

Le coperture diffuse di salice

dott.ssa Barbara Facchinelli

Dottore forestale, Via Longa 6, 38057 Susà, Pergine Valsugana (TN)

e-mail: barbara_facchinelli@yahoo.com

Premessa

Vivere in zone di montagna significa sovente doversi preoccupare di difendere la propria vita e i propri beni dalle calamità naturali e in particolare dalle piene dei corsi d'acqua. In Trentino gli eventi di piena sono stati numerosi e tra tutti si possono ricordare i più disastrosi, quelli del 1882 e del 1966. Questi eventi contribuirono a danneggiare il patrimonio boschivo e agricolo, ma soprattutto i paesi e il tessuto sociale della regione, portando ad uno spopolamento delle zone colpite. Sia dopo l'alluvione del 1882, sia dopo quella del 1966, molteplici furono gli interventi realizzati sul territorio per rimediare ai danni provocati da questi fenomeni. Le alluvioni misero in evidenza il fatto che non si poteva soltanto ricorrere alle opere di ripristino dei danni subiti.

Accanto agli interventi di ricostruzione è necessario operare per la prevenzione delle catastrofi. Fondamentale è lavorare con un approccio globale per conseguire l'*obiettivo sicurezza*. La sicurezza idraulica di un territorio, sia esso montano che di pianura, non si può ottenere realizzando solo grandi interventi nella parte di fondovalle dei corsi d'acqua. Per realizzare un buon intervento di sistemazione idraulica di un territorio è necessaria un'attenta opera di sistemazione montana dei piccoli bacini (Lo RE, 1996).

Importante in questo senso è la legge 183/89 sulla Difesa del Suolo, che istituendo le Autorità di Bacino ha favorito l'affermarsi di pratiche progettuali non più puntiformi, ma riguardanti contesti territoriali più ampi, quali i bacini idrografici (MAIONE, 1998).

Tra gli interventi che si possono mettere in atto per rendere maggiormente sicuro il territorio, si individuano due grandi gruppi: le opere intensive e le opere estensive. Le prime sono prevalentemente di tipo idraulico, essendo costituite da manufatti che vengono progettati e dimensionati seguendo i criteri predisposti dall'ingegneria civile. Queste opere possono essere di tipo sia longitudinale sia trasversale e hanno lo scopo di correggere la pendenza dei corsi d'acqua, di proteggere le sponde e di riprofilare le sezioni. Le seconde sono volte alla ricostruzione di una copertura vegetale atta a garantire la stabilità del territorio; tra gli interventi che si possono annoverare ricordiamo l'inerbimento, la copertura vegetale dei versanti, il rimboschimento, le pratiche selvicolturali e alpicolturali e le opere idraulico-forestali minori.

L'accusa che molti hanno rivolto a chi è impegnato nelle sistemazioni idraulico-forestali è quella di essere dei "cementificatori" e di aver "imbrigliato" tutti i corsi d'acqua. Al riguardo è bene diffidare da posizioni ideologiche: non può essere che la

realtà dei fatti a suggerire il tipo d'intervento più idoneo, che sicuramente non può escludere a priori la necessità di ricorrere a materiali e tecniche che offrono le massime garanzie sotto il profilo della sicurezza.

Oggi, dopo che sono state rimarginate le gravi ferite del 1882 e del 1966, in Trentino si può forse pensare all'utilizzo di tecniche più inserite nell'ambiente. In un'ottica di manutenzione del territorio, a scala di bacino, possono trovare spazio opere più mirate che prevedano anche l'utilizzo delle tecniche d'ingegneria naturalistica, le quali possono anche risultare meno onerose degli interventi classici e altrettanto valide dal punto di vista idraulico.

