

La stabilizzazione delle sponde in dissesto

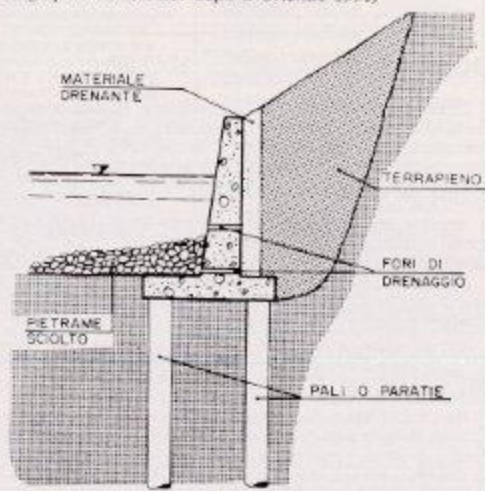
La stabilità delle sponde fluviali può essere migliorata attraverso interventi di protezione che possono così essere classificati: muri e paratie; rinfranchi di materiali sciolti; rivestimenti leggeri; interventi di bioingegneria.

Tale classificazione tiene conto dell'effetto globale che l'intervento determina sulla stabilità della sponda sia come protezione dall'erosione idrica che come miglioramento del coefficiente di sicurezza nei confronti di un potenziale meccanismo di rottura.

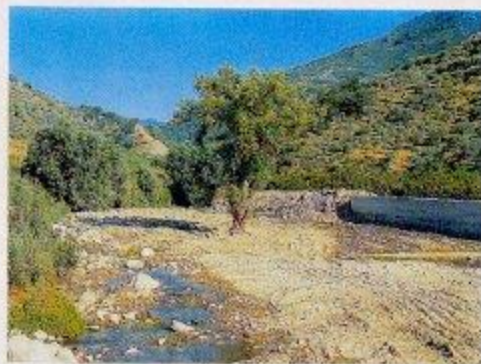
Muri e paratie. Rappresentano delle vere e proprie opere di sostegno che, oltre a garantire una protezione dall'erosione fluviale, favoriscono il consolidamento dei terreni e il raggiungimento di un maggiore coefficiente di sicurezza da possibili meccanismi di rottura della sponda. Questi interventi, risultando economicamente onerosi, modificando il regime idraulico (rettificazione del corso d'acqua) e determinando, quindi, un impatto ambientale non trascurabile, andrebbero utilizzati solo in caso di reale necessità, come nella protezione di manufatti di primaria importanza.



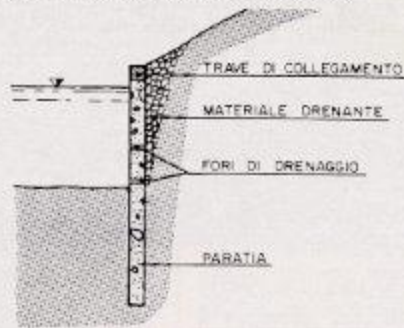
Monti Nebrodi (Sicilia): briglie e muri d'argine nella fiumara di Naso (tratto da: "I Nebrodi, lo stato dell'ambiente", Lega per l'Ambiente, Capo d'Orlando 1990)



Schema di muro realizzato come opera di sostegno

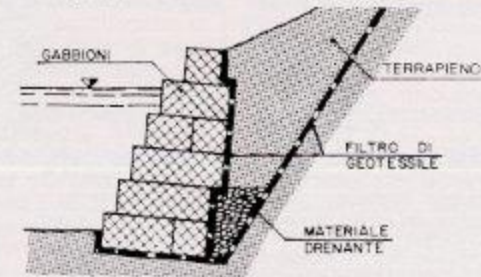


Monti Nebrodi (Sicilia): vegetazione ripariale completamente distrutta nella fiumara grande di Tortorici (tratto da: "I Nebrodi, lo stato dell'ambiente")

