzazione;
- rinalzo del terreno a monte della viminata per riempire eventuali vuoti.

**Interventi collegati:** inerbimenti, gradonate e sistemazioni di sponda.

**Prescrizioni:** le verghe avranno la base infissa nel terreno e orientata a monte. Le vimate hanno generalmente orientazione parallela a quella della direzione di flusso.

**Limiti di applicabilità:** corsi d'acqua ad elevata energia.

**Vantaggi:**

- immediato contenimento del materiale, sia su sponde, sia su versanti in erosione di modeste dimensioni;
- tecnica adattabile alla morfologia della scarpata.

**Svantaggi:**

- lavoro che richiede tempi lunghi e molta 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;
- tecnica non utilizzabile su terreni argillosi o su terreni a granulometria grossolana;
- necessita di un'attenta manutenzione.

**Effetto:** consolidamento immediato degli strati superficiali di terreno, che migliora quando le verghe emettono radici. Il piede della sponda viene protetto da erosioni e scalzamenti.

**Periodo di intervento:** esclusivamente durante il periodo di riposo vegetativo (da tardo autunno a fine inverno).

**Manutenzione e durata dell'opera:** controllo pluriennale della radicazione delle verghe. Sostituzione immediata dei paletti spezzati e dei riquadri squarciati.

**Possibili errori:**

- riporto di quantità insufficiente di terreno a tergo della viminata;
- errore di valutazione del livello medio dell'ac-

Tab. 14.26 - *Viminata viva spondale: analisi prezzi*

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	0,40		
Operaio comune	Ora	0,40		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,02		
<i>c) Materiali:</i>				
Verghe	cad	8		
Pali di legno	cad	1		
Filo di ferro	Kg	0,30		
Prezzo di applicazione			Euro/m <sup>2</sup>	20,66 ÷ 36,15
			£/m <sup>2</sup>	40.000 ÷ 70.000

qua che determina la morte del materiale vegetale impiegato se sommerso per periodi eccessivamente lunghi;

- scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo.

*Analisi prezzi:* si veda la **tabella 14.26**.

#### 14.2.7 Graticciata

*Funzioni:* stabilizzazione, copertura, regimazione idraulica su versante o su sponde.

*Descrizione:* consiste nella realizzazione di strutture in legname trasversali alla linea di massima pendenza, composte da picchetti infissi nel terreno, realizzazione di intreccio di rami e pertiche legnose e posa a dimora di materiale vegetale vivo nel gradone ottenuto (**fig. 14.28**).

*Descrizione da voce di capitolato:* stabilizzazione e ricostruzione di sponda in erosione mediante:

- infissione di una fila di piloti in legno (ogni 2 ÷ 3 m) lungo la linea di sponda che si intende ricostituire;
- deposizione a tergo dei piloti di ramaglia morta a strati (o interi alberi sino a 20 cm di diametro) a formare una graticciata con le cime dei rami sporgenti per 50 ÷ 80 cm nel fiume e per uno spessore sufficiente ad eguagliare il livello medio dell'acqua;
- infissione di rami vivi di salice attraverso la graticciata sul fondo;
- appesantimento con pietrame o massi o pezzi di calcestruzzo o legatura con filo di ferro di Ø 3 mm.

Durante le piene per la perdita di velocità dell'acqua verrà garantita la deposizione di materiale trasportato e l'intasamento graduale della graticciata. I salici garantiranno a loro volta il rinverdimento iniziale e verranno in seguito sostituiti da altri arbusti.

L'opera andrà eseguita e reintegrata durante il periodo di riposo vegetativo, compatibilmente con il livello dell'acqua.

*Effetto:* l'acqua, penetrando nella struttura, riduce la velocità e permette la sedimentazione del materiale trasportato che va gradualmente ad interrare l'area erosa.

*Campi d'applicazione:* pendii e sponde di corsi d'acqua. Su sponde di corsi d'acqua con elevato trasporto solido, erosioni fino a 3 m possono essere ripristinate sfruttando la stessa forza delle acque. Nel caso di erosioni di maggiori dimensioni la graticciata va realizzata all'inizio della zona erosa verso monte, mentre più a valle si devono realizzare delle briglie o dei pennelli vivi. Può essere utilizzata efficacemente in combinazione con altre tecniche.

*Modalità di dimensionamento e limiti di applicabilità:* si prevedono le seguenti verifiche basate sulla quantificazione delle grandezze necessarie:

- stabilità strutturale e globale dell'opera;
- verifica idraulica (per i valori di portata significativa in condizioni di moto uniforme o permanente o vario, valutazione di livelli idrici, tensione tangenziale, velocità, ecc.);
- dinamica d'alveo (stabilità plano-altimetrica, capacità di trasporto e apporto solido);
- stabilità del pendio (in diverse condizioni di carico e di drenaggio);
- protezione dall'erosione superficiale e/o incanalata;
- tecnica non idonea in corsi d'acqua con velocità della corrente molto elevata.

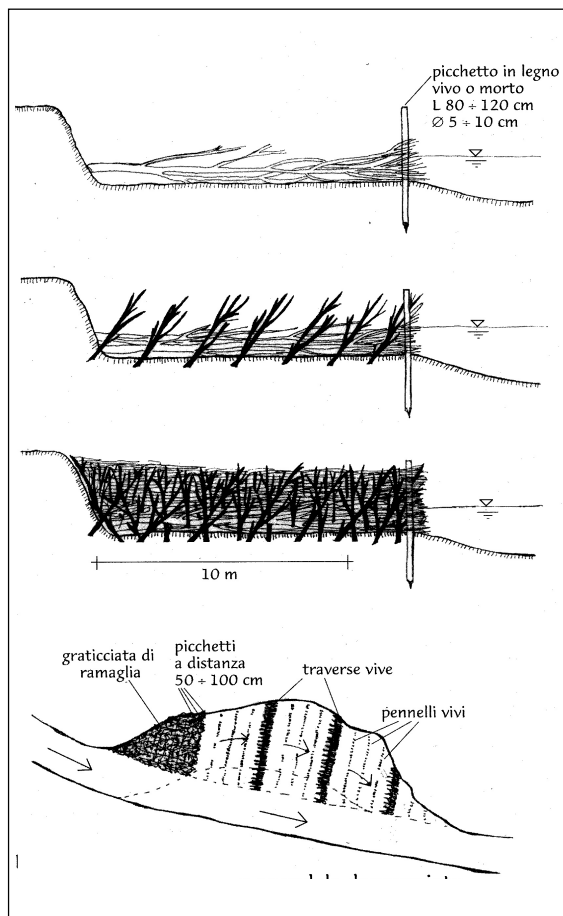
*Materiali impiegati:*

- picchetti in legno vivo o morto (di legname reperito in loco, meglio se caratterizzato da buona durabilità ad esempio, castagno, maggiociondolo, ecc.), Ø 5 ÷ 10 cm, lunghezza 0,80 ÷ 1,20 m;
- verghe di piante con alta capacità di propaga-

zione vegetativa e caratterizzate da buona flessibilità, con  $\varnothing 3 \div 8$  cm e lunghezza  $2 \div 3$  m;

- materiale vivo: talee, piantine a radice nuda o in fitocella. Nel caso che non sia possibile reperire materiale vivo sufficiente è possibile inserire anche materiale morto opportunamente mescolato a quello vivo.

**Fig. 14.28** - Esempio applicativo: sistemazione di un tratto spondale danneggiato



Fonte: Regione Toscana, *Principi e linee guida per l'Ingegneria Naturalistica*, Vol. 2.

**Modalità di esecuzione:** la costruzione della graticciata è, di solito, simile a quella della viminata, ma, invece di realizzare strutture lineari, si fa in modo che gli intrecci si intersechino formando strutture a camera in modo da proteggere l'intera superficie su cui sono posti. Si posizionano i picchetti in legno ad una distanza di circa  $50 \div 100$  cm. I picchetti vengono infissi nel terreno, dopo di che vengono intrecciati con rami lunghi e flessibili di salice, che dovranno essere compressi l'uno sull'altro, fino a formare una parete. È necessario che una parte delle verghe sia interrata per evitare fenomeni di scalzamento al piede e permettere alle piante di vegetare. Può essere necessario ancorare la graticciata con filo di ferro.

**Accorgimenti:** particolare attenzione dovrà essere posta alla correttezza e completezza delle tecniche esecutive, altrimenti la graticciata ha una durata di pochissimi anni.

**Vantaggi:** effetto rapido su greti di fiume e pendii in erosione, si possono usare anche verghe di materiale morto. Tipo di intervento di semplice realizzazione, favorisce la creazione di habitat per l'ittiofauna.

**Svantaggi:** tecnica che richiede molto materiale vivo e molta mano d'opera per la sua realizzazione; modesta radicazione delle piante.

**Periodo di intervento:** durante il periodo di riposo vegetativo.

**Manutenzione:** controllo della radicazione delle talee. Interventi di riparazione di tratti spezzati e paletti scalzati al piede.

**Analisi prezzi:** si veda la **tabella 14.27**.

#### 14.2.8 Fascinata drenante su pendio

**Descrizione sintetica:** consiste nella realizzazione di dreni superficiali o subsuperficiali, disposti lungo il percorso più breve che seguireb-

**Tab. 14.27** - Graticciata: analisi prezzi

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<b>a) Manodopera:</b>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	0,40		
Operaio comune	Ora	0,40		
<b>b) Noli:</b>				
Autocarro	Ora	0,02		
<b>c) Materiali:</b>				
Verghe	cad	8		
Picchetti in legno	cad	1		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>20,66 ÷ 36,15</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>40.000 ÷ 70.000</b>

be l'acqua lungo il pendio, con eventuali diramazioni laterali per il miglioramento del drenaggio su tutta la scarpata (fig. 14.29).