L'ingegneria naturalistica

Con i termini *ingegneria naturalistica*, *bioingegneria*, *ingegneria biologica* e *bio-tecnica naturalistica* si vuole sottolineare il fatto che la pratica ingegneristica viene affiancata dall'utilizzo di vegetazione viva, di materiali legnosi morti, ma anche di materiali inerti per stabilizzare le sponde e altre situazioni di dissesto. Esistono molteplici definizioni d'ingegneria naturalistica: la più semplice, qui adottata, afferma che l'ingegneria naturalistica è una disciplina che utilizza le piante, da sole o abbinate ad altri elementi, come materiale da costruzione¹. L'ingegneria naturalistica viene impiegata per risolvere problemi d'erosione del suolo, sia sui versanti che sulle sponde dei corsi d'acqua. È una tecnica alla quale concorrono più discipline quali l'ecologia, l'idrologia, l'ingegneria, la geologia, la biologia, l'architettura del paesaggio e la vivaistica. L'utilizzo di piante per il controllo dei problemi erosivi costituisce l'elemento essenziale di queste tecniche d'intervento.

Si può affermare che l'ingegneria naturalistica, intesa come disciplina, sia relativamente recente e basi le sue fondamenta nell'area alpina d'origine tedesca. L'utiliz-

zo di materiale vivente vegetale nella sistemazione dei dissesti presenti sul territorio presenta però origini molto antiche. "Da sempre la vita dell'uomo di montagna ha dovuto fare i conti con la fragilità del territorio, con i processi d'erosione che mettevano in pericolo gli insediamenti, la viabilità e i terreni utilizzati per le produzioni agricole. Nella lotta contro l'instabilità fisica del territorio il montanaro-contadino ha imparato ad utilizzare nel modo più semplice ed efficace i materiali poveri di cui il territorio montano abbondava: il legname, le pietre e le piante" (LUCHETTA, 1994).

Le coperture diffuse

La copertura diffusa, nota nel mondo tedesco con il nome di *Weidenspeittlage*, in quello anglosassone come *brush mattresses* e in Francia come *couche de branches à rejet* è una tecnica d'ingegneria naturalistica che interessa le sponde dei corsi d'acqua.

Si presenta di seguito una breve descrizione, una sorta di manuale, nella quale vengono riportate le fasi operative per la realizzazione di una copertura diffusa.

Reperimento del materiale: per la realizzazione di una copertura diffusa sono necessari innanzitutto degli astoni di salice. Gli astoni, normalmente lunghi 5-6 m e con diametri variabili tra 0.02 e 0.1 m, vengono raccolti normalmente nelle vicinanze del luogo dove successivamente verrà realizzato l'intervento, per facilitare l'attecchimento. Si devono reperire anche dei grossi massi, di 0.3-0.4 m³, necessari a garantire una sufficiente sicurezza al piede.

Rifornimento idrico: prima di iniziare gli interventi di realizzazione della copertura diffusa è necessario valutare quanta acqua è presente in alveo. Se la portata è abbondante è necessario allontanare parte dell'acqua per permettere ai mezzi di lavorare all'asciutto ed evitare torbide che potrebbero interferire

¹ MALPAGA L., 1992 *L'ingegneria naturalistica nella sistemazione dei corsi d'acqua*. Azienda Speciale di Sistemazione Montana, Provincia Autonoma di Trento, relazione interna.

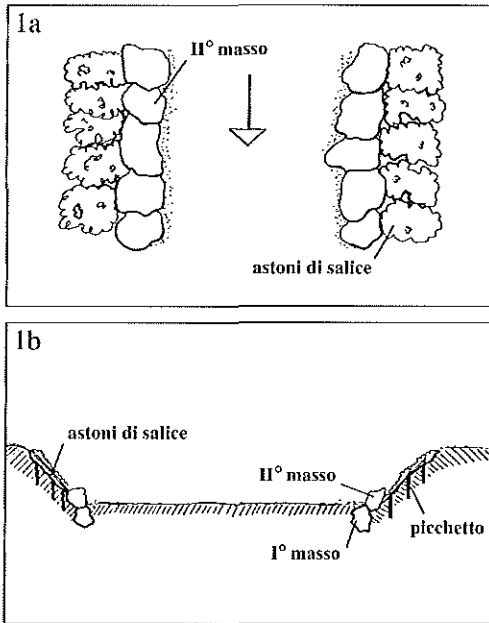


Fig. 1 - Coperture diffuse - sezione (1a) e vista dall'alto (1b), modificata da Florineth, 1990².

negativamente con la vita acquatica; se nel torrente è presente poca acqua è invece necessario individuare un punto di approvvigionamento per evitare successivi stress idrici agli astoni che devono radicare.