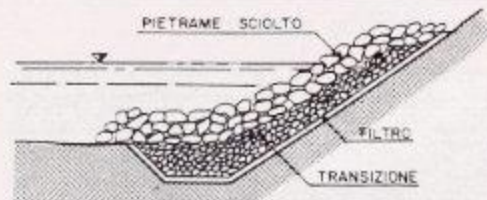


Schema di paratia

Rinfranchi di materiali sciolti. Si tratta di rivestimenti costituiti da pietrame sciolto di grosse dimensioni o pietrame contenuto in gabbioni. In alcuni casi il pietrame è sostituito con blocchi di calcestruzzo di forma diversa (prismate). Le caratteristiche di questo rivestimento sono la deformabilità e la permeabilità che migliorano la stabilità della sponda oltre che proteggerla dall'erosione. Anche questo tipo di intervento, però, presenta aspetti negativi legati, in primo luogo, a modificazioni permanenti dell'assetto morfologico dell'alveo e alla preclusione all'attecchimento di un manto vegetale sulle sponde.



Schema di rinfranco di pietrame sciolto contenuto in gabbioni, utilizzato soprattutto per interventi veloci

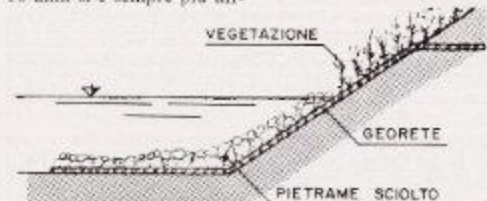


Schema di rinfillo di materiali sciolti

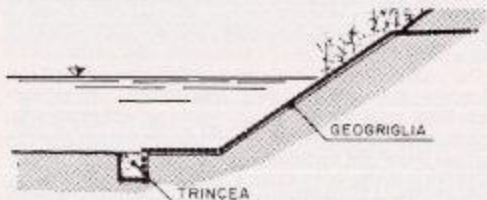


Fiume Belice (Agrigento): canalizzazione con rivestimento flessibile della sponda della ditta Maccaferri

Rivestimenti leggeri. Questi rivestimenti sono generalmente costituiti da due strati di diverso materiale, il primo con funzione di protezione dall'erosione (lo strato a contatto con l'acqua) e il secondo, immediatamente sottostante, con funzione di filtro. Presentano uno spessore ridotto e sono alquanto flessibili e si adattano, pertanto, ad eventuali cedimenti differenziali della sponda, ma, non svolgendo una funzione di consolidamento dei terreni, non sono sufficienti laddove venga richiesto un adeguato margine di sicurezza nei confronti della stabilità globale. Negli ultimi 30 anni si è sempre più dif-



Schema di rivestimento leggero con georete a struttura tridimensionale



Schema di rivestimento leggero con geogriglia

fuso l'utilizzo, quale filtro, di "geotessili", speciali fibre sintetiche che presentano un'elevata permeabilità unita a una elevata resistenza meccanica. I materiali più impiegati per la protezione dall'erosione (primo strato) sono pietrame sciol-

to, materassi (a rete metallica con maglia esagonale o in geotessile) riempiti con materiale sciolto, elementi (lastre) di calcestruzzo, materiali sintetici (georeti, geogriglie). La caratteristica principale dei rivestimenti sintetici è quella di favorire la crescita della vegetazione a protezione dall'erosione delle acque di ruscellamento e quindi vengono utilizzati per la parte di sponda non bagnata dall'acqua.



Posa in opera della stuoia tridimensionale di nylon Enkamat



Risultati ottenuti con la stuoia Enkamat

Interventi di bioingegneria. Questa tecnica, che si sta sempre più diffondendo in questi ultimi anni, in particolare nei paesi più attenti alle tematiche ambientali, si basa sull'impiego abbinato di materiali inerti con quelli viventi, principalmente piante o parti di esse, finalizzata alla protezione dei terreni dall'erosione e alla loro stabilizzazione. La caratteristica principale di queste tecniche è, pertanto, di rispettare e ricostruire l'ambiente e il paesaggio naturali, migliorando l'ecosistema, sia dell'alveo che della vegetazione ripariale, riconoscendo gli stretti rapporti esistenti tra corso d'acqua e territorio. Questi interventi, inoltre, risultano competitivi e alternativi, da un punto di vista economico, alle opere tradizionali.

