

Generalità

I presidi al piede sono opere di altezza limitata, costruite a difesa del piede di sponde di piccoli corsi d'acqua e canali. Queste strutture vengono realizzate in corrispondenza di un punto particolarmente importante per la stabilità della sponda: il piede infatti è il punto in cui si concentrano gli sforzi di taglio nel terreno e la fascia soggetta ai maggiori valori di sforzi tangenziali dovuti alla corrente ed è la zona sommersa e/o soggetta ai cicli di imbibizione e disseccamento. Per tali ragioni spesso i fenomeni di instabilità si originano in corrispondenza del piede e poi si estendono al resto della scarpata; il presidio al piede pertanto è un intervento molto efficace sia breve che a lungo termine, i cui benefici si estendono a tutta la sponda, e per le sue dimensioni contenute comporta un basso impatto ambientale.

I presidi al piede debbono essere realizzati generalmente con sistemi combinati (materiale inerte/materiale vivo) sia per garantire un effetto di protezione immediato sia perché nella parte sommersa la funzione stabilizzante deve essere svolta da materiali inerti ed in grado di garantire una durabilità elevata.

Per tali ragioni normalmente si abbinano pietrame, gabbioni cilindrici in rete metallica a doppia torsione o buzzoni nella parte bassa (materiali inerti durabili) con fascine vive, fascine morte con talee, cilindri di cocco con talee ecc. (materiali vivi o combinati vivo/inerte degradabile). Generalmente a queste opere si abbinano i rivestimenti spondali combinati o vivi a difesa della parte emersa della sponda, in modo da ottenere un sistema integrato di difesa della sponda limitando al massimo l'impatto ambientale delle opere.

Figura 6.5.1: L'immagine mostra una sponda di un canale sperimentale (AIPIN, Consorzio di Bonifica Adige-Polesine Canal Bianco, Officine Maccaferri), con sponde in argilla dove è evidente l'effetto dell'imbibizione sulla sponda non protetta a sinistra della foto. Il piede è soggetto a piccoli scoscendimenti che si propagano verso l'alto.



Figura 6.5.2: Esempio di presidio al piede realizzato mediante la sovrapposizione di cilindri in fibre di cocco a gabbioni cilindrici in rete metallica a doppia torsione riempiti di pietrame. I due elementi lineari addossati alla sponda sono sorretti da pali di legno di castagno infissi profondamente nell'alveo. Al di sopra dei cilindri di cocco sono state poste delle talee di salice e la sponda è stata rivestita con rete metallica a doppia torsione accoppiata con una geostuoia tridimensionale che verrà successivamente rinverditata con una idrosemina aspersore.



Descrizione e Caratteristiche

Fascinata spondale viva di specie legnose

La tecnica consiste nel mettere a dimora fascine vive di specie legnose con capacità di riproduzione vegetativa. Queste vengono poste in un solco, la cui base può essere rivestita da ramaglia e vengono assicurate mediante l'infissione di picchetti di legno per rendere così la struttura più elastica e solidale in caso di piena. Grazie a queste opere si ottiene un effetto stabilizzante immediato della sponda con un'efficacia crescente dal momento in cui le piante emettono le radici.

Sono interventi adatti a corsi d'acqua caratterizzati da media energia della corrente con portate e livello medio relativamente costanti che permetta che la fascina si trovi fuori dall'acqua per almeno tre mesi durante il periodo di vegetazione.