**Voce di capitolato:** costituzione di drenaggi con fascine disposti lungo il percorso più breve che seguirebbe l'acqua lungo il pendio con eventuali diramazioni laterali per un prosciugamento diffuso. Le fascine saranno formate da verghe o rami lunghi e dritti di piante legnose con capacità di propagazione vegetativa, anche in combinazione con ramaglia "morta" (ma non disseccata), che viene posta nella parte bassa a contatto con il terreno, disponendo le parti grosse sempre dalla stessa parte (in direzione opposta al deflusso). Il tutto a costituire fascine continue di  $\varnothing$  0,20 ÷ 0,60 m, legate ad intervalli di 50 cm con filo di ferro  $\varnothing$  1,5 ÷ 3 mm e fissate in solchi di drenaggio predisposti lungo il pendio mediante paletti di legno  $\varnothing$  8 ÷ 12 cm o di ferro  $\varnothing$  8 ÷ 14 mm, con eventuale rinforzo longitudinale con fili di ferro o corde di acciaio per evitare rotture dovute ad eccessive sollecitazioni da trazione nei tratti più ripidi. Per drenaggi di acque che si trovano ad una profondità maggiore di 30 ÷ 40 cm, verrà scavato un fosso ad opportuna profondità che verrà riempito con pietrisco drenante, eventualmente concomitante con un tubo di drenaggio, per uno spessore di 20 ÷ 60 cm, sormontato a sua volta da una fascinata viva che raggiunge la superficie. Altri abbinamenti possono essere effettuati tra diverse fascinate vive (superficiali) e fascinate morte (sotterrate). I fossi drenanti con fascinate andranno collegati ai collettori di sgrondo. La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

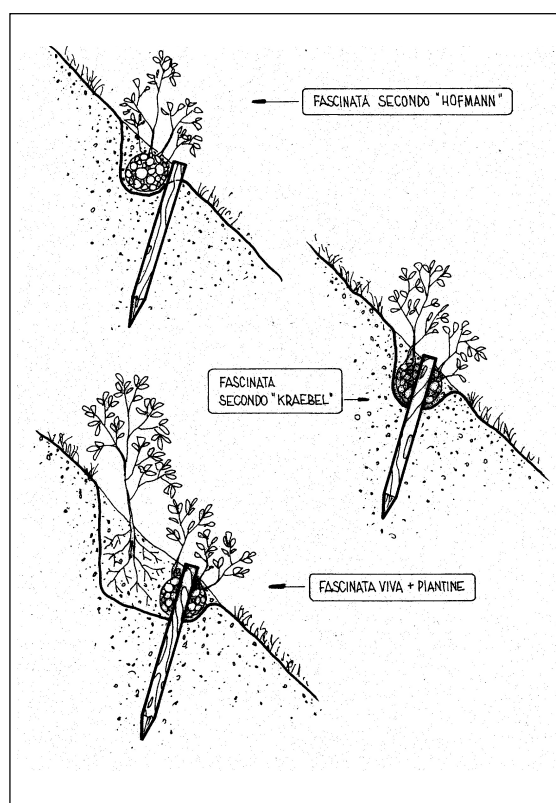
**Effetto:** il drenaggio e la capacità di traspirazione delle fascine vive aumentano la stabilità del terreno e la copertura della vegetazione impedisce l'erosione superficiale per ruscellamento.

**Campi di applicazione:** l'intervento si presta per la captazione delle acque sotterranee nel caso in cui esse possono essere intercettate a profondità ridotte rispetto alla quota di campagna.

**Materiali impiegati:**

- ramaglia viva ed astoni con  $\varnothing \geq 3$  cm di specie scelte in base alle caratteristiche stazionali, in gran parte con capacità di diffusione vegetativa;
- paletti in legname con  $\varnothing$  medio di 8 ÷ 12 cm; sono comunque preferibili picchetti in ferro

Fig. 14.29 - Fascinata drenante su pendio



Tab. 14.28 - Fascinata drenante su pendio: analisi prezzi

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	0,8		
Operaio comune	Ora	0,8		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora			
<i>c) Materiali:</i>				
Verghe	cad			
Picchetti	Kg	1,4		
Filo di ferro	Kg	0,50		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>32,02 ÷ 34,6</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>62.000 ÷ 67.000</b>

- (tondini ad aderenza migliorata) con  $\varnothing 8 \div 14$  mm e lunghezza di  $80 \div 150$  cm;
- filo di ferro per legature:  $\varnothing 2 \div 3$  mm;
- eventuale ghiaia e tubo drenante microforato.

**Modalità di esecuzione:** scavo di una fossa di larghezza pari al diametro di una o due fascine (40-80 cm) e di profondità non superiore ai 40 cm. La pendenza minima è intorno al 2%.

Collocazione di fascine all'interno del fosso in modo tale da garantirne il completo riempimento. Le fascine vengono successivamente ricoperte di un sottile strato di terreno e quindi fermate con paletti di legno vivi, oppure con aste di ferro che vengono spinte obliquamente ad intervalli di minimo 80 cm (in corrispondenza delle legature), attraverso le fascine nel terreno. Il numero dei picchetti è proporzionale alla pendenza del fosso. Se il pendio è molto ripido le fascine possono essere fermate da funi di acciaio legate a pali ben fissi nel terreno, al fine di contrastare le forze di trazione esercitate dall'acqua.

**Vantaggi:** materiali facilmente reperibili in zona; in un intervento complessivo che prevede la realizzazione di altre opere con tecniche di Ingegneria Naturalistica può essere utilizzato anche il materiale che deriva dagli scarti della preparazione delle talee. Immediata azione drenante "meccanica" migliorata in seguito all'azione evapotraspirante delle piante. Economicamente conveniente in aree argillose dove il reperimento di ciottoli e ghiaia è difficile ed oneroso. Esteticamente gradevole ed adatto anche per un prosciugamento diffuso delle acque sotterranee in zone d'emergenza, attraverso una disposizione dei solchi a "V" e successivo collettamento in un canale principale di allontanamento delle acque dall'area instabile.

**Svantaggi:** è necessaria una grande quantità di materiale vivo e molta manodopera. Non possono essere realizzati con questo schema drenaggi profondi (maggiori di 80 cm dal piano campagna).

**Manutenzione:** tagli frequenti della vegetazione arbustiva che si sviluppa dalle fascine al fine di mantenerla elastica, in modo da permettere il passaggio dell'acqua in superficie (qualora, come spesso succede, le linee di drenaggio con fascine siano anche via preferenziali per lo scorrimento delle acque meteoriche).

**Analisi prezzi:** si veda la **tabella 14.28**.

#### 14.2.9 Fascinata viva spondale

**Descrizione sintetica:** opera idraulica longitudinale per consolidamento al piede e rinaturalizzazione di sponde fluviali e lacustri mediante la posa di fascine viventi realizzate con specie in grado di riprodursi per via vegetativa. La base del solco che ospita la fa-

scina può essere rivestita da ramaglia che sporge nell'acqua al di sotto della fascina stessa. La fascina viene assicurata mediante l'infissione di picchetti in legno con orientazione alternata, per rendere così la struttura più elastica e solidale in caso di piena (**fig. 14.30**).

**Descrizione da capitolato:** protezione del piede di sponda con fascinata viva in corsi d'acqua con portata relativamente costante e il cui livello medio permetta che la fascina si trovi fuori dall'acqua per almeno tre mesi durante il periodo di vegetazione. Le fascine saranno costituite da rami vivi di specie legnose adatte alla riproduzione vegetativa (salici, tamerici, miricaria) mescolati ad altre specie, avranno  $\varnothing 0,20 \div 0,50$  cm legate con intervalli di 30 cm con filo di ferro di almeno 2 mm, e verranno poste in modo da sporgere per  $1/2 \div 1/3$ , in un fossatello predisposto al piede della sponda, su uno strato di rami che spoggeranno per almeno 50 cm da sotto la fascina fuori dall'acqua. Le fascine verranno fissate ogni  $0,8 \div 1$  m con pali di salice vivi o con barre in ferro e dovranno essere ricalzate con terreno per garantire la crescita delle piante. La messa in opera potrà avvenire soltanto durante il periodo di riposo vegetativo. Nella fascinata rinforzata sino all'altezza della portata di magra l'alveo viene rivestito con massi di varia dimensione a rinforzo basale della parte sommersa.

**Campi di applicazione:** corsi d'acqua con portate e livello medio relativamente costanti; generalmente in combinazione con altre opere di difesa spondale.

**Limiti di fattibilità:** l'applicazione delle fascinate spondali è limitata ai corsi d'acqua con velocità della corrente inferiore ai 3 m/s e con ristrette oscillazioni del livello medio dell'acqua; durante il periodo vegetativo la fascina si deve trovare almeno parzialmente fuori dall'acqua.

**Materiali impiegati:**

- ramaglia di specie riproducibili per via vegetativa: salici in varietà di cui i più usati sono il salice rosso ed il salice di ripa (*Salix purpurea* e *Salix eleagnos*); tamerice (*Tamarix spp.*); culmi di canna; eventualmente ramaglia di altre specie reperibili in loco;
- filo di ferro ( $\varnothing 2 \div 3$  mm);
- tondino di ferro ad aderenza migliorata ( $\varnothing 12 \div 16$  mm);
- picchetti in legno di castagno o di salice ( $\varnothing 8 \div 12$  cm);
- terreno di riporto.