Dove la ricostruzione rispetta la natura

Le migliori sistemazioni idrogeologiche di torrenti dissestati da alluvioni sono quelle che non si vedono. E questo uno dei vantaggi conseguibili con l'impiego delle moderne tecniche di ingegneria naturalistica.

L'uso combinato di materiali inerti con il sapiente utilizzo di essenze vegetali oggi può infatti egregiamente sostituirsi, in molte opere di consolidamento di frane e regimazione di corsi d'acqua, alle tecniche "classiche" che non disdegnano il sovradimensionamento dei manufatti con abbondanti colate di cemento. Esempi tangibili di opere già realizzate secondo questi raffinati criteri se ne possono trovare in abbondanza in Alto Adige.

In effetti nelle vallate della provincia di Bolzano, si trovano ancora opere di regolazione dei corsi d'acqua risalenti almeno al XIII secolo: già allora furono adottate, a causa del-



Ricostruzione del manto vegetale delle scarpate (sopra) con talee di salice e (sotto) tatifoglie (tratto da: "Tutela e gestione degli ambienti fluviali", Wwf Italia)



Rio Pala, Val d'Ega (1982), appena dopo la costruzione di coperture diffuse con salice come consolidamento di scarpate (foto Florin Florineth)

le frequenti piene e alluvioni, misure di difesa diretta degli abitati, quali le protezioni spondali. Queste opere di sistemazione testimoniano la rilevanza del fenomeno per questa regione e di conseguenza il particolare sviluppo e applicazione di moderne tecniche per la sistemazione idrogeologica.

Uno dei casi più significativi si può trovare in Val Martello. Ci si arriva agevolmente da Laces, località circa a metà strada fra Merano e Malles in Val Venosta, imboccando la strada che conduce alle rovine del castello Montani e proseguendo poi verso Bagni di Salto. Al primo tornante si abbandona la macchina e si sale a piedi lungo l'alveo del torrente Plina.

Qui l'Azienda speciale per la regolazione dei corsi d'acqua e la difesa del suolo della Provincia di Bolzano, istituita con apposita legge nel 1975, ha realizzato diverse opere lungo un tratto di valle di circa dieci chilometri.



Rio Pala (1991): coperture diffuse con salici a un'età di 10 anni (foto Florin Florineth)

Le operazioni di ricostruzione sono consistite in primo luogo nel ricreare un nuovo disegno della valle, il più vicino possibile all'aspetto naturale, scorrendo gli scoscedimenti e utilizzando l'abbondante materiale trascinato dalle piene per rimodellare i due versanti. I massi di maggiore dimensione sono stati impiegati per creare scogliere a secco nei punti di maggior erosione delle acque e per realizzare numerose briglie e soglie di fondo.

I versanti dissestati sono quindi stati stabilizzati con graticci vive, ossia con un fitto intreccio di talee di salici infissi con particolari tecniche nel corpo di frana in modo da consolidare il dissesto. Per allontanare le acque circostanti nel sottosuolo lungo i versanti laterali sono poi stati realizzati speciali "sistemi di drenaggio subverticale vivo". La soluzione adottata è particolarmente raffinata in quanto riduce il carico al versante dei classici drenaggi, particolarmente pesanti. Questa tecnica impiega fascinate disposte nel sottosuolo lungo la linea di massima pendenza e rinforzate con talee di salici, le cui radici formano un corpo unico con le fascinate contribuendo a stabilizzare la struttura e a mantenerla efficacemente negli anni.

Lungo il profilo della vallata così rimodellata, sono infine state poste a dimora migliaia di pianticelle di ontano nero e di salici, allo scopo di riformare l'originale copertura vegetale.