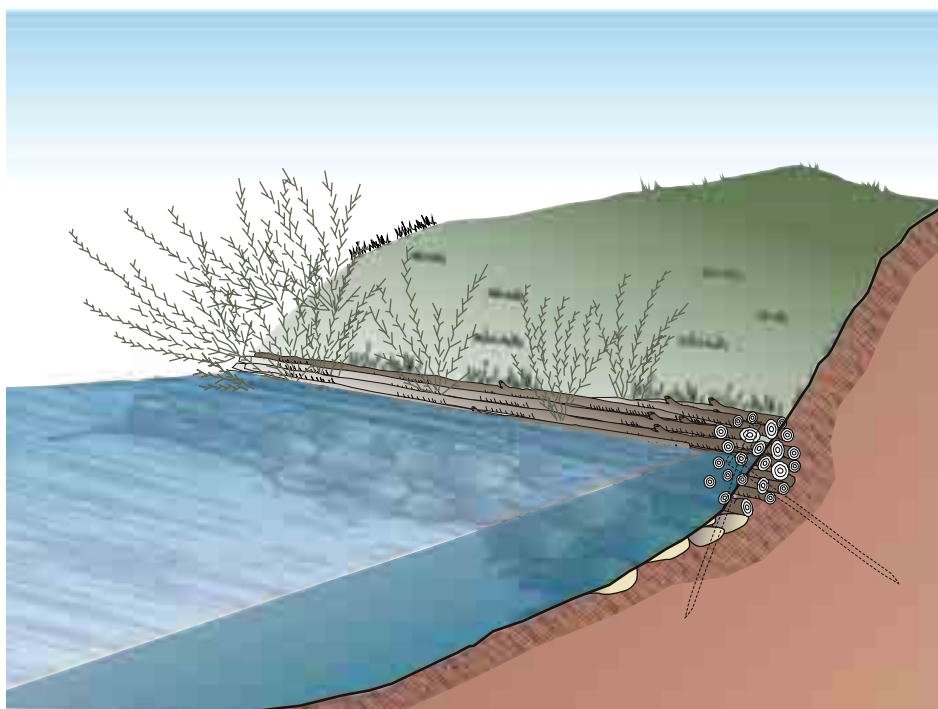
Queste opere richiedono che si preveda lo spazio necessario per il regolare deflusso delle acque in quanto determinano un restringimento dell'alveo. Il restringimento può divenire critico in caso di totale attecchimento delle piante: in tal caso è necessario intervenire con manutenzioni di potatura periodiche.

Le fascine vengono realizzate con rami vivi di specie legnose adatte alla riproduzione vegetativa (salici, tamerici,) mescolati a rami morti di altre specie, hanno un Ø variabile da 20 a 50 cm legate con intervalli di 30 cm con filo di ferro cotto di 2-3 mm. Le fascine così predisposte vengono poste in modo da sporgere per $1/2 \div 1/3$, in un solco scavato al piede della sponda, su uno strato di rami che sposteranno per almeno 50 cm da sotto la fascina fuori dall'acqua. Le fascine vengono poi fissate ogni 0,8-1 m con pali di salice vivi o con barre in ferro e vengono rinalzate con terreno per garantire la crescita delle piante.

Nella fascinata in versione "rinforzata", fino all'altezza della portata di magra, l'alveo viene rivestito con massi di varia dimensione a rinforzo basale della parte sommersa.

La messa in opera di questa tecnica può avvenire soltanto durante il periodo di riposo vegetativo.

Figura 6.5.3: La figura mostra una fascinata spondale dotata di una protezione in pietrame che riveste la sponda nella porzione interessata dal livello di magra. Il fissaggio con paletti alla sponda impedirà che possa venire rimossa dalla corrente fino a quando non saranno attecchite le verghe.



Descrizione e Caratteristiche

Palificata spondale con palo verticale frontale

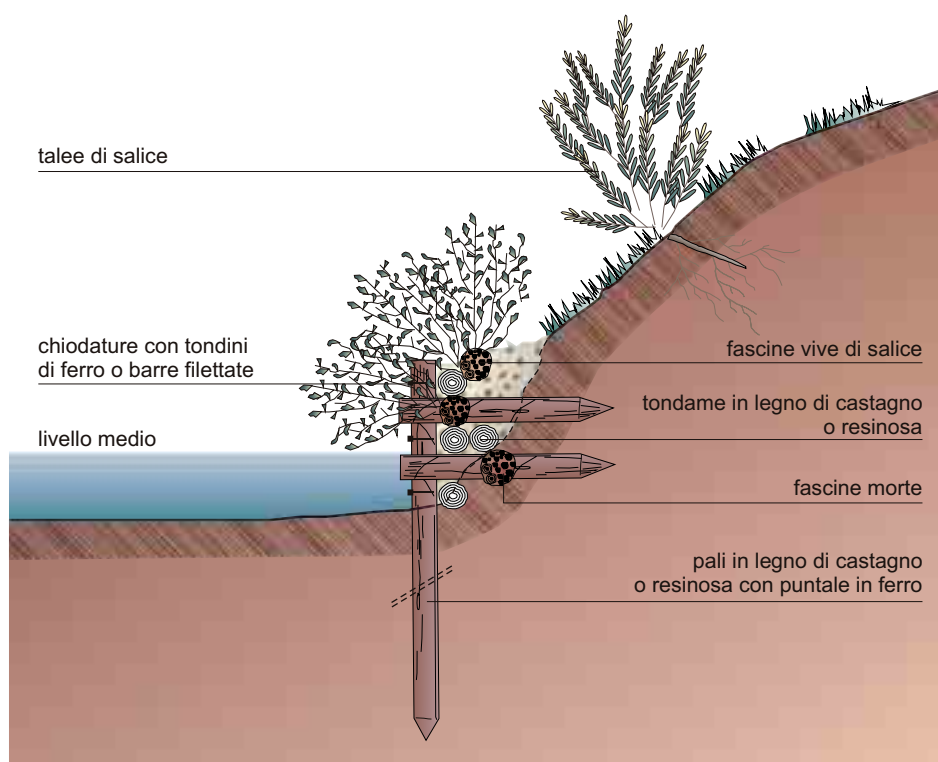
Questo tipo di struttura consiste in un' incastellatura di tronchi a formare camere frontali dietro le quali vengono inserite fascine. I tronchi correnti e quelli trasversali vengono inchiodati su pali frontali verticali infissi nel terreno di fondazione.