**Grado di reperibilità dei materiali:** la reperibilità dei salici o delle altre specie necessarie, lungo le sponde di corsi d'acqua è generalmente buona; il taglio è subordinato a richiesta di autorizzazione. Per tutti gli altri materiali la reperibilità è buona.



**Modalità di esecuzione:**

- recupero di verghe di specie legnose con capacità di propagazione vegetativa (salici, tamerici) Ø minimo 3 cm 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 fino a formare fascine di Ø 20 ÷ 50 cm e lunghezza 2 ÷ 3 m fino a 4 m; infine legatura con filo di ferro Ø 2 ÷ 3 mm ad intervalli di circa 50 cm;
- formazione di un solco poco profondo (20 ÷ 60 cm) e posa della fascina in modo tale che 1/2 ÷ 1/3 della stessa venga a trovarsi nel terreno o in acqua, all'altezza del livello di portata media e le stesse abbiano le estremità compenetranti;
- fissaggio della fascina con pali di salice vivi (o morti) o con barre di acciaio passanti attraverso la fascina stessa e posti ad una distanza l'uno dall'altro di 0,80 ÷ 1,00 m e saranno orientati alternativamente verso monte e verso valle rispetto alla fascina;
- ricoprimento delle fascine con uno strato di terreno tale da lasciare sporgere solo brevi segmenti di rami.

**Parametri e metodi di calcolo:** i parametri idraulici indicativi per l'applicazione sono la velocità della corrente ( $v$ ) < 3 m/s, pendenza dell'alveo ( $i$ ) < 5%, le oscillazioni del livello medio dell'acqua < 1 m. Limiti stagionali di impiego delle specie vegetali corrispondono generalmente ai limiti di fattibilità; per la costruzione delle fascine viventi è consigliabile l'impiego di specie arbustive autoctone a riproduzione vegetativa.

**Prescrizioni:**

- a protezione della fascina contro lo scalzamento in caso di piena, viene posta al di sotto della fascina ramaglia di salice a formare una gradonata, sporgente verso l'acqua di 20 ÷ 50 cm;
- le estremità delle fascine devono compenetrarsi l'una con l'altra.

**Limiti di applicabilità:** la realizzazione di fascine spondali determina un restringimento del-

l'alveo, è necessario quindi prevedere lo spazio necessario per il regolare deflusso delle acque.

**Vantaggi:**

- tecnica di realizzazione semplice e veloce;
- facile reperibilità dei materiali in loco.

**Svantaggi:**

- radicazione delle fascine abbastanza superficiale;
- fascinata sensibile ai movimenti delle masse terrose;
- in caso di totale attecchimento è necessario intervenire con manutenzioni di potatura periodiche;
- restringimento della sezione di un corso d'acqua.

**Effetto:** consolidamento immediato della sponda, effetto amplificato successivamente, non appena le piante hanno emesso le radici; riduzione dell'erosione di sponda.

**Periodo di intervento:** l'impiego dei materiali vivi dovrà avvenire nel periodo di riposo vegetativo.

**Possibili errori:**

- errato posizionamento rispetto al livello medio dell'acqua;
- eccessivo ricoprimento;
- insufficienti ancoraggi;
- scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo.

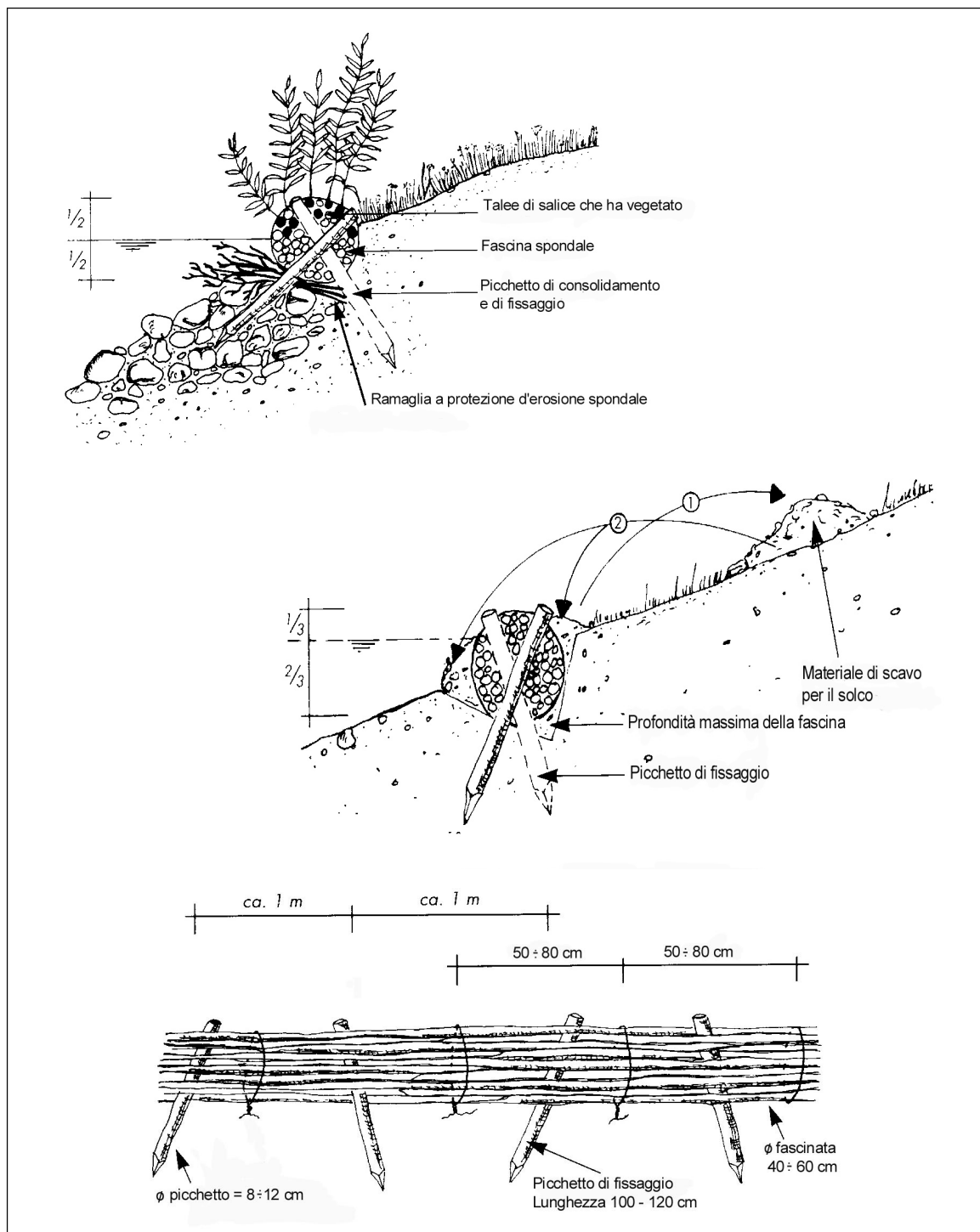
**Note:** qualora non fosse necessaria una elevata densità della vegetazione spondale da parte dei salici, al materiale vivente per la costruzione delle fascine potrà essere unita ramaglia morta di conifere o latifoglie non moltiplicabili per via vegetativa il cui scopo è, nelle prime fasi, puramente meccanico. Nella parte sommersa può essere necessaria la posa di fascine costruite interamente con materiale morto (ramaglia di specie arbustive o arboree). Una variante per aree lagunari o stagnanti è rappresentata dalla fascina con culmi di canna (*Phragmites communis*; *P. australis*).

**Analisi prezzi:** si veda la tabella 14.29.

**Tab. 14.29 - Fascinata viva spondale: analisi prezzi**

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora			
Operaio qualificato	Ora	0,25		
Operaio comune	Ora	0,25		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,02		
<i>c) Materiali:</i>				
Picchetti	Kg	1,4		
Filo di ferro	Kg	0,60		
Verghe	cad	20		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>76,00 ÷ 27,37</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>46.000-53.000</b>

Fig. 14.30 - Fascinata viva spondale



#### 14.2.10 Canaletta in legname

**Funzioni:** regimazione idraulica su versante.

**Descrizione:** opere di drenaggio in terreni incoerenti. Le canalette in legname si realizzano in terreni instabili che necessitano di un'apposita struttura in grado di mantenere nel tempo, fino a consolidamento avvenuto, il profilo del canale impostato (fig. 14.31).

**Effetto:** intercettazione ed allontanamento im-

mediato delle acque di scorrimento sub-superficiali.

**Campi di applicazione:** strutture realizzate per il contenimento e lo smaltimento delle acque meteoriche e di scorrimento sub-superficiale e per limitare i fenomeni di erosione e dilavamento dei versanti, principali cause di instabilità degli stessi.

**Modalità di dimensionamento e limiti di applicabilità:** si prevedono le seguenti verifi-

che principali, basate sulla quantificazione delle grandezze necessarie:

- stabilità strutturale e globale dell'opera;
- verifica idraulica (per i valori di portata significativa in condizioni di moto uniforme, valutazione di livelli idrici, tensione tangenziale, velocità, ecc.);
- dinamica d'alveo (stabilità plano-altimetrica, capacità di trasporto e apporto solido);
- stabilità del pendio (in diverse condizioni di carico e di drenaggio).

Inadeguatezza della tecnica nel caso di eccessive portate del tratto su cui intervenire.