Modellamento sponde: per ottenere dei buoni risultati è necessario che le sponde presentino una pendenza 1:1 o più adagiata. Il modellamento serve per rendere più omogenea la sponda e facilitare il successivo attecchimento degli astoni. Il materiale sarà prevalentemente costituito da terra fine più fertile e di facile penetrazione.

Scavo fondazione: alla base della sponda deve essere realizzato un fosso nel quale verrà successivamente incanalata l'acqua necessaria agli astoni. Il fosso dovrà essere mediamente largo 0,7-1 m e profondo 0,5 m.

Consolidamento sponde: nel fosso verrà posizionata una prima fila di massi con lo scopo di rinforzare il piede dell'opera.

Preparazione e posizionamento astoni: vengono preparati gli astoni che dovranno essere

sramati per tutta la loro lunghezza. La sramatura totale si è rivelata migliore, anche se maggiori risultano i tempi di preparazione del materiale. Gli astoni vanno adagiati sulle sponde con la parte più grossa nel fosso basale.

Fissaggio: gli astoni devono essere fissati alle sponde. Vengono utilizzati quindi dei paletti, conficcati nel terreno, legati tra di loro con del filo di ferro. Il fissaggio è utile sia per legare gli astoni al terreno, sia per facilitare il loro attecchimento.

Ricoprimento: questa fase è necessaria per aiutare ulteriormente la radicazione degli astoni. I salici non devono essere completamente ricoperti, perché per un'ottimale radicazione e un successivo rigetto dei polloni è necessaria la luce.

Rinforzo al piede: l'ultima fase consiste nel posizionare, sopra la prima, un'altra fila di grossi massi spesso collegati tra di loro con cavi.

Analisi delle coperture diffuse

Le coperture diffuse sono un tipo di protezione di sponda che dal punto di vista biologico svolge un'importante funzione: ricostituire la vegetazione lungo le sponde dei corsi d'acqua. Le coperture diffuse hanno certamente un ridotto impatto ambientale rispetto ad altri interventi, basti infatti pensare che nei corsi d'acqua dove l'uomo non è intervenuto, la vegetazione è naturalmente presente. Le piante, inoltre, hanno anche una funzione di filtro nei confronti delle sostanze nocive. Anche se la loro azione non può essere considerata risolutiva, tuttavia si può supporre che siano in grado di captare, dalle acque di scarico immesse negli alvei, degli elementi nutritivi, riducendo così l'inquinamento prodotto dalle stesse.

Dal punto di vista economico un metro lineare di copertura diffusa costa da L. 175'400 a L. 196'000; le differenze sono dovute soprattutto allo sviluppo delle sponde sulle quali le coperture diffuse vengono rea-

2 FLORINETH F., 1990. *Metodi di ingegneria naturalistica lungo i corsi d'acqua*. Azienda speciale per la regolazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo, Provincia Autonoma di Bolzano, relazione interna.

lizzate, alle loro caratteristiche e alla necessità o meno di utilizzare materiale da riporto.

Per una stima migliore si sono quindi ricercati i valori unitari: un metro quadrato di copertura diffusa, comprensiva di protezione al piede, realizzata mediante scogliera in grossi massi, costa L. 96'700. I costi che maggiormente incidono sulla loro realizzazione sono dati dall'uso di mezzi meccanici e dall'acquisto di massi per realizzare le scogliere. I mezzi meccanici normalmente impiegati sono escavatori cingolati di media potenza, il cui costo orario è di L. 104'200; la loro incidenza sul costo delle opere è pari circa al 90% anche perché questi svolgono la maggior parte del lavoro, mentre per quanto riguarda i massi si può considerare che un masso di 0.3-0.4 m³ ha un costo variabile tra L. 20'000 e L. 50'000. L'incidenza della materia prima, gli astoni di salice, è quasi sempre molto ridotta, poiché i materiali vengono reperiti in aree demaniali.