L'opera, addossata alla sponda in erosione, viene riempita con terreno sopra il livello medio dell'acqua, mentre al di sotto si pone del pietrame.

La struttura è adatta al presidio al piede di sponde soggette ad erosione laddove sia sufficiente proteggere per una altezza non superiore agli 80-100 cm e sia possibile infiggere i pali nell'alveo, la sponda non deve essere affetta da problemi significativi di instabilità.

L'efficacia dell'opera è immediata e cresce nel tempo grazie alla radicazione delle piante; le palificate spondali inoltre hanno il pregio di consentire la rapida ricostruzione di habitat per microfauna acquatica.

Figura 6.5.4: La palificata di sponda con palo verticale frontale è un valido presidio per il piede di sponde di corsi d'acqua poco profondi. Viene realizzata con tronchi disposti trasversalmente e longitudinalmente rispetto alla sponda che vengono collegati mediante chiodature. Per aumentare la stabilità dell'opera questa viene bloccata verso l'acqua con pali verticali. I materiali vivi vengono messi a dimora sotto forma di fascine di diametro maggiore dei tronchi, poste dall'interno a chiudere gli spazi tra i pali.



La struttura è costituita da tondami di castagno o di resinosa di $\varnothing = 20 - 25$ cm e di 3 - 5 m di lunghezza, infissi verticalmente per almeno 2/3 e addossati alla sponda stessa, dietro i quali vengono collocati tronchi orizzontali, paralleli alla sponda, alternati ad altri tronchi di minimo 1 m di lunghezza inseriti nella sponda in senso ortogonale ad essa.

I singoli tondami vengono fissati l'uno all'altro con chiodi o barre filettate in tondino $\varnothing = 14$ mm. Per impedire lo sviluppo di fenomeni erosivi, gli interstizi tra i tronchi longitudinali vengono riempiti con pietrame o con gabbioni cilindrici sino al livello di magra dell'acqua. Negli interstizi sovrastanti vengono inserite a tergo e rincalzate con inerte terroso, fascine di salice (o tamerici in acque salmastre).

Per aumentare gli effetti sotto il profilo ambientale si possono creare tane per ittiofauna ricavando delle nicchie nella parte sommersa individuate per mezzo di pareti in legname all'interno del riempimento in pietrame.



Figura 6.5.5: Le fascine poste dietro la palificata, debbono impedire l'erosione da parte dell'acqua tra un palo e l'altro, ma debbono essere anche dotate di capacità vegetativa per attecchire e consolidare permanentemente la struttura. Torrente Corno c/o, Varno (UD)



Figura 6.5.6: I salici della palificata hanno attecchito, nel giro di pochi mesi la sponda sarà rivegetata e si creeranno condizioni favorevoli per l'insediamento della fauna sia acquatica che terrestre.