Gli interventi della Val Martello dimostrano in maniera tangibile che nella difesa del suolo e nelle sistemazioni idrauliche non è sempre obbligatorio rettificare i corsi d'acqua con antistatici canali artificiali, creare scogliere impermeabili per limitare le erosioni di sponda e realizzare pesanti muri di sostegno con ciclopiche colate di cemento. Troppe volte siamo stati costretti a osservare questo tipo di opere in molte parti del territorio nazionale.

Dal punto di vista economico, questo sistema di difesa spondale è molto vantaggioso. I lavori descritti lungo il torrente Plina sono costati circa un miliardo al chilometro. Invece in molte altre località dell'Alpi, in diversi casi di sistemazioni idrauliche tradizionali, con pesanti cementificazioni, i costi si aggirano da 4 fino a 50 miliardi per chilometro.

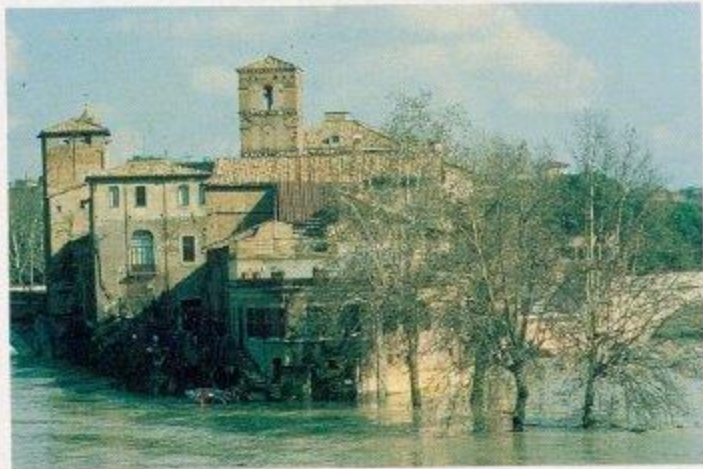
Con l'utilizzo delle tecniche di bioingegneria sono stati già realizzati in provincia di Bolzano circa 600 interventi di vario genere con la messa a dimora di più di centomila piantine radicate. C'è da augurarsi che in altre aree del territorio nazionale vengano realizzati interventi del genere in cui viene posta una maggiore attenzione alla ricostruzione dell'ambiente. □

Una piena del Tevere

Si riporta di seguito una relazione scritta da un tecnico competente e saggio, in seguito a una piena del Tevere del 1819, che individuava nella cura della disposizione naturale del fiume l'intervento più opportuno ed economico da realizzare.

Direzione de' lavori di strade alla destra del Tevere, Roma li 24 febbraio 1819.

Oggetto: Rapporto sui guasti cagionati dall'ultima piena



del Tevere alla strada di Porta Angelica.

Eccellenza, l'ultima piena del Tevere ha corroso la sponda destra sulla rivolta che costeggia la strada di Porta Angelica circa alla metà della detta strada fra Ponte Milvio e la detta porta Angelica; e nel calare della piena si è rovinato e caduto in parte il muro che ivi fa riparo e sostegno alla strada per una lunghezza di metri 31; e si è anco corroso e abbassato un tratto di fiancheggiamento di detta strada. Io ho visitato quel guasto ed ho rifrattando ordinato al sig. Moroni appaltatore di quella strada a raccogliere e trasportare in

sicuro il materiale e il muro rovinato per non perderlo, e di rimettere provvisoriamente la fiancheggiatura abbassata. Credo poi più opportuno e più economico di abbandonare la ricostruzione di quel muro, rifrattando invece la strada sulla campagna. La sponda del fiume in quel luogo tende a sistemarsi in una curva regolare. Si deve perciò curare la disposizione naturale del fiume, garantendone poscia la ripa con piccole piantagioni di legna verde. Se si volesse ricostruire il muro come prima si trovava eseguito, si andrebbe incontro a vederlo ben presto rovesciato; e se si volesse piantarlo a poter resistere alla corrente del Tevere, ed alla pressione del terreno, converrebbe portare la fondazione sotto il letto del fiume, l'acché richiederebbe delle grandi dimensioni, ed una spesa rilevante, che d'altronde può evitarsi col ritiro della strada.