*Materiali impiegati:*

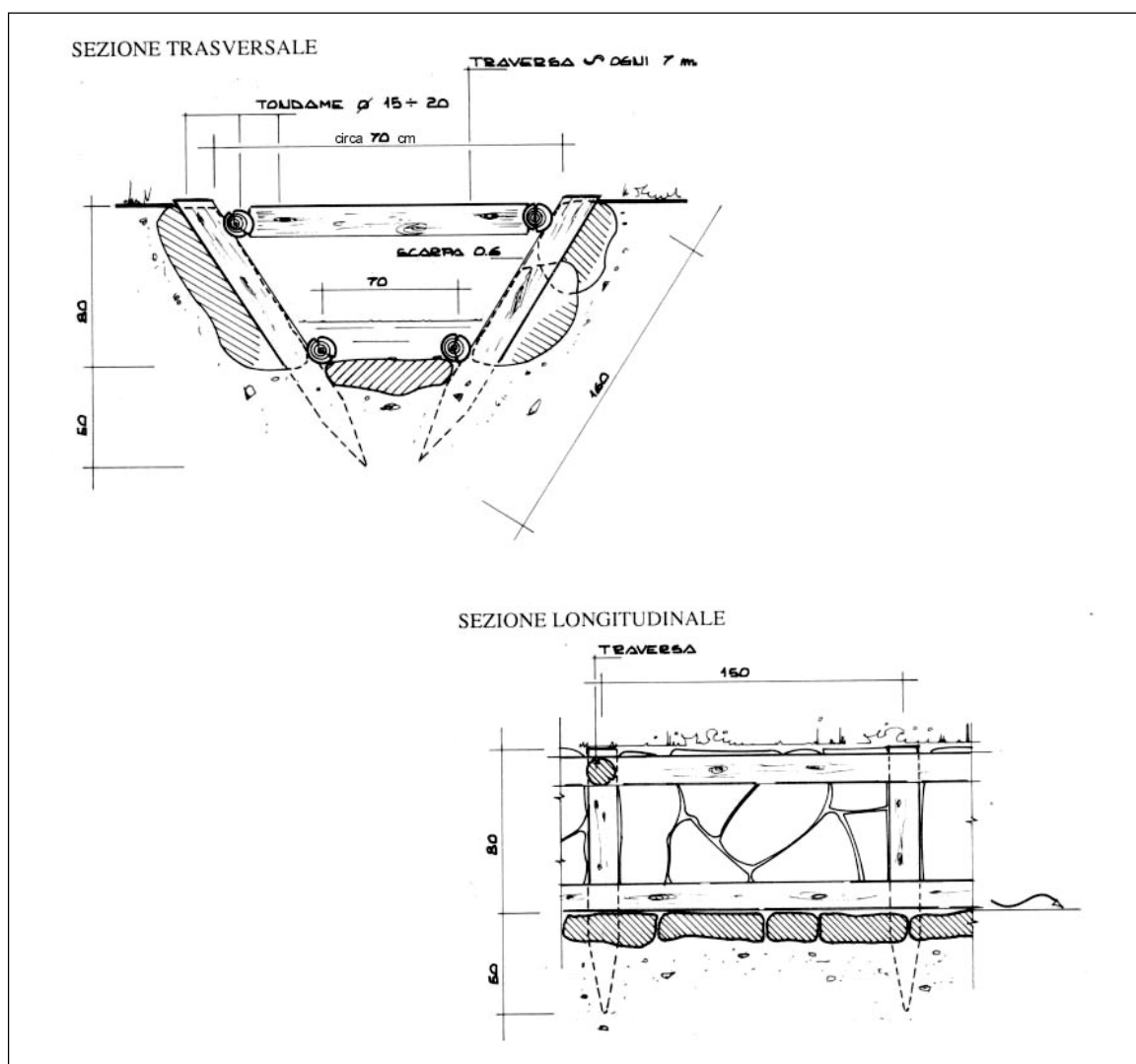
- pali di castagno per la realizzazione dei telai,  $\varnothing 8 \div 15$  cm e lunghezza  $2,5 \div 3$  m (anche cipresso o altre resinose);
- pali di castagno o cipresso od altre resinose per i rivestimenti interni  $\varnothing 8 \div 12$  cm, lunghezza variabile;
- tavolame in castagno spessore 2,5 cm, larghezza  $15 \div 25$  cm, lunghezza  $2,0 \div 2,5$  m;
- chiodi da edilizia aventi lunghezza  $12 \div 15$  cm;

- filo di ferro cotto,  $\varnothing 1,5 \div 2,5$  mm;
- paleria di castagno e in ferro ad aderenza migliorata per gli ancoraggi;
- geocompositi impermeabili.

*Modalità di esecuzione:* generalmente presentano sezione ad "U", a "V" o trapezia.

Sono costruite con tavolame o pali di castagno di diversa larghezza, diametro e lunghezza eventualmente tagliati lungo l'asse longitudinale. S'impiegano, per la realizzazione, normali chiodi da edilizia aventi lunghezza in funzione degli spessori del materiale utilizzato, filo di ferro cotto e paletti in legname o in ferro per gli ancoraggi opportunamente dimensionati. Con l'ausilio di idoneo mezzo meccanico o manualmente si realizza lo scavo, e s'iniziano a posare i legnami preventivamente assemblati secondo il profilo prescelto che costituiscono l'ossatura della canaletta. Su questi telai verranno chiodati dall'interno i legnami che costituiranno la base e le pareti. In genere, nei versanti, la parete a monte dovrà avere un maggiore sviluppo in altezza in grado di contenere l'even-

Fig. 14.31 - Canaletta in legname e pietra



Fonte: Regione Emilia Romagna, *Manuale tecnico di Ingegneria Naturalistica* (modificato).

tuale franamento di materiale. Al contempo, nei casi in cui si voglia aumentare l'effetto drenante delle acque sub-superficiali, sarà opportuno distanziare gli ultimi ordini di legname in modo da realizzare una sorta di griglia filtrante. Una volta realizzata la struttura portante, si procederà, per impermeabilizzarla, all'intasamento delle fessure con ghiaio bitumato a freddo e quindi alla semina con idoneo miscuglio. A volte in presenza di portate ridotte ma costanti con scarso trasporto di materiale fine, oppure nei tratti in cui risulta oneroso questo procedimento, può essere conveniente posare internamente alla struttura un tessuto impermeabile del tipo di quelli comunemente impiegati nei drenaggi. Questi tessuti sintetici permettono di trattenere anche il particolato in sospensione. Successivamente il tutto può essere seminato con metodi tradizionali o con idrosemina. Qualora invece in zona sia presente del materiale litoide, quest'ultimo può essere proficuamente impiegato per la realizzazione delle canalette stesse. Questa tipologia di intervento risulta infatti di conveniente applicazione nei piccoli corsi d'acqua, dove l'impermeabilizzazione del fondo è data dal progressivo accumulo, negli interstizi delle pietre, di materiale più fine che satura le fughe tra le pietre stesse.

**Accorgimenti:** è opportuno procedere alla posa dei legnami longitudinali in modo e maniera tali che due pali affiancati non abbiano inizio e fine nello stesso punto, ma risultino sfalsati tra di loro e posizionare, in corrispondenza di ogni telaio, dei distanziatori in legname chiodandoli all'interno delle due pareti laterali. Nei casi in cui lo sviluppo della canaletta sia elevato e con forti pendenze, è consigliabile realizzare lungo

il percorso briglie, pozzetti di contenimento e opere trasversali costituite da legname chiodato in modo da trattenere il materiale più grossolano e far passare quello più fine.

**Vantaggi:** facilità di esecuzione, leggerezza e adattabilità del manufatto. Costi contenuti.

**Svantaggi:** rispetto ai drenaggi tradizionali la fase di posa e messa in opera richiede più tempo. I costi aumentano quanto più difficile risulta l'approvvigionamento del materiale sul cantiere.

**Periodo di intervento:** durante tutto l'arco dell'anno.

**Manutenzione:** ripristino funzionalità mediante sostituzioni di parti danneggiate; irrobustimento strutturale con chiodatura di nuovi trasversali; sostituzione tessuto danneggiato e ripristino impermeabilizzazione.

**Analisi prezzi:** si veda la **tabella 14.30**.

#### 14.2.11 Ribalta viva

**Descrizione sintetica:** strati alterni di fascine vive (fascinate), disposte longitudinalmente alla sponda, e ramaglia viva di salici (gradonate), disposta trasversalmente alla sponda, sopra il livello medio dell'acqua. Tale modulo va ripetuto fino al riempimento dell'erosione e al raggiungimento dell'altezza desiderata. Si completa a tergo delle fascine con riempimento di inerte. Al di sotto del livello medio dell'acqua si pone materiale morto. Le fascine vengo-

**Tab. 14.30 - Canaletta in legname: analisi prezzi**

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora			
Operaio qualificato	Ora			
Operaio comune	Ora			
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora			
Ragno meccanico	Ora			
Motosega a catena	Ora			
<i>c) Materiali:</i>				
Pali per la realizzazione dei telai	m <sup>3</sup>			
Tavolame in castagno	m <sup>3</sup>			
Chiodi da edilizia	cad			
Filo di ferro cotto	Kg			
Paleria di castagno e in ferro	m <sup>3</sup>			
Geocompositi impermeabili	m <sup>2</sup>			
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>76,00 ÷ 27,37</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>46.000-53.000</b>

no fissate con paletti di legno o ferro, disposti con orientazione alternata in funzione della pressione idraulica (fig. 14.32-14.35).