Dal computo metrico-estimativo presente nelle perizie si può infatti ricavare che un metro quadrato di copertura diffusa, solo astoni di salice con gli ancoraggi, costa L. 34'000. Per quanto riguarda il costo dei palletti e del filo di ferro utilizzati per appressare gli astoni al terreno, questo non ha una grande incidenza sul costo finale delle coperture.

Al costo delle coperture diffuse così calcolato va poi aggiunto il costo della manodopera. Per realizzare questi interventi sono necessari normalmente 3 o 4 uomini, tra cui 1 caposquadra e 2 o 3 operai che impiegano normalmente 10 - 15 minuti per posizionare 1 metro lineare di copertura diffusa. Il costo orario di un caposquadra è di L. 60'000 e quello di un operaio (tenendo conto che esistono 3 diversi livelli) è in media di L. 51'000.

Di seguito passeremo in rassegna alcune fra le tecniche di protezione di sponda più utilizzate nell'ingegneria naturalistica o in quella per così dire tradizionale, confrontandole con le coperture diffuse. Analizzeremo in particolare le scogliere, le palificate e i muri.

Le scogliere vengono realizzate depo-

nendo dei grossi massi lungo le sponde. In questo tipo di opera la vegetazione viene limitata anche se è possibile un suo riscoppio tra gli interstizi dei massi. La vegetazione può essere sia spontanea che introdotta mediante la messa a dimora tra le fessure di talee di specie adatte.

Il confronto con le coperture diffuse può essere eseguito su più fronti. Innanzitutto le scogliere sono più resistenti al passaggio della piena essendo costruite con grossi massi che possono essere mossi solo da portate notevoli. Dal punto di vista biologico le scogliere sono sicuramente meno naturali delle coperture diffuse anche se lasciano molti spazi liberi per la vegetazione.

Per quanto riguarda i costi, un metro lineare di scogliera costa L. 188'100, questa cifra corrisponde ad un valore unitario al metro quadrato di L. 62'700. Il minor costo di questa tecnica è dovuto soprattutto alla maggiore facilità nella realizzazione dell'opera. Le scogliere infatti necessitano di minori interventi di preparazione delle sponde che devono essere meno modellate rispetto a quelle per la realizzazione delle coperture diffuse. Soprattutto le scogliere non richiedono l'intervento della manodopera, a meno che i massi non vengano legati con calcestruzzo o funi d'acciaio. Fondamentale nella realizzazione delle scogliere è quindi l'abilità dell'operatore del mezzo meccanico.

Le palificate possono essere annoverate tra gli interventi di ingegneria naturalistica quando prevedono l'inserimento tra i pali di piante vive. Questo tipo di opera risulta essere la più costosa tra tutte quelle citate. Il costo al metro quadrato è pari a L. 183'600. I motivi del maggior costo sono molteplici: da un lato la maggiore difficoltà costruttiva e il maggior tempo richiesto e dall'altro il costo dei materiali. L'opera viene realizzata utilizzando tondame di larice, avente un diametro medio di circa 30 cm, e successivamente riempita di materiale inerte. Il tondame di larice ha un costo di 250'000-300'000 L./m³. Il costo, benché elevato, è ripagato dalla durezza del materiale.

La difesa di sponda può essere realizzata anche attraverso muri in calcestruzzo. Que-



Foto 1 - Gli astoni di salice posizionati sulla sponda del Torrente Duina (Trentino occidentale).

st'opera dà sicuramente le migliori garanzie dal punto di vista idraulico, mostrando elevata resistenza al passaggio dell'acqua, ma i peggiori risultati dal punto di vista ambientale e paesaggistico. Questo tipo di opera risulta essere abbastanza costosa, anche se meno delle palificate. Il suo costo al metro cubo è pari a L. 172'700. I costi dipendono dal tipo di calcestruzzo utilizzato, dall'armatura e anche dal rivestimento o meno dell'opera stessa con sassi irregolari o squadriati, lastre prefabbricate, ecc.