L'Ingegnere Trebbi è incaricato di delineare il rigo dal quale V. ra Ecc. za Rev. ma potrà poi rilevare cosa si propone, e che è necessario da farsi. Intanto la strada è transitabile senza pericolo; ed è ciò che io mi affretto di parteciparle nell'atto di rassegnarmele con profondo rispetto. Di V. ra Ecc. za R. ma U. mo e D. mo.

Martinetti
(Lettera a Sua Ecc. Monsignor Presidente delle strade, Archivio di Stato, Presidente delle strade, busta 280).

Purtroppo, dal 1819 a oggi, in Italia è stata portata avanti dai governanti e dagli amministratori locali una dissenata politica di pianificazione del territorio non basata su interventi di difesa della natura e del suolo.

Un esempio di questa rozza mentalità dei nostri politici ce lo dà l'assessore al Turismo e urbanistica della regione Val d'Aosta Lanice, che dichiarò nel 1987 in risposta a una interpellanza che lo scopo degli interventi di sistemazione idrogeologica è quello di arrivare a "una progettazione quantitativa rivolta alla geometrizzazione dei corsi d'acqua". □

spesso utilizzati per riparare i danni causati dalle opere stesse piuttosto che da fenomeni meteorici imprevisi. Un esempio è fornito dalla situazione rilevata sui corsi d'acqua piemontesi dove sono state realizzate numerose sistemazioni con "primate" (massicciate di cubi di calcestruzzo depositati lungo le sponde degli alvei fluviali). Tali interventi possono così essere suddivisi in base a un'analisi costo/beneficio: 10 per cento per proteggere direttamente abitati, argini, ponti, dighe e altri manufatti; i benefici sono notevoli, superiori alla somma dei costi.

50 per cento per proteggere dall'erosione le sponde dei terreni agricoli golena; i benefici sono scarsi e nettamente inferiori alla somma dei costi. 40 per cento in luoghi dove non svolgono alcuna funzione di protezione.

Ogni commento risulta superfluo.

In questi ultimi anni si sta osservando una discreta inversione di tendenza, grazie all'entrata in vigore della legge Galasso e di quella per la difesa del suolo (numero 183/89) e alla accresciuta sensibilità in materia di difesa ambientale. Ed è in questo senso che si spera

non vengano più progettate opere per contrastare la naturale evoluzione dei fiumi (solo se strettamente necessarie) e invece si proceda a riprogettarne la ricostruzione e il restauro verso lo stato originario. Tale modo di ragionare era già ben chiaro ed evidente, nel 1819, al dirigente dei lavori sulle strade alla destra del Tevere il quale, nella sua relazione sui danni causati da una piena del fiume, individuava nel mantenimento dell'assetto naturale del corso d'acqua l'intervento più opportuno da realizzare.

Sergio Castenetto
Eugenio Di Loreto

Roma: il fiume Tevere in piena (foto Marco Comandaro)

Spazio e ambiente - Il Giornale - 28.9.91.

Sauli N. - *La bioingegneria nel consolidamento dei terreni instabili* - Relazione presentata alla giornata di studio sulle instabilità dei pendii e sui metodi di consolidamento dei centri abitati in dissesto.

Enea, Associazione Progetto Civita, Ordine Nazionale dei geologi. S. Martino al Cimino (VT) giugno 1990.