Descrizione e Caratteristiche

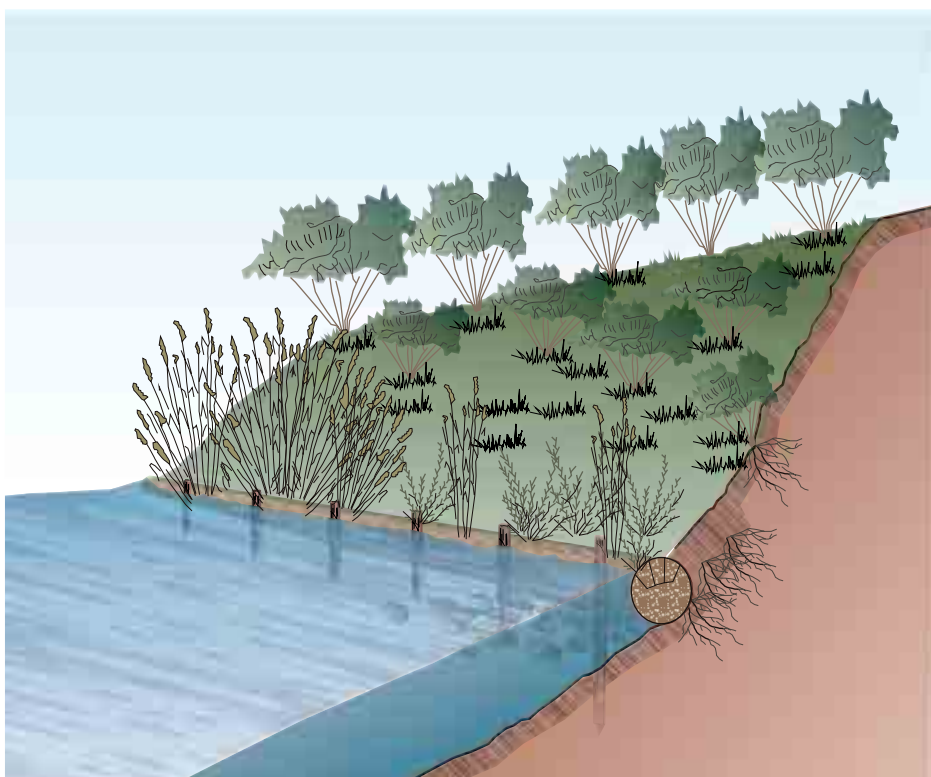
Rullo spondale con zolle (pani) di canne

Si tratta di un cilindro in rete metallica zincata e plasticata o in rete sintetica, foderato con una geostuoia sintetica o un feltro di fibre vegetali, riempito con una miscela di ghiaia e sabbia. Nella parte superiore si mettono a dimora con pani di canne o altre piante igrofile. Per impedire la rimozione da parte della corrente i cilindri vengono ancorati con pali di legno frontali.

Questa tecnica è adatta alla protezione di canali in erosione, corsi d'acqua a bassa pendenza, sponde lacustri, in situazioni caratterizzate da modeste oscillazioni del livello dell'acqua.

Si ottiene un rapido effetto di consolidamento e rinaturalizzazione delle sponde e golene legato al rapido sviluppo del canneto consentendo di creare habitat adatti all'insediamento di avifauna ed ittiofauna.

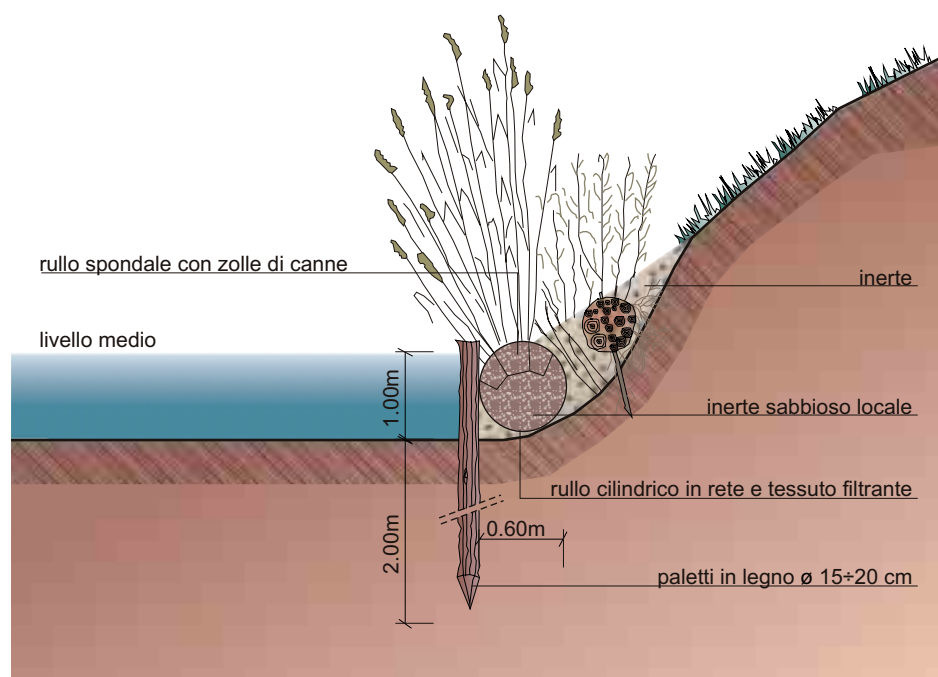
Figura 6.5.7: Lo schema mostra le caratteristiche di un presidio al piede realizzato con la tecnica del rullo con zolle di canne. Si tratta di un rullo fabbricato riempiendo con inerti un telo di rete metallica a doppia torsione a maglie esagonali o in rete sintetica, avvolto a cilindro e foderato con un materiale antierosivo. Il rullo così costituito diventa un elemento per la protezione meccanica del piede della sponda e funge da supporto per l'insediamento di canne o piante igrofile.



