

OLTREPÒ PAVESE: SUOLO, NATURA E ACQUA
Salice Terme (PV) 13–14 ottobre 2004

**TIPOLOGIE DI OPERE A SALVAGUARDIA DAL DISSESTO
IDROGEOLOGICO NELL'OLTREPÒ PAVESE**

Roberto Malaspina

**Regione Lombardia - D. G. Sicurezza, Polizia Locale e Protezione Civile - Sede
Territoriale di Pavia – Struttura Sviluppo del Territorio**

Responsabile “Tutela del Territorio”

INTRODUZIONE

La sistemazione dei bacini collinari (quali quelli dell'Oltrepò Pavese) e montani ha principalmente due scopi:

- 1) **la salvaguardia dei bacini** stessi, tramite la limitazione dei fenomeni di erosione, il rimboschimento, l'eliminazione delle frane e la regolazione e regimazione dei corsi d'acqua:
- 2) **la riduzione dell'apporto di materie solide** ai corsi d'acqua di pianura, che provoca l'innalzamento del fondo e, dunque, un conseguente rialzo degli argini che, a sua volta, aggrava il rischio di rotte in caso di piene.

Di conseguenza, **le opere di sistemazione dei bacini interessano sia le pendici su cui scorrono le acque piovane che gli alvei che le raccolgono** e le convogliano e il risultato di un intervento è legato all'azione coordinata su entrambi gli ambiti.

Obiettivo delle opere di sistemazione è quello di **mantenere un equilibrio fra parte montana e di pianura del bacino**; infatti, l'eccessiva erosione nella parte alta comporta il citato rialzo degli argini nella parte bassa, mentre un insufficiente apporto solido da monte abbassa il livello dei corsi d'acqua di pianura, aiutando lo smaltimento delle piene, ma scoprendo le fondazioni di ponti, arginature, opere di difesa spondale, ecc....

In questo contesto, i vari Enti con competenze sul riassetto idrogeologico dell'Oltrepò Pavese hanno operato ed operano tuttora, in particolare l'ex Genio Civile di Pavia, prima organo statale e poi regionale, che attualmente ha assunto la denominazione di Struttura Sviluppo del Territorio della Sede Territoriale di Pavia della Regione Lombardia.

Nella trattazione che segue, viene offerta una panoramica delle principali tipologie di opere che vengono realizzate nell'Oltrepò Pavese a salvaguardia dal dissesto

idrogeologico, con particolare riguardo alla sistemazione delle frane e alla regimazione dei torrenti.

LE FRANE

Le frane che interessano il territorio dell'Oltrepò Pavese possono essere, per semplicità di trattazione, suddivise in frane superficiali o di disgregazione e profonde o di massa.

Le **frane superficiali** si manifestano con movimenti superficiali di superfici nude che presentano pendenze superiori a quelle di equilibrio e sono provocate principalmente da disboscamento, acque che si infiltrano nel terreno (imbibendolo e appesantendolo), azione antropica (sovraccarichi per nuovi manufatti o scavo al piede) e diminuzione della coesione degli strati superficiali a causa della presenza di acqua.

Le **frane profonde** sono dovute a scorrimenti di masse di spessore maggiore su strati profondi del sottosuolo e sono dovute a mancanza di contrasto al piede (causata dall'azione erosiva dei torrenti) o a variazioni nell'attrito o nella coesione lungo strati di scorrimento profondi o ad un aumento del peso dello strato superiore (per infiltrazioni di acqua).

L'opera più utilizzata nell'Oltrepò Pavese per risanare il dissesto idrogeologico su versanti in frana è il drenaggio, che ha la funzione di raccogliere e di incanalare le acque profonde o superficiali che, come sopra riportato, generano la maggior parte delle frane.

I **drenaggi superficiali** sono a cielo aperto e raccolgono le acque che altrimenti scorrerebbero disordinatamente sulla superficie del terreno (riducendo i fenomeni erosivi superficiali) o si infiltrerebbero nel terreno (innescando frane profonde).