L'analisi si conclude valutando le coperture diffuse dal punto di vista idraulico. È disponibile in commercio un programma: *MACRA 1/Protezioni spondali*³, con il quale è possibile verificare in maniera molto semplice l'efficienza idraulica della sezione trasversale, ovvero la sua capacità di smaltire la portata di progetto ($Q \leq Q_p$) e la

sua capacità di resistere alle sollecitazioni della corrente (tensione tangenziale al fondo e sulle sponde minori o uguali alla tensione massima di trascinamento al fondo e sulle sponde). Il programma analizza diversi tipi di opere di protezione delle sponde dei corsi d'acqua, sia di tipo convenzionale che di ingegneria naturalistica e in letteratura si trovano analisi riferite a questa tipologia protettiva. L'applicazione del programma risulta molto restrittiva rispetto alle considerazioni che si trovano in letteratura, soprattutto per quanto riguarda la forza di erosione e quindi la relativa resistenza operata dalla vegetazione nei confronti della corrente. Il punto critico appare il momento di fine lavori quando le sponde non sono ancora rinforzate dall'apparato radicale dei salici, ma sono presenti solo gli astoni. La rapidità con la quale i salici

³ Officine Maccaferri S.p.A., realizzato da EHS S.r.l.



Foto 2 - Un tratto di copertura diffusa realizzata sul Torrente Adanà (Trentino occidentale).

radicano e si accrescono permette però di affermare che questo momento può essere superato abbastanza velocemente, tenendo conto inoltre che le piene che sono state considerate nei calcoli presentavano tempi di ritorno piuttosto lunghi (25-50 anni). Una problematica emersa dall'applicazione del programma, che meriterebbe di essere studiata ulteriormente, riguarda la minore resistenza all'azione della corrente da parte delle coperture diffuse in presenza di tipi di protezione diversi tra le sponde destra e sinistra di uno stesso tratto di corso d'acqua.

una piena di intensità notevole senza venir intaccate.

La capacità dei salici di radicare molto velocemente e di emettere altrettanto velocemente dei getti aerei, permette in poco tempo di raggiungere livelli di sicurezza accettabili. Nell'ottica di garantire questa sicurezza si sottolinea, però, il fatto che le coperture diffuse sono efficaci nel medio e lungo periodo, ma necessitano di manutenzione continua per evitare un loro eccessivo proliferare, che potrebbe comportare difficoltà nello smaltimento dell'acqua di piena con successivi problemi di esondazione.

Conclusioni

L'azione protettiva delle coperture diffuse è stata dimostrata dai lavori di Florineth e dall'analisi del comportamento delle stesse lungo il corso del Torrente Adanà a Lardaro (TN), dove alcuni mesi dopo la loro realizzazione sono state interessate da