Come difendere le sponde

Col cemento o con la bioingegneria. Nel nostro paese la prima opzione è stata finora quella vincente. Poche, e riuscite, le eccezioni a questa tendenza

*Frana Wieser a San
Genesio sopra
Bolzano dopo
l'intervento di
ripristino: gradonate
orizzontali con un'età
di 1-7 anni
(foto Florin Florineth)*



*Frana Wieser: (pagina
accanto, in alto): un
dettaglio della
costruzione di
gradonate orizzontali
come consolidamento
(foto Florin Florineth)*

HOW TO PROTECT RIVER SIDES

Water currents can cause, on river sides, erosion and lowering of water surface. Also man activities cause trouble. In river adjustment interventions, which aim at maintaining the equilibrium of river ecosystems, the stabilization of sides is a fundamental step. To do this it is possible to intervene in different ways: by raising walls and bulkheads; by loose materials filling, and with light coverings; by bioengineering. The last two types of interventions are the most recommendable because respecting natural equilibria besides being effective. However, despite this, in Italy they build up and cemented. Such heavy interventions deprive of flood expansion, making problems worse.

di
**SERGIO
CASTENETTO,
EUGENIO
DI LORETO**

In ogni bacino idrografico esiste un rapporto, più o meno stretto, tra evoluzione dei versanti e corso d'acqua, in particolare nel tratto iniziale di un torrente, dove il regime idraulico influenza notevolmente la morfologia del territorio. Per tale motivo qualsiasi intervento previsto sui versanti o sul corso d'acqua deve tenere conto dell'influenza diretta o indiretta che esso ha sull'elemento reciproco.

A questo concetto, che oggi sembra ovvio, si è pervenuti per gradi, attraverso l'evolversi delle conoscenze tecniche e scientifiche. Già tre secoli orsono era chiaro che i versanti dissestati provocavano un eccessivo apporto di materiali solidi nei torrenti, come pure l'erosione del letto dei corsi d'acqua poteva dar luogo al franamento e quindi al dissesto dei versanti stessi.

Questi concetti, che sono alla base della sistemazione dei bacini montani, sono stati per la prima volta enunciati da alcuni studiosi di idraulica fluviale e torrentizia che operarono in Italia tra il 1600 e il 1700. Il Viviani, ad esempio, nel 1684 indicava l'impiego delle briglie in un torrente non solo per trattenere il materiale solido trasportato ma anche per "moderare la gran pendenza di quelle valli" e soprattutto per "fermare la corrosione dentro il suolo delle medesime valli".

La sistemazione idraulica di un corso d'acqua ha come obiettivo principale quello di indirizzare, nel modo più favorevole per l'uomo, la sua naturale tendenza evolutiva, evitando di provocare danni all'equilibrio dell'ecosistema. Il raggiungimento di tali obiettivi si consegue attraverso attività di ricerca in-

terdisciplinari sulle caratteristiche geomorfologiche, idrauliche (portata, trasporto solido, ecc.), vegetazionali del bacino idrografico, alle quali collaborano ingegneri, geologi, biologi, agronomi, forestali, ecc.

Nell'ambito dello studio delle sistemazioni fluviali e degli interventi di difesa dei versanti di un bacino idrografico, rivestono particolare importanza gli interventi di stabilizzazione delle sponde dei corsi d'acqua. Infatti, l'azione della corrente idrica e l'erosione più o meno rapida, combinate ad altre azioni, possono provocare dissesti delle sponde che determinano condizioni di pericolo per manufatti (ponti, dighe, metanodotti, elettrodotti, ecc.) e coinvolgono, talora, estese porzioni di pendii sovrastanti il corso d'acqua.

In Italia negli ultimi anni sono state adottate politi-



che e strategie errate in materia di sistemazione fluviale che hanno privato i corsi d'acqua delle aree naturali di espansione delle piene, spazi che sono stati occupati da insediamenti edilizi, agricoli e industriali.

Si è assistito a una progressiva cementificazione dei corsi d'acqua che, con l'alibi della protezione di manufatti e opere antropiche, ha in realtà consentito lo sfruttamento del territorio in modo indiscriminato

e la distruzione di ecosistemi necessari al mantenimento dell'equilibrio corso d'acqua-territorio circostanti.

Si è proceduto sui corsi d'acqua, in modo massiccio: a canalizzare, restringere, raddrizzare gli alvei; a estirpare le vegetazioni spontanee (erbacee, arbustive e arboree) lungo i pendii dei monti, nelle aree golenali e lungo le sponde.