*Descrizione voce di capitolato:* ricostruzione e stabilizzazione di sponda mediante strati alterni di ramaglia viva di salici, tamerici o altra specie legnosa con capacità di riproduzione vegetativa, disposti perpendicolarmente alla linea di sponda e fascine di salici, disposte longitudinalmente alla sponda stessa. Il modulo andrà ripetuto sino a riempire l'erosione e raggiungere l'altezza desiderata, completando la costruzione con riempimento con inerte a tergo delle fascine e sopra la ramaglia. La parte ubicata sotto il livello medio dell'acqua andrà rivestita con massi da scogliera (se del caso basati su geotessuto) o con fascine morte. La ramaglia, eventualmente disposta in obliquo rispetto alla corrente, andrà legata con molti punti di legatura e fissata con piloti in funzione della pressione idraulica. La messa in opera potrà avvenire solo durante il periodo di riposo vegetativo.

*Campi di applicazione:* sistemazione di sponde in erosione in corsi d'acqua con portate e livello medio relativamente costanti anche se con elevata profondità dell'acqua.

*Limiti di fattibilità:* l'applicazione della ribalta viva è possibile lungo i corsi d'acqua con velocità della corrente inferiore ai 3,5 m/s e con limitate oscillazioni del livello medio dell'acqua; la fascina di base si deve trovare fuori dall'acqua durante il periodo vegetativo. La ribalta viva possiede caratteristiche di resistenza alla corrente più elevate rispetto alla fascinata spondale semplice.

*Materiali impiegati:*

- per le fascine:
  - ramaglia di specie riproducibili per via vegetativa: salici in varietà di cui i più usati sono il salice rosso ed il salice di ripa (*Salix purpurea* e *S. eleagnos*); tamerice (*Tamarix*). Eventualmente ramaglia di altre specie reperibili in loco;
  - filo di ferro ( $\varnothing 2 \div 3$  mm);
  - tondino di ferro ad aderenza migliorata ( $\varnothing 12 \div 16$  mm);
  - picchetti in legno di castagno o di salice ( $\varnothing 8 \div 12$  cm);
- per le gradonate:
  - talee di salice o di altre specie a riproduzione vegetativa, piantine radicate di specie arbustive ripariali;
  - eventualmente pietrame da disporre sotto la linea di morbida del corso d'acqua.

*Grado di reperibilità:* buono per tutti i materiali.

*Modalità di esecuzione:*

- formazione di un solco alla base della sponda.
- posa in opera di fascina morta e suo fissag-

gio con 1 picchetto ogni 80 cm a disposizione alternata verso monte e verso valle rispetto alla fascina;

- posa in opera di ramaglia di salice, tamerici;
- posa in opera di fascine vive di salici e loro fissaggio con picchetti; le fascine andranno disposte in modo tale che la superiore non copra quella inferiore;
- ricopertura con terreno;
- completamento dell'opera con ripetizione dei moduli fino all'altezza progettata e riempimento a tergo con inerte;
- nel caso di erosione profonda, il piede viene consolidato con massi.

*Parametri e metodi di calcolo:* i parametri idraulici indicativi per l'applicazione sono la velocità della corrente ( $v$ ) < 3,5 m/s, pendenza dell'alveo ( $i$ ) < 5%, le oscillazioni del livello medio dell'acqua  $\leq 1$  m.

*Prescrizioni:*

- a protezione della fascina contro lo scalzamento in caso di piena, viene posta, al di sotto della fascina, della ramaglia di salice a formare una gradonata, sporgente verso l'acqua di  $20 \div 50$  cm;
- le estremità delle fascine devono compenetrarsi l'una con l'altra.

*Limiti di applicabilità:* la realizzazione di fascine spondali determina un restringimento dell'alveo, è necessario quindi prevedere lo spazio necessario per il regolare deflusso delle acque.

*Limiti stagionali di impiego delle specie vegetali:* risulta opportuno l'impiego di specie arbustive autoctone sia come talee che come piantine radicate. La ribalta richiede grandi quantità di salici o altri materiali vivi.

*Vantaggi:*

- immediatamente efficace e resistente alla pressione dell'acqua;
- i materiali impiegati sono facilmente reperibili in zona;
- ha una resistenza alla corrente di un corso d'acqua superiore a quella della fascinata spondale.

*Svantaggi:*

- richiede molto materiale vivo e tempi medi di realizzazione;
- lo sviluppo dei salici porta ad un restringimento dell'alveo.

*Effetto:* immediata protezione spondale, resiste alle inondazioni, la ramaglia agisce in modo tale da rallentare la corrente dell'acqua e quindi l'erosione spondale.

*Periodo di intervento:* riposo vegetativo.

*Possibili errori:*

- insufficiente ancoraggio;

- scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo;
- impiego con eccessiva pendenza della sponda: si potrebbe ottenere un'eccessiva copertura tra le fascine (la superficie superiore copre quella inferiore) non permettendo adeguato sviluppo della vegetazione.

zioni rigide; ha il vantaggio di essere immediatamente efficiente e resistente nei confronti di elevate forze di trazione.

*Analisi prezzi:* si veda la **tabella 14.31**.

#### 14.2.12 Cordonata

#### Note:

- la parte ubicata sotto il livello medio dell'acqua potrà essere rivestita con massi da scogliera o con fascine morte. La ramaglia andrà legata con molti punti di legatura e fissata con piloti in funzione della pressione idraulica;
- la ribalta è vantaggiosa rispetto a sistema-

*Descrizione sintetica:* è un'opera che prevede la realizzazione di banchine perpendicolari alla linea di massima pendenza, costituite da uno scavo a reggipoggio (10°), nel quale viene posto a dimora materiale vegetale vivo (**figg. 14.36a-14.36b**).

**Tab. 14.31 - Ribalta viva: analisi prezzi**

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	1		
Operaio comune	Ora	1		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora			
<i>c) Materiali:</i>				
Picchetti acciaio	Kg	1,8		
Picchetti legno	cad	2		
Filo di ferro	Kg	0,30		
Talee di salice	cad	30		
Verghe vive	cad	18		
Verghe morte	cad	24		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>46,48 ÷ 54,23</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>90.000 ÷ 105.000</b>