Sono costituite da cunette di forma trapezoidale o semicircolare e presentano spesso, per resistere all'erosione e ridurre le infiltrazioni, il fondo, o l'intero sviluppo, rivestiti con pietrame a secco, elementi in calcestruzzo prefabbricato o gettato in opera, gabbionate o opere di bioingegneria.

In caso di pendenze forti occorre realizzare opportuni salti di fondo (rivestiti come precedentemente indicato).

I **drenaggi profondi**, particolarmente adatti su terreni con forte componente argillosa come l'Oltrepò Pavese sono, invece, destinati a raccogliere le acque infiltrate negli strati inferiori del terreno e sono particolarmente efficaci dove non è facile individuare la zona di infiltrazione ed i drenaggi superficiali sono poco utili.

PARTICOLARE SEZIONI TRASVERSALI
DRENAGGI

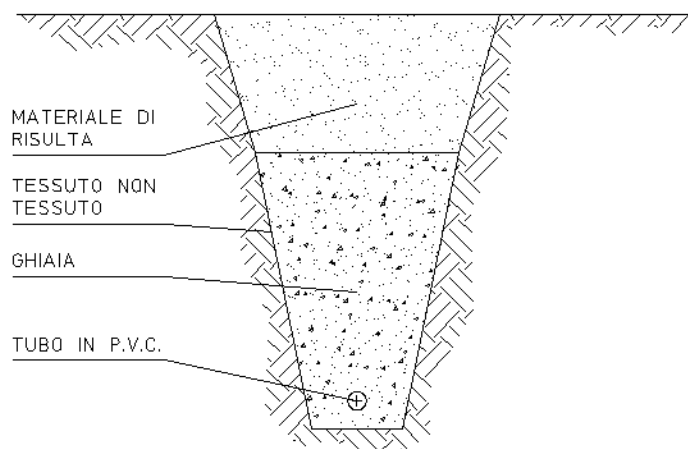


Fig. 1 – Sezione-tipo drenaggio

Vengono creati (v. Fig. 1) con uno scavo a forma trapezoidale (con inclinazione rispetto alla verticale variabile intorno al 10 % e spesso differenziata per livello), che **poggia possibilmente sullo strato impermeabile profondo** per avere la massima efficacia o, comunque, alla maggior profondità possibile compatibile con la sicurezza delle operazioni di scavo; sul fondo viene posato, per circa metà della profondità di scavo, uno **strato di ghiaia di fiume vagliata, lavata ed esente da impurità**, delle pezzatura di 20÷70 mm; il resto viene solitamente ritombato con il terreno di risulta dello scavo stesso.

Lo strato inferiore ha la funzione di consentire il passaggio delle acque circolanti negli strati profondi del terreno all'interno del drenaggio stesso e viene talvolta rivestito con una pellicola di tessuto non tessuto che previene l'occlusione della massa porosa con conseguente diminuzione della permeabilità dell'opera; questo strato ospita, solitamente posato su un letto di ghiaia di una decina di centimetri, un tubo fessurato in metallo o materiale plastico che facilita il trasporto delle acque emunte fino al recapito finale, che viene solitamente protetto con apposito pozzetto o un tratto di gabbionata di consolidamento.

Lo strato superiore (formato da terre argillose impermeabili) ha, invece, la funzione di prevenire l'infiltrazione delle acque superficiali.

I drenaggi vengono solitamente **scavati da valle verso monte** per usufruire dell'effetto drenante dei primi tratti creati e presentano un tratto principale realizzato **lungo le retta di massima pendenza** (altrimenti il progredire delle frana rischierebbe di tranciarli o di modificarne l'andamento riducendo il flusso a gravità delle acque emunte) a cui affluiscono bracci secondari disposti a spina di pesce.