Tutto ciò, anche in assenza di eventi meteorici ecce-

zionali, ha provocato artificialmente, su numerosi corsi d'acqua, l'insorgere di piene e magre anomale determinando condizioni di rischio altrimenti inesistenti. In realtà sono stati realizzati numerosi interventi di "protezione" anche laddove le condizioni idrologiche, e il regime idraulico del corso d'acqua, non giustificavano tali opere, favorendo unicamente finanziamenti a pioggia dello Stato,

(segue a pag. 71)

Bibliografia

AA.VV. - *Tutela dei corsi d'acqua* - Seminario e Convegno organizzato dal Consorzio risorse idriche "schema 23" Servizio Tutela delle Acque. Firenze, Gennaio 1991.

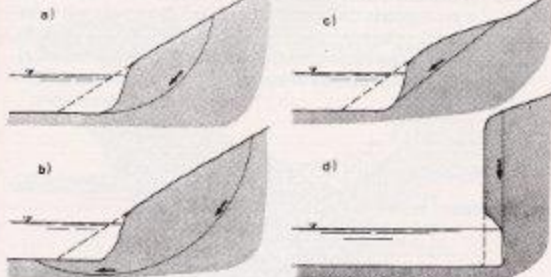
Benini G., Fantorelli S., Grazi S., Puglisi S. - *Interventi di sistemazione idraulico-forestale* - In Atti del Convegno conclusivo del P.F. Conservazione del suolo. Cnr Roma, 9-10 Ottobre 1982. pp. 217-225.

Bigalli F., Cazzuffi D., Di Maio S., - *La stabilizzazione dei corsi d'acqua* - In Atti del XVI Convegno Nazionale di Geotecnica. Bologna 14-16 Maggio 1986.

Ente riserve naturali di Garzaia di Valenza e Garzaia di Bosco Marengo - *I fiumi italiani e le calamità artificiali* - a cura di Comitato per la difesa e la rivalutazione del Po. Italia Nostra, Lega per l'ambiente, Pro Natura, Wwf del Piemonte, Marzo 1988.

(segue)

Tipi di dissesti lungo le sponde dei corsi d'acqua



Rottura per effetto dell'erosione idrica del piede della sponda. Schemi a) e b): meccanismo di rottura per effetto del rapido abbassamento del livello dell'acqua nell'alveo. Schemi c) e d): rottura per scivolamento di porzioni di sponda lungo le superfici piane (tutti gli schemi pubblicati sono tratti da: Atti XVI Convegno nazionale di geotecnica. Associazione geotecnica italiana. Bologna 1986)

Le cause che possono determinare dissesti lungo le sponde dei corsi d'acqua sono principalmente collegate all'azione della corrente idrica o determinate da diverse cause esterne. La corrente idrica, in particolare, può generare fenomeni di rottura per erosione al piede o per abbassamento del livello del pelo libero dell'acqua:

erosione, legata alla velocità della corrente idrica e/o a una scarsa resistenza dei terreni a contatto con l'acqua, facilmente asportabili in seguito alle loro caratteristiche granulometriche; **abbassamento del pelo libero dell'acqua**, che provoca condizioni di rottura nei terreni, a bassa permeabilità, saturati nella fase di piena del corso d'acqua.

Tra le cause meno frequenti, e indipendenti dal regime idrico, ma comunque importanti, sono da ricordare l'azione erosiva esercitata dalle acque di scorrimento superficiale e la presenza di falde idriche che possono favorire fenomeni di rottura dei terreni.

Non si possono, infine, trascurare le cause di dissesto delle sponde indotte dagli interventi antropici per sistemazioni fluviali di limitata estensione, quali: costruzione di manufatti in cemento armato, arginature, briglie, scavi, reinterri.

Spesso tali opere sono mal progettate, senza tener conto della stretta interconnessione tra versante e corso d'acqua.