**Fig. 14.32 - Ribalta viva**

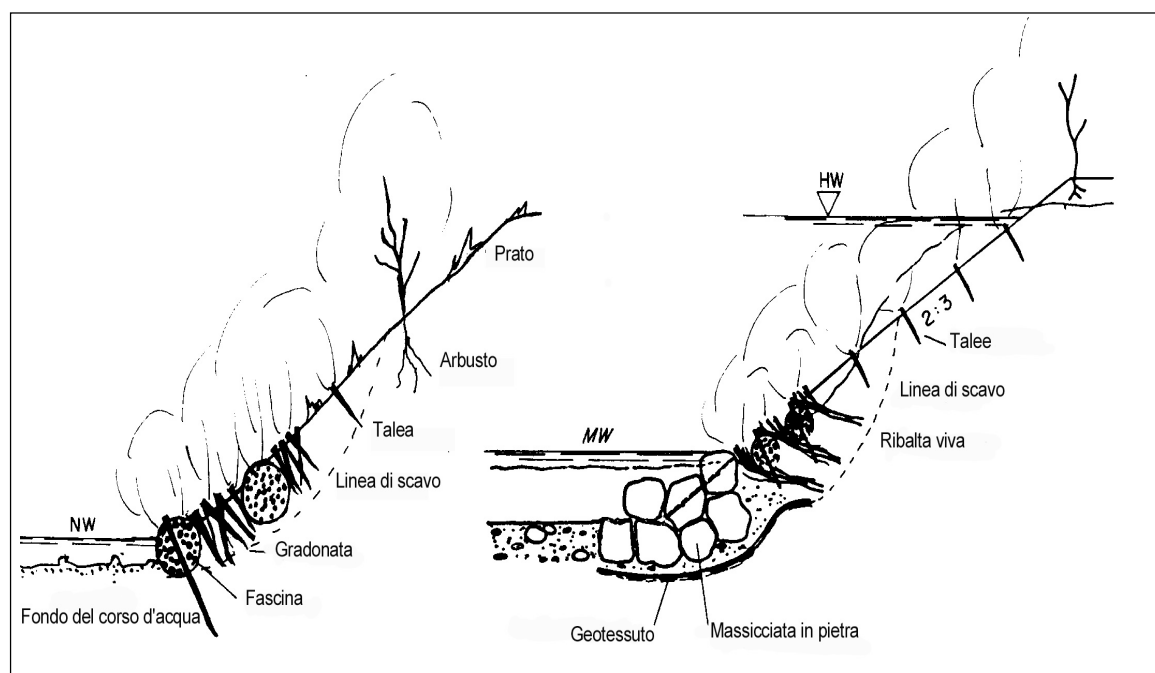


Fig. 14.33 - Ribalta viva

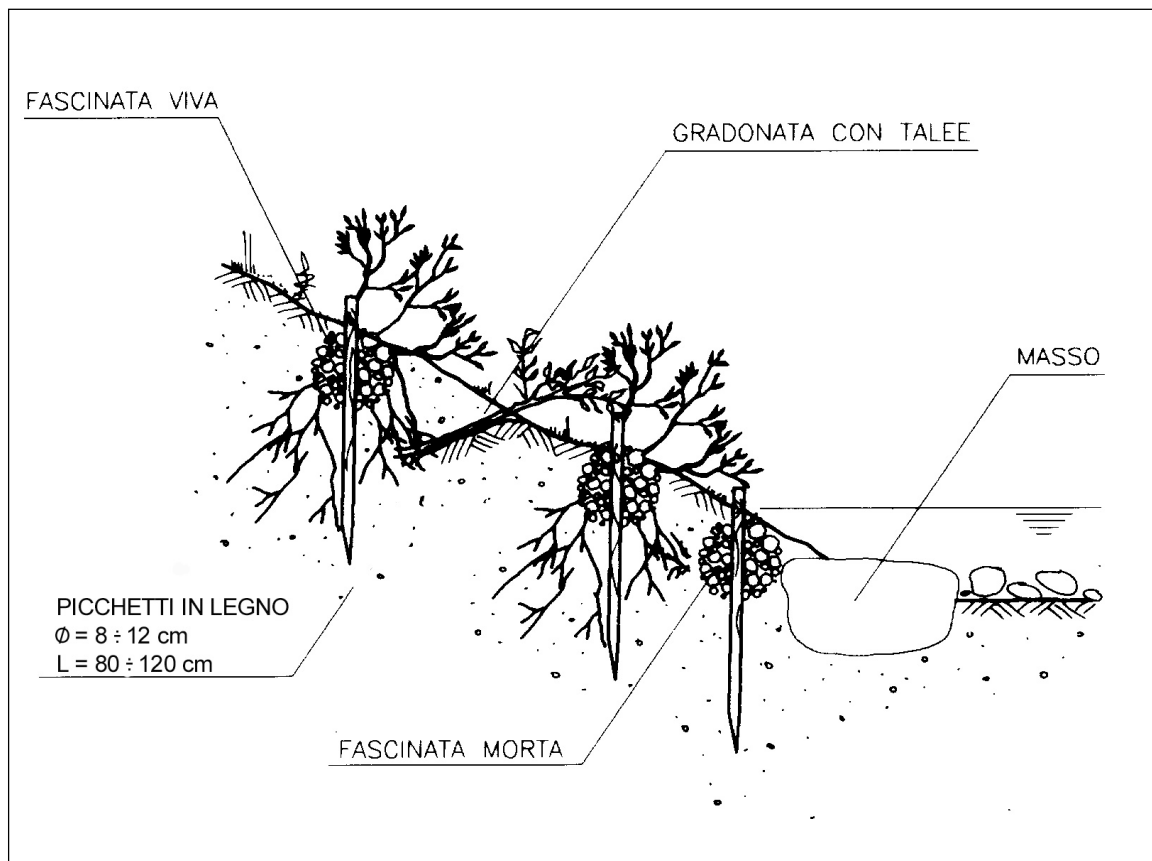


Fig. 14.34 - Ribalta viva

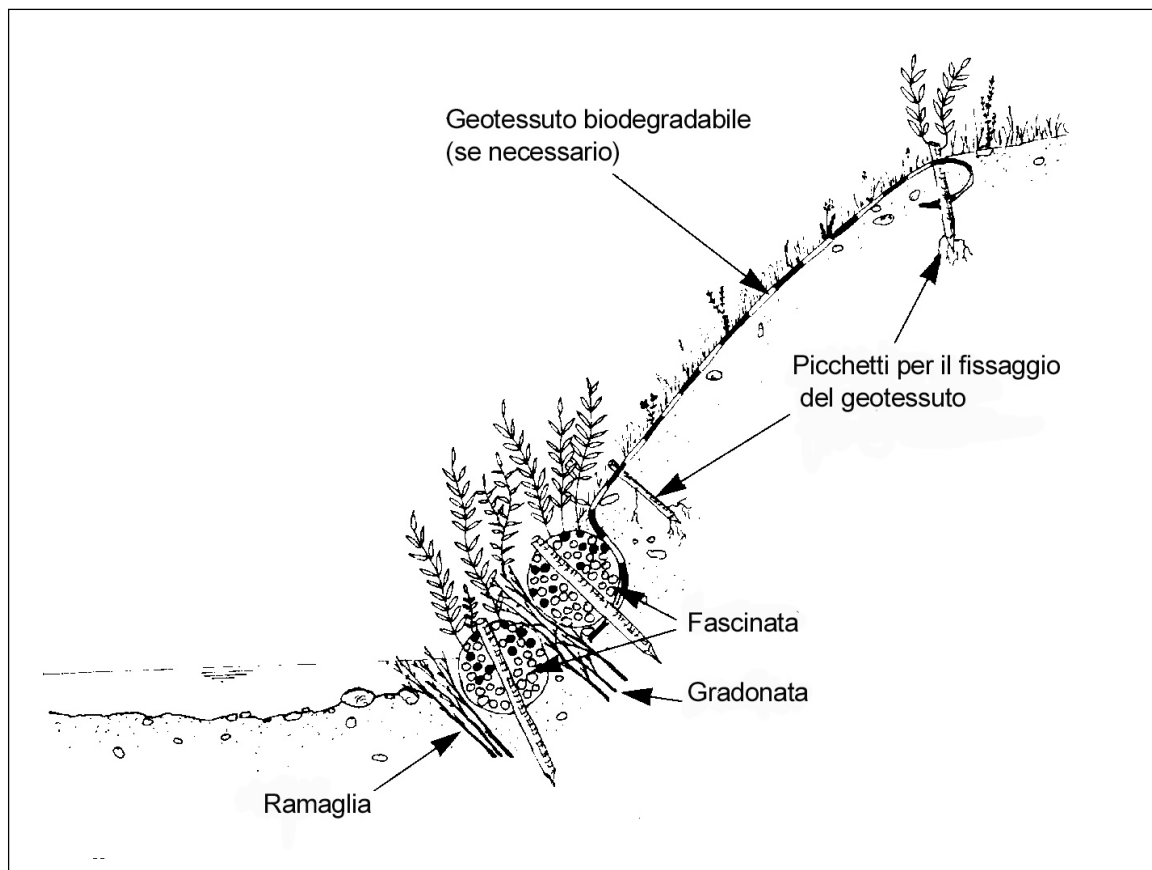
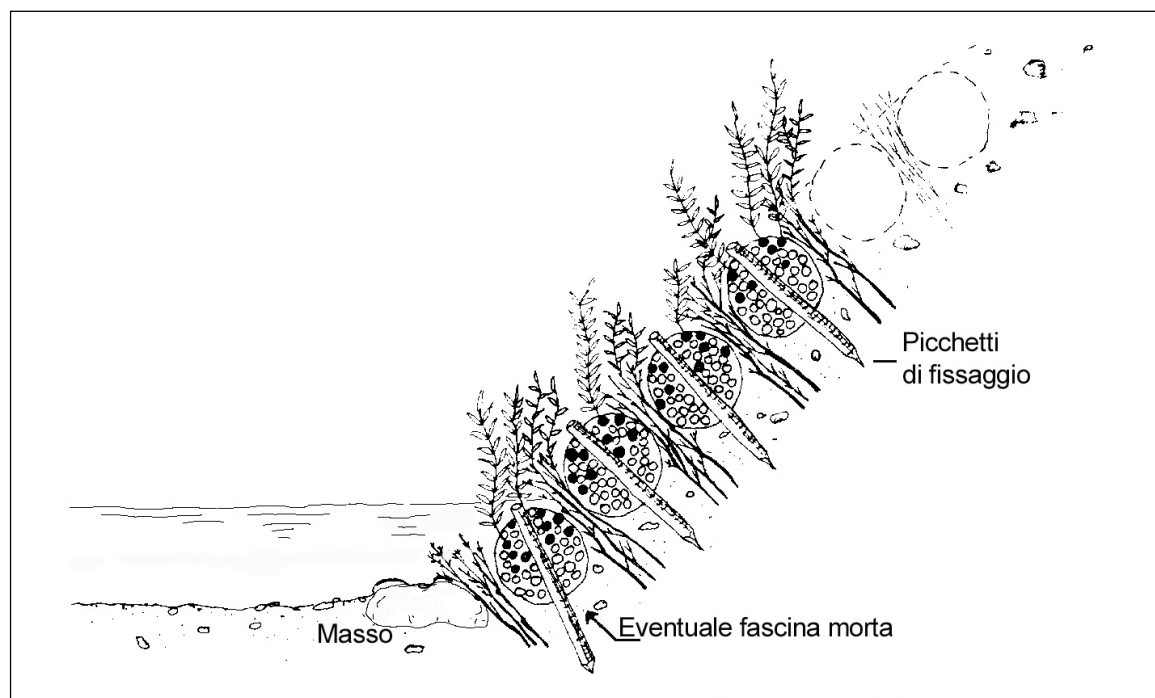


Fig. 14.35 - Ribalta viva



**Voce di capitolato:** stabilizzazione di pendii anche molto ripidi e su terreni instabili mediante le seguenti operazioni nell'ordine:

- formazione di banchine o terrazzamenti ad L orizzontali di larghezza minima di  $35 \div 50$  cm, con leggera contropendenza (minimo  $10^\circ$ ) distanti circa  $2 \div 3$  m l'uno dall'altro, su cui si dispone longitudinalmente dello stangame preferibilmente di resinosa o di castagno con corteccia di  $\varnothing 6 \div 12$  cm, su due file parallele, una verso l'esterno fissata con picchetti in legno o ferro e una verso l'interno dello scavo;
- 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  $10 \div 25$  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.

**Campi di applicazione:** utili per la stabilizzazione superficiale di scarpate naturali e artificiali, di rilevati e accumuli di materiale sciolto, di zone d'erosione, di terreni con la marcata tendenza allo smottamento.

Adatta anche in condizioni pedologiche difficili, poiché migliora la struttura del suolo ed aumenta l'apporto di sostanza organica; migliora anche il drenaggio in terreni umili, argillosi o marnosi.

**Fattibilità:** non possono essere utilizzate per scarpate in roccia o con roccia subaffiorante. Si differenzia dalle gradonate per la maggior quantità di materiale.