Per consolidare i versanti in frana, si opera anche con la formazione di **barriere** di vario tipo ed altezza, disposte secondo le curve di livello alla base del versante su cui si interviene (visto il peso di alcune di queste opere un posizionamento più elevato può contribuire ad accelerare l'evoluzione della frana stessa).

Se in passato gli abitanti dell'Oltrepò collinare realizzavano **muretti a secco** a difesa delle proprietà o della viabilità minore, attualmente si utilizzano gabbionate, muri di sostegno, terre armate o opere di bioingegneria.

Le **gabbionate** (v. Fig. 2) sono scatole a forma di parallelepipedo, costituite da reti di filo di ferro zincato riempite di pietrame di grossa pezzatura; hanno il vantaggio di poter subire assestamenti e piccoli spostamenti sotto l'effetto della spinta della frana, senza perdere la loro efficacia ed il relativo impatto ambientale che provocano può essere mitigato con un opportuno rinverdimento.

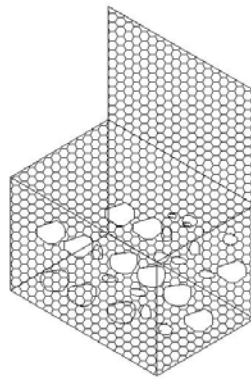


Fig. 2 – Particolare realizzativo gabbione

I **muri di sostegno**, che devono essere dotati di apposito drenaggio nella parte a contatto con il terreno retrostante per eliminare la spinta idrostatica dell'acqua accumulata, possono essere **a gravità** (realizzati con gabbioni, pietrame, calcestruzzo, ecc...) e si reggono grazie al contrasto esercitato dal peso stesso rispetto alla spinta dei terreni che sostengono.

I **muri in calcestruzzo armato** (v. Fig. 3) sono più snelli e più leggeri e sfruttano la caratteristica di questo materiale di resistere a sforzi di trazione; sono quasi sempre realizzati prevedendo alla base pali di grosso diametro o micropali e tiranti in acciaio armonico che consentono di ammorsare le fondazioni negli strati più compatti del terreno; il relativo impatto ambientale viene solitamente mitigato con il rivestimento con pietrame a vista e l'inerbimento del pendio sovrastante.

MURO CON TIRANTI

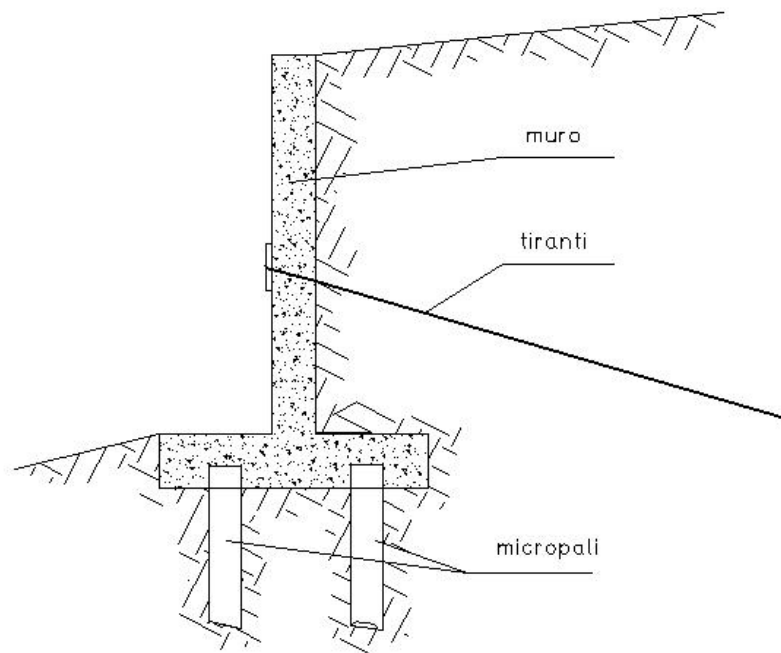


Fig. 3 – Schema muro in calcestruzzo armato

Le **terre armate** sono realizzate impilando strati di terreno dello spessore di circa 1 m avvolti in fogli di geotessili di vario tipo (tessuti non tessuti) che garantiscono, grazie alla loro struttura, elevata resistenza a trazione ed impermeabilità; è così possibile formare pareti con pendenze ed altezze elevate, che possono anche essere rinverdate per attenuare l'impatto ambientale.