BIBLIOGRAFIA CITATA E DI RIFERIMENTO

- BENINI G., 1990 - *Sistemazioni idraulico - forestali*. UTET.
- DE BATTISTI R., PAIERO P., 1984 - *L'impiego dei salici in campo forestale ed agrario*. Monti e Boschi, 35(5): 4-11.
- FACCHINELLI B., 1998 - *L'impiego delle coperture diffuse di salice nelle opere di protezione spondale*. Tesi di Laurea in Sistemazioni idraulico-forestali, Università degli Studi di Padova, A.A. 1997-1998.
- FLORINETH F., 1988 - *Misure di ingegneria biologica nella sistemazione dei torrenti in Alto Adige*. Dendronatura, 1: 43-48.
- GRAY D. H. - SOTIR R. B., 1996 - *Biotechnical and soil bioengineering slope stabilization: a practical guide for erosion control*. John Wiley & Sons, Inc.
- KIPAR A., 1986 - *I metodi della bioingegneria applicati al recupero dei corsi d'acqua*. Acer, 4: 10-12.
- KUSTER P., 1996 - *Ingegneria naturalistica. Vegetazione spondale e capacità di deflusso in una sezione trapezoidale*. Acer, 1: 35-37.
- LACHAT B., 1993 - *La gestion intégrée des cours d'eau: concepts généraux, objectifs et approche méthodologique*. Atti del Seminario "La rinaturalizzazione del territorio antropizzato attraverso l'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica", Lignano Sabbiadoro 23 ottobre 1993.
- LANDO M., 1980 - *La protezione: un costante impegno contro mille insidie*. Quaderni de Il Trentino 48-49: 8-25.
- LO RE G., 1996 - *Ingegneria naturalistica. Il contributo della ingegneria naturalistica alla pianificazione urbanistica*. Acer, 1: 24-27.
- LUCETTA A., 1994 - *Ingegneria naturalistica: origine, evoluzione e prospettive*. Atti del corso di formazione professionale in ingegneria naturalistica, 14-29 aprile 1994, Regione Veneto: 13-25.
- MAIONE U., 1998 - *La sistemazione dei corsi d'acqua montani*. Editoriale BIOS s.a.s.
- NARDIN D., 1989 - *Il lavoro dell'Azienda Speciale di Sistemazione Montana: Obiettivo Sicurezza*. Il Trentino, ottobre 1989: 39-45.
- NARDIN D., TOMASETTI R., 1985 - *Le sistemazioni idraulico-forestali: l'attività dell'Azienda Speciale di Sistemazione Montana*. Monti e Boschi, 1: 15-18.
- OFFICINE MACCAFERRI, 1996 - *Manuale MACRA I/Protezioni Spondali*. Realizzato da EHS S.r.l.
- OPLATKA M., 1996 - *Widerstand von Weiden gegenüber Stromungskraften, Ausreissversuche an Weiden*. Interpraevent, 5: 155-164.
- SAULI G., 1995 - *Sistemazioni in ambito fluviale - schede di ingegneria naturalistica*. Il Verde Editoriale.
- SCHIECHTL H. M., 1986 - *Bioingegneria forestale*. Castaldi, Feltre.
- SCHIECHTL H. M., 1996 - *Materiali da costruzione vivi: proposte di utilizzo*. Acer 6: 4-6.
- SCHIECHTL H. M., STERN, 1994 - *Ingegneria naturalistica - manuale delle costruzioni idrauliche*. Edizioni ARCA, Trento.

Riassunto

Le frequenti alluvioni che hanno interessato in passato, ma anche oggi, il Trentino, hanno messo in evidenza l'importanza della prevenzione, che non deve interessare solo la parte di fondovalle dei corsi d'acqua ma deve comprendere l'intero bacino e non limitarsi solo alle opere di ripristino dei danni. Tra le opere che possono essere impiegate si possono ricordare anche quelle realizzate secondo i dettami dell'ingegneria naturalistica.

L'ingegneria naturalistica è una tecnica utilizzata da secoli dalle popolazioni di montagna per mettere in sicurezza il territorio ed oggi viene di nuovo impiegata frequentemente. Questa tecnica prevede l'utilizzo delle piante, da sole o abbinate ad altri elementi, come materiale da costruzione.

La particolare tecnica qui descritta, la copertura diffusa di salice, prevede l'utilizzo dei salici come materiali per il consolidamento delle sponde dei corsi d'acqua. Accanto ad un'accurata descrizione delle modalità di realizzazione della copertura diffusa, una sorta di manuale delle diverse fasi operative, viene presentata una breve analisi sia di tipo economico che idraulico.

Summary

The occurrence of floods, that frequently happens, in the past as well today, in the Province of Trentino, highlights the value of prevention measures not only for river beds but also for the entire basin. Actions limited to simple damage repair can not be enough. Among the prevention techniques, bioengineering is worth to mention.

Bioengineering is a technique used in the past by mountain population to protect the territory and it is also frequently used today. Bioengineering uses live plants, alone or with other elements, wood or rock, as construction material.

Here we describe a technique, the brush matressing, that uses plants of Salix to reinforce rivers banks.

A careful description of the construction phases, a little manual of use, and a brief economic and hydraulic analysis are presented.