Questo intervento consente però di migliorare efficacemente la stabilità superficiale del versante.

**Materiali impiegati:**

- piantine di due anni;
- stangame reperito in loco, preferibilmente di resinoso o castagno con corteccia, avente  $\varnothing = 6 \div 12$  cm e  $L > 2$  m;
- picchetti in legno  $\varnothing = 12 \div 15$  cm o piloti in ferro profilati a "T" idonei a sostenere la struttura;
- tondini in ferro;
- filo di ferro zincato;
- talee di salice o altra specie legnosa con capacità di riproduzione vegetativa, di lunghezza  $> 60$  cm e  $\varnothing 3 \div 10$  cm;
- piantine a radice nuda o in fitocella;
- abbondante ramaglia di conifere.

**Modalità di esecuzione:** per tutti i tipi di cordonate si realizzano dei gradoni, scavando delle banchine di profondità pari a  $50 \div 100$  cm, con contropendenza a monte di circa  $10^\circ$ , realizzando lo scavo lungo le isoipse senza destabilizzare il pendio. Tanto più ripido sarà il versante tanto meno profonda dovrà essere la banchina. L'opera procede dal basso verso l'alto, in modo che il materiale di scavo della banchina superiore serva come rinterro per quella sottostante. In questo modo quando si è arrivati alla sommità del pendio le parti inferiori sono rimboschite, ad eccezione dell'ultimo gradone per il riempimento del quale è neces-



sario eseguire un piccolo scavo a monte. I gradoni sono disposti di solito secondo le curve di livello, ma possono anche essere leggermente inclinati in modo da favorire il drenaggio. La distanza tra i gradoni è pari a circa 2 m ed è funzione della natura del terreno, soprattutto della sua tendenza allo scivolamento.

*Interventi collegati:* tecniche di stabilizzazione del pendio.

*Periodo di intervento:* esclusivamente durante il riposo vegetativo (novembre-marzo).

*Manutenzione:* sfalcio ed interventi sulle fallanze.

*Analisi prezzi:* si veda la tabella 14.32.

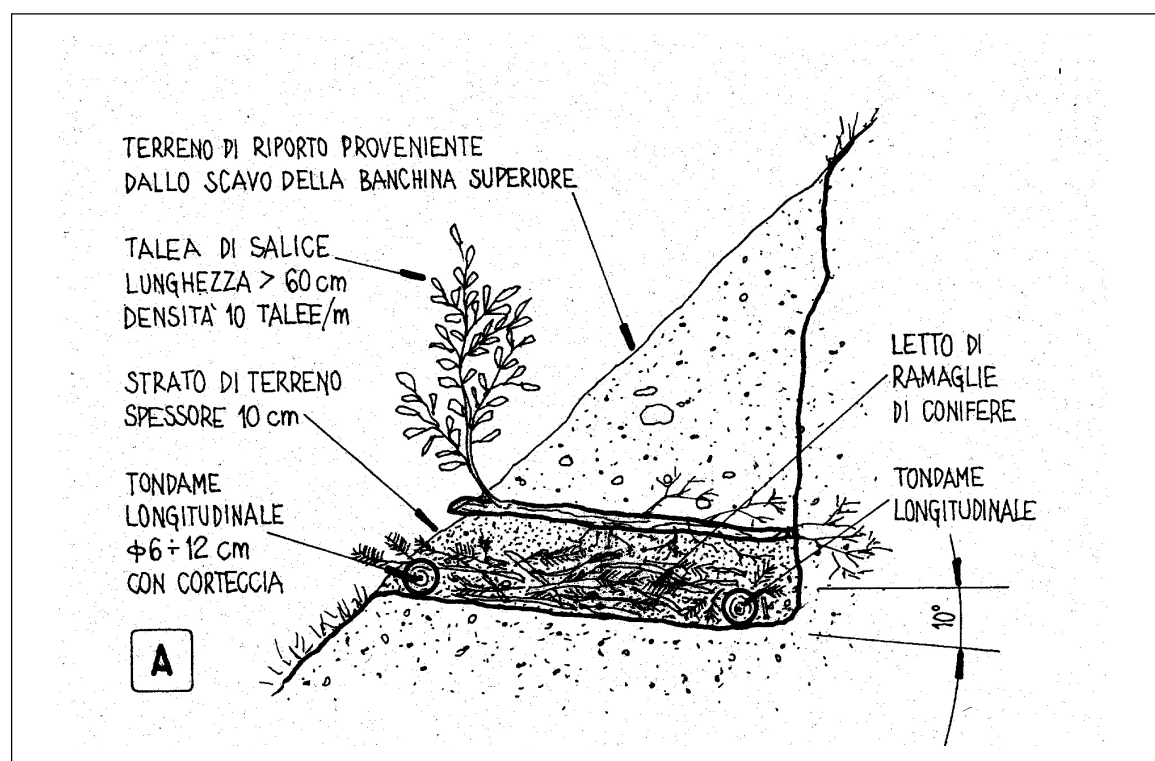
#### 14.2.13 Gradonata viva

*Descrizione dell'opera e funzioni principali:* è un'opera che prevede la realizzazione di banchine orizzontali o suborizzontali, costituite da uno scavo inclinato a reggipoggio di circa  $5^\circ \div 10^\circ$ , nel quale viene posto a dimora materiale

Tab. 14.32 - Cordonata: analisi prezzi

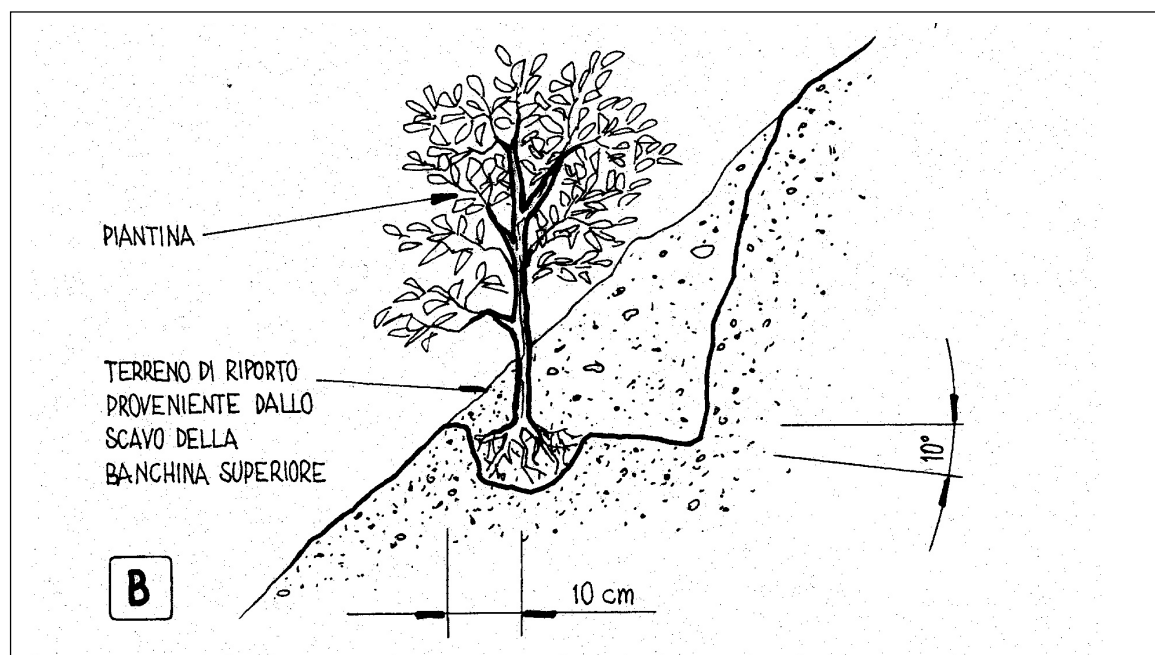
Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	0,25		
Operaio comune	Ora	0,25		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,002		
Ragno meccanico	Ora	0,30		
<i>c) Materiali:</i>				
Piloti	Kg	1,4		
Pertiche	Kg	20		
Filo di ferro	Kg	0,30		
Talee di salice	cad	10		
Ramagli di conifere	Kg	20		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>32,02 ÷ 36,15</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>62.000 ÷ 70.000</b>

Fig. 14.36a - Cordonata



Fonte: "Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia", supplemento n. 19, 2000.

Fig. 14.36b - Cordonata viva tipo



Fonte: "Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia", supplemento n. 19, 2000.

vegetale vivo. Ha una funzione di stabilizzazione di tipo meccanico del pendio ed inoltre interrompe il deflusso superficiale delle acque meteoriche. L'impiego di alcune specie vegetali (salici, frassini) favorisce la diminuzione del contenuto d'acqua nel terreno rendendolo più stabile (fig. 14.37). Normalmente vengono realizzate tre diverse tipologie di gradonate:

- la *gradonata con talee* (sistemazione a cespuglio secondo Schiechl);
- la *gradonata con piantine* (sistemazione a siepe secondo Schiechl);
- la *gradonata mista con talee e piantine* (sistemazione a siepe-cespuglio secondo Schiechl).

*Descrizione da voce di capitolato:*

- con ramaglia viva di salici, tamerici, ecc.;
- con latifoglie radicate;
- mista;
- su rilevato;
- rinforzata.

Stabilizzazione di pendii mediante scavo di gradoni o terrazzamenti con profondità in genere di 0,5 ÷ 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:

- 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.) 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 accu-

- ratamente 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 1 m, 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 1 m) viene appoggiata sul ciglio del rilevato, può avere lunghezza di 2 m o più 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;
- e) viene utilizzato un rinforzo con una striscia di carta catramata (od altro materiale sintetico) a rivestire orizzontalmente la parte esterna del gradone per circa 30 cm.