La struttura si realizza mediante la formazione di un rullo cilindrico in rete zincata plastificata di maglia minima tipo 8x10 o in georete sintetica, a telo aperto di larghezza minima di 120-160 cm, disposta in un solco predisposto di minimo 40x40 cm. Dalla parte dell'acqua i cilindri vengono sostenuti da pali di legno, dimensionati e distanziati in funzione del substrato e delle sollecitazioni cui sono soggetti. La rete va rivestita internamente con una stuoia o un geotessuto filtrante sintetico o in fibra vegetale e viene poi riempita di tout-venant sabbioso o ghiaioso (granulometria 80-120 mm) per i 2/3 inferiori. Nella restante parte superiore del rullo vengono collocati pani di canne ed altre specie igrofile (Phragmites, Juncus, Typha, Phalaris, Schenoplectus, ecc.). Terminato il riempimento il cilindro si chiude e si lega con filo di ferro. Ad operazione conclusa il rullo sporge per 5-10 cm sul livello medio dell'acqua ed il raccordo con la sponda viene eventualmente realizzato con ramaglie o fascine di salici e tamerici.

La lavorazione deve avvenire durante il periodo di riposo vegetativo, possibilmente in primavera prima della germogliazione.

Figura 6.5.8: Il rullo bloccato dalla parte dell'acqua mediante pali di legno, nel giro di breve tempo è soggetto alla radicazione da parte delle canne. Queste, insieme alle piante sviluppatesi dalle fascine vive poste a tergo, esercitano una efficace protezione della sponda nei confronti di correnti poco veloci ed al contempo creano un ambiente favorevole all'insediamento della fauna. Le canne inoltre apporteranno ulteriori benefici contribuendo alla depurazione delle acque.



Descrizione e Caratteristiche

Rullo spondale in fibra di cocco

Si tratta di una struttura di presidio del piede della sponda realizzata mediante il contenimento e la protezione con cilindri in rete di fibre di cocco o in fibra sintetica, riempiti con fibre di cocco a formare dei rulli di diametri da 30 a 60 cm e lunghezza da 3 a 6 m.

I cilindri, in numero di 1 o 2 sovrapposti, vengono disposti lungo la sponda e ancorati con tondame di legno infisso verticalmente nel terreno. Lo spazio tra i rulli e la sponda viene riempito con fascine vive e del terreno di ricalzo. Il materiale vivo può essere messo a dimora anche sotto forma di talee poste tra un rullo e l'altro.

I rulli in fibre di cocco si prestano anche ad essere piantati con piante igrofile quali: canne e carici. E' una struttura leggera di gradevole inserimento ambientale che si adatta molto bene anche a morfologie spondali anche sinuose. Nel medio periodo la fibra costituente i cilindri si degrada e la protezione e il consolidamento sono assicurati dalle piante cresciute nel frattempo.

Questa tecnica è adatta alla protezione di sponde basse, con energie della corrente molto contenute: canali in erosione, corsi d'acqua a bassa pendenza, sponde di laghi. In particolare risulta utile in caso di ricostruzione di sponde erose con materiale di dragaggio grazie all'azione filtrante esercitata dai cilindri in fibra di cocco. I rulli non risultano adatti all'impiego in acqua salmastra poiché subiscono un calo significativo di curabilità.

L'esecuzione di queste opere, dato l'uso delle fascine di ramaglia viva va realizzata durante il periodo di riposo vegetativo.

Figura 6.5.9: Difesa spondale in rulli di fibra di cocco; viene realizzata addossando i rulli alla sponda e bloccandoli a valle con dei pali. In genere se ne utilizzano due sovrapposti e se necessario nella parte bassa, costantemente sommersa, si può mettere in opera un gabbione cilindrico in rete metallica a doppia torsione a maglie esagonali riempito con pietrame.