Le **opere di bioingegneria** (v. Fig. 4) sono costituite da graticciate, viminate, fascinate, palizzate, ecc... realizzate con pali in legno ed altre essenze erbose e contengono il terreno grazie all'apparato radicale che sviluppano; sono particolarmente indicate per consolidamenti superficiali di pendii non troppo estesi e nei quali si possa attendere che l'effetto di contenimento avvenga dopo il necessario ciclo vegetativo.

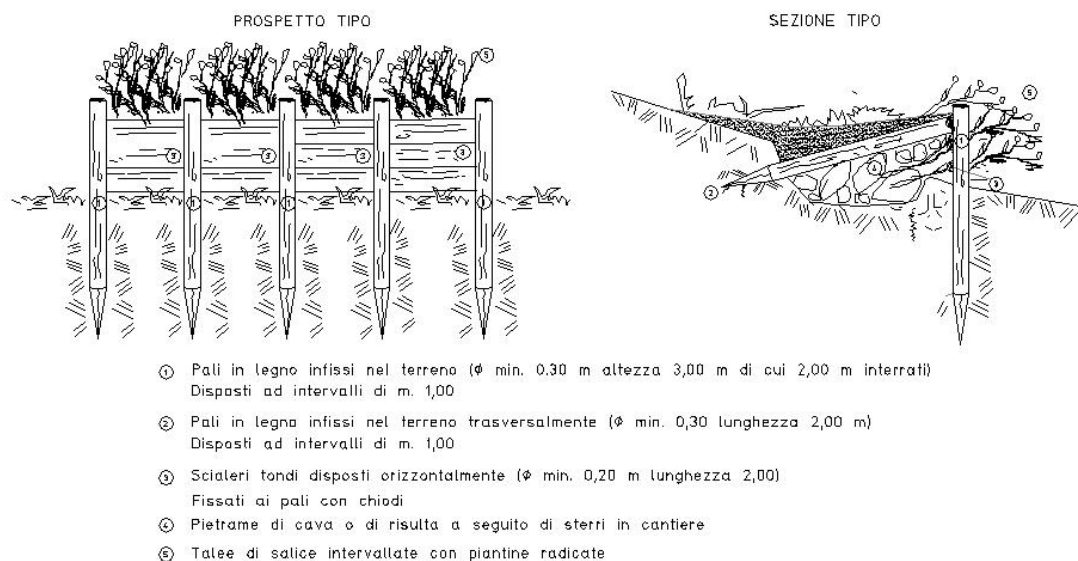


Fig. 4 – Schema di opera di bioingegneria

La **difesa contro la caduta di massi**, più tipica della parte montana dell'Oltrepò Pavese, avviene con il **disgaggio** dei singoli massi pericolosi o con il loro contenimento con **barriere paramassi**, formate con montanti e traversi e cavi di ancoraggio, o con **reti di protezione** in fili di acciaio, poggiate sul pendio da proteggere.

I TORRENTI

Il territorio dell'Oltrepò Pavese, in particolare il tratto collinare, è solcato da un reticolo di corsi d'acqua di carattere torrentizio, le cui caratteristiche sono riportate nella tabella sottostante, contrapposte a quelle dei fiumi:

CARATTERISTICHE	TORRENTI	FIUMI
Bacino imbrifero	Modesto	Esteso
Pendenza	Elevata	Modesta
Portata	Modesta, ma rapidamente variabile	Non molto variabile
Trasporto solido	Materiale grossolano	Materiale fine

Nel corso della sua evoluzione il torrente può tendere a depositare e, dunque, creare problemi perchè il materiale movimentato si accumula alla confluenza con il corso d'acqua recettore, causando rigurgiti a monte; viceversa, può tendere a scavare ed approfondire il proprio letto, provocando il dissesto sui versanti che vi si affacciano, facendo mancare il contrasto al piede.