*Campi di applicazione:* utile per la stabilizzazione superficiale di scarpate naturali ed artificiali, di rilevati e accumuli di materiale sciolto, di zone in erosione e frane:

- *gradonate con talee:* sono la tipologia di gradonate più adatte a terreni ripidi, poveri e caratterizzati da movimenti superficiali, perchè consentono un rapido consolidamento del terreno;

- *gradonate con piantine*: generalmente utilizzate su terreni buoni, ricchi di sostanze nutritive, in località climatiche favorevoli. Sono inoltre utili su terreni dove non è necessaria una notevole stabilizzazione del pendio, quanto piuttosto la realizzazione di un soprassuolo arboreo definitivo, senza fasi intermedie con vegetazione pioniera;
- *gradonata mista con talee e piantine*: è la tipologia di gradonata più sicura per la sistemazione di modeste frane superficiali.

**Fattibilità:**

- *gradonate con talee*: è una sistemazione stabilizzante con un ottimo effetto in profondità; non è adatta a trattenere il terreno vegetale;
- *gradonate con piantine*: forniscono un consolidamento mediocre del terreno, efficace, però immediatamente dopo la messa a dimora; grazie alla radicazione lungo tutto il fusto interrato si ottiene una coesione del terreno più profonda ed estensiva. È fattibile solo su stazioni favorevoli; richiede una notevole quantità di materiale;
- *gradonata mista con talee e piantine*: ha costi più elevati rispetto agli altri tipi di gradonate, ma presenta il vantaggio di un rapido raggiungimento di un'associazione vegetale stabile, costituita sia da specie preparatrici (salici) che da specie definitive (ontani);
- non possono essere utilizzate per scarpate in roccia o con roccia subaffiorante.

**Materiali impiegati:** talee o ramaglia di salice con  $L > 100$  cm ( $10 \div 20$  cm > della profondità dello scavo) e  $\varnothing = 1 \div 7$  cm. Piantine radicate di latifoglie resistenti (spesso ontano) di  $h = 100$  cm ( $10 \div 20$  cm > della profondità dello scavo) e  $\varnothing = 1 \div 3$  cm.

**Modalità di esecuzione:**

- lungo le curve di livello vengono scavate delle

banchine di profondità compresa tra  $50 \div 100$  cm, con una contropendenza di circa  $10^\circ$ . Alla base della trincea viene disposto un letto di talee a pettine (gradonata con talee), che vengono interrate per  $3/4$  della loro lunghezza; in alternativa si possono mettere a dimora piantine di  $2 \div 3$  anni (gradonata con piantine) oppure talee e piantine contemporaneamente (*gradonata mista con talee e piantine*);

- i gradoni vengono scavati partendo dal basso in modo che lo scavo della banchina soprastante possa venire utilizzato come rinterro della precedente. Per inclinazioni del pendio di  $25^\circ \div 30^\circ$  si consiglia una distanza tra gradoni successivi compresa tra  $1 \div 1,5$  m. mentre per inclinazioni inferiori a  $20^\circ$  si consiglia una distanza tra gradoni successivi compresa tra  $2 \div 3$  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;
- i gradoni possono venire realizzati secondo le curve di livello o leggermente inclinati a valle in modo da favorire il drenaggio;
- è possibile utilizzare rinforzi longitudinali (carta catramata, biostuoie o materiale sintetico) come previsto dalla variante delle gradonate con talee secondo Rainer: la parte esterna di una trincea artificiale gradonata viene rivestita con carta catramata o altro al fine di ridurre l'erosione superficiale e favorire l'attecchimento delle specie vegetali grazie ad una maggiore ritenuta idrica.

**Interventi collegati:**

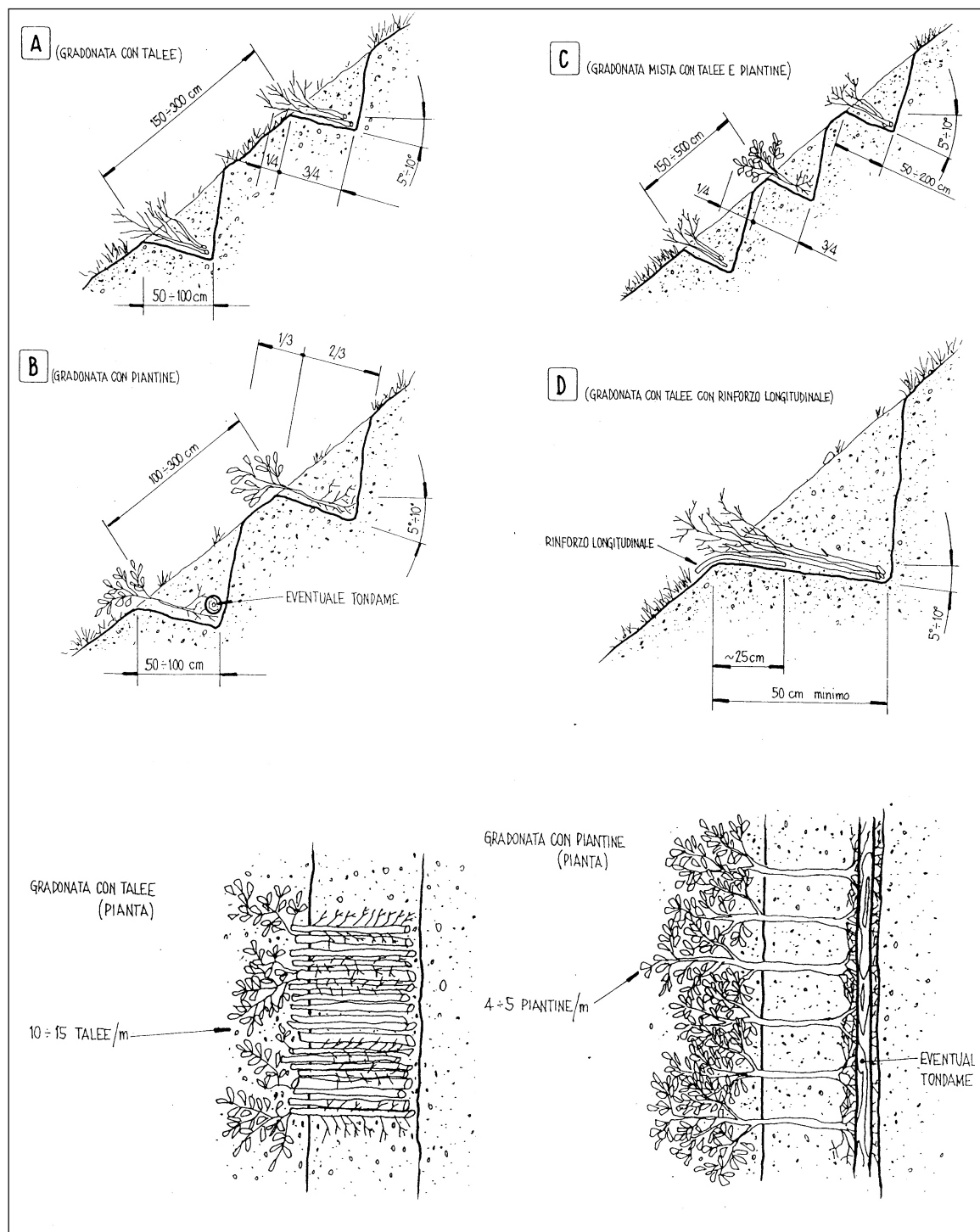
- rimodellamenti delle scarpate;
- controllo dell'erosione con biostuoie, bioreti o geostuoie o altre strutture.

**Periodo di intervento:** esclusivamente durante il periodo di riposo vegetativo (novembre-marzo).

**Tab. 14.33 - Gradonata viva: analisi prezzi**

Oggetto	Unità di misura	Quantità	Prezzo elementare	Importo
<i>a) Manodopera:</i>				
Operaio specializzato	Ora	0,00		
Operaio qualificato	Ora	0,20		
Operaio comune	Ora	0,20		
<i>b) Noli:</i>				
Autocarro	Ora	0,002		
Ragno meccanico	Ora	0,30		
<i>c) Materiali:</i>				
Talee di salice	cad	10		
Ramagli di conifere	cad	10		
<b>Prezzo di applicazione</b>			<b>Euro/m<sup>2</sup></b>	<b>23,24 ÷ 26,34</b>
			<b>£/m<sup>2</sup></b>	<b>45.000 ÷ 51.000</b>

Fig. 14.37 - Gradonata viva

**Vantaggi:**

- esecuzione semplice e rapida;
- consolidamento in profondità;
- diminuisce la velocità di deflusso delle acque di ruscellamento, riducendo i movimenti franosi.

**Svantaggi:**

- richiedono abbondante materiale vivo;
- se impiegate latifoglie, la crescita è lenta;
- se impiegata ramaglia, non è adatta a trattenerne il terreno vegetale.

**Manutenzione e durata dell'opera:**

- *gradonata con talee*: taglio dei cespi eseguito a livello del terreno ogni 3 ÷ 5;
- *gradonate con piantine*: sono utili sfollo e taglio;
- *gradonate miste con talee e piantine*: possono venire utilizzate per ricavare delle talee di salice per ulteriori interventi. Anche se i salici non vengono riutilizzati, è conveniente tagliarli fino a livello del terreno al fine di favorire la crescita delle essenze legnose più pregiate.

**Analisi prezzi:** si veda la **tabella 14.33**.