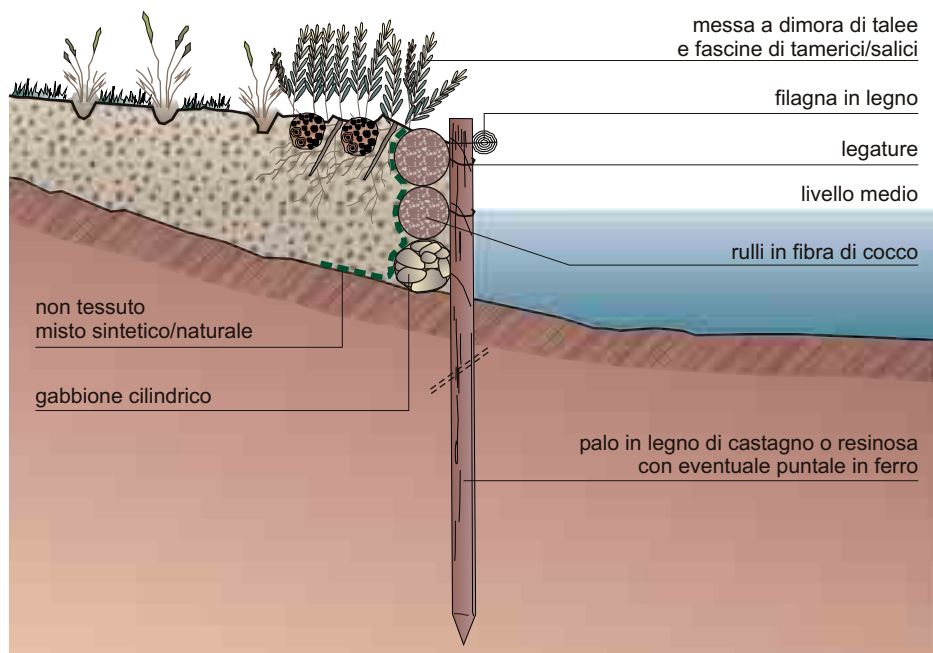


Figura 6.5.10: La foto mostra dei rulli in fibre di cocco avvolti in una rete di contenimento costituita dallo stesso tipo di materiale. La rete esterna, che può essere anche di tipo sintetico, è un elemento importante in quanto da essa dipende la resistenza meccanica dei rulli, le cui fibre non presentano nessun tipo di legame.



I rulli di cocco in genere sono costituiti da una rete in fibra sintetica o biodegradabile in cocco di maglia massima 60 x 80 mm riempiti in fibra di cocco naturale, con fibre di lunghezza 10-16 cm, di diametro da 30 a 60 cm. I rulli così realizzati costituiscono moduli cuciti lunghi da 3 a 6 m che vengono posati, in una o due file, addossati alla sponda e ancorati al substrato fissandoli con filo di ferro a pali in legno disposti ogni 40-100 cm su una fila esterna al rullo; i pali hanno diametro variabile da 10 a 25 cm e lunghezza variabile a seconda del numero di file sovrapposte. Il rullo superiore dovrà sporgere per 5-10 cm sul livello medio dell'acqua ed a tergo della struttura verrà effettuato il riempimento con materiale di dragaggio o altro terreno ed infine si pongono in opera fascine o ramaglie vive di salici o tamerici aventi la funzione di raccordo con la sponda.

In certi casi per migliorare la protezione nella parte inferiore della sponda, sempre immersa, è garantire una funzione di lungo termine, è opportuno mettere in opera un gabbione cilindrico in rete metallica a doppia torsione in filo di ferro protetto con galvanneum e plasticatura, riempito con pietrame.

La durata dei rulli è molto variabile a seconda della qualità delle fibre e delle condizioni ambientali e nel tempo vengono sostituiti nelle loro funzioni dalle piante che radicano e consolidano la sponda.

La lavorazione potrà avvenire durante il periodo di riposo vegetativo, possibilmente in primavera prima della germogliazione.

Figura 6.5.11: I rulli cilindrici possono essere predisposti piantandovi delle piante igrofile, consentendo di impiantare rapidamente della vegetazione, senza pericolo che possa venire scalzata dall'erosione della corrente.



Figura 6.5.12: Il consolidamento della sponda si otterrà posando delle fascine di salici o di tamerici a tergo dei rulli ed eventualmente, al di sopra del livello dell'acqua, delle talee poste tra un rullo e l'altro.