La principale soluzione adottata, per entrambe le problematiche, consiste nella realizzazione di opere trasversali trascinabili lungo il corso d'acqua: le **briglie**.

Nel primo caso, hanno la funzione di creare zone di deposito in cui il materiale trasportato possa sedimentarsi (**briglie di trattenuta**): sono solitamente piuttosto alte, posizionate appena a valle di allargamenti dell'alveo per garantire una buona capacità di invaso e andrebbero ripulite periodicamente per ricostituire tale capacità.

Nel secondo caso, servono a diminuire la velocità dell'acqua, impostando la pendenza dell'alveo desiderata (**briglie di consolidamento**): in questo caso, le briglie esplicano la funzione per cui sono state pensate nel momento in cui sono state colmate dal materiale giunto da monte.

Per esercitare la stessa funzione, si possono adottare le **soglie**, che sono briglie con altezza inferiore (meno di 1,50 m), talvolta che non sporgono dall'alveo stesso, quando è sufficiente stabilizzare il livello esistente.

Nell'Oltrepò Pavese tali opere (v. Fig. 5) sono state realizzate con materiali di varia natura (calcestruzzo, gabbioni, pietrame e legno, ecc...) e sono spesso accompagnate da **scivoli** in pietrame e **controbriglie** per smorzare l'azione erosiva al piede esercitata dalla violenza dell'acqua che stramazza dalla gaveta; per consentire alla fauna ittica di superare il dislivello che si viene a creare, spesso sono dotate di **scale di risalita per i pesci**, realizzate con una serie di piccoli bacini in cascata o con tramezzi disposti alternati.

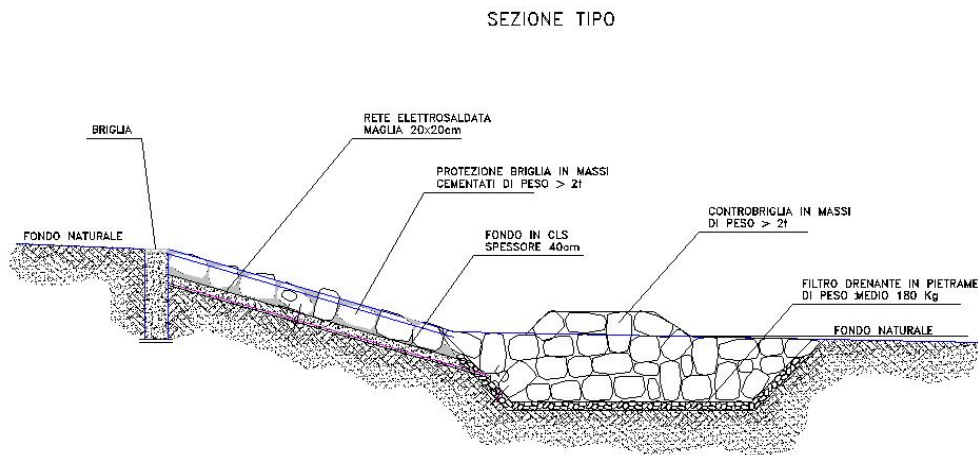


Fig. 5 – Schema briglia con controbriglia

La **protezione delle sponde**, per difendere singoli manufatti o insediamenti realizzati nei pressi o per arrestare l'avanzare di una frana per erosione al piede, può essere attuata con **opere radenti o longitudinali** (v. Fig. 6), come quelle viste precedentemente, in particolare con **difese in pietrame** (solitamente inerbite con talee di salice), **gabbionate** (spesso accompagnate da un materasso dello stesso materiale a difesa del piede per

prevenire lo scalzamento) o **muri in calcestruzzo armato** (adeguatamente accompagnati da micropali e/o tiranti).

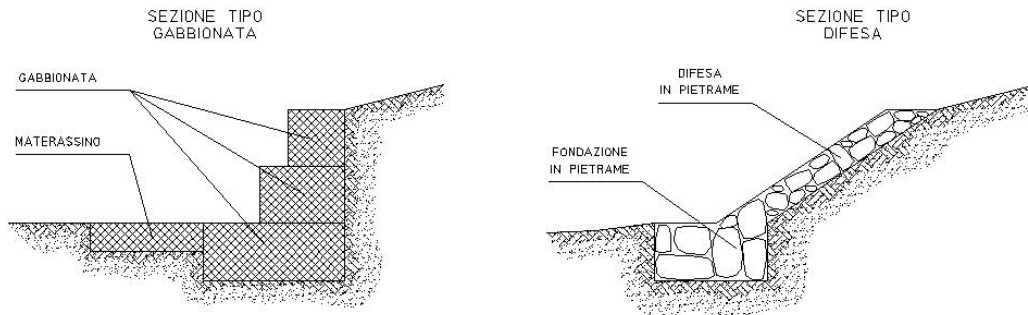


Fig. 6 – Difesa spondale con gabbioni (a sinistra) e con pietrame (a destra)

Si può anche cercare di difendere il tratto in erosione, su alvei sufficientemente larghi, deviando la corrente in piena che lo investe, realizzando **pennelli repellenti** (v. Fig. 7); questi, costituiti con pietrame o gabbioni, vanno disposti a monte della zona da proteggere, più o meno inclinati rispetto alla direzione della corrente, e possono essere **insommergibili** (con la sommità più alta del livello di piena atteso) se hanno la funzione principale di difendere la sponda o **sommergibili** se concentrano soprattutto la corrente di morbida, lasciando una sezione idraulica più ampia per le piene.

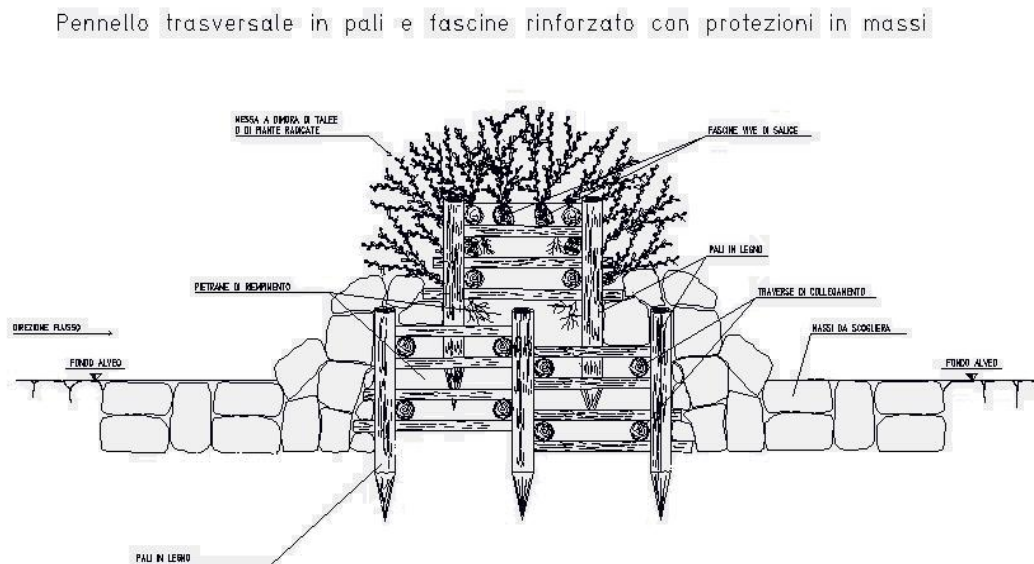


Fig. 7 – Sezione trasversale pennello realizzato con opere di bioingegneria