

IMPORTANZA DELLA CORRETTA GESTIONE DELLA VEGETAZIONE IN ALVEO PER IL CONTROLLO DEL DISSESTO IDROGEOLOGICO IN LOMBARDIA

Di Vincenzo Francani

vincenzo.francani@tethys.srl

Presentazione

Lo studio esamina alcune estese forme di franosità e squilibrio idrogeologico delle aree pedemontane e dei corsi d'acqua lombardi, per valutare se tale squilibrio possa essere contrastato validamente regolando la crescita della vegetazione arbustiva lungo le rive dei rivi e dei torrenti minori e evitando interventi che incidano sulla loro pendenza naturale. Alcuni esempi evidenziano, infatti, che la crescita della vegetazione lungo le sponde e negli alvei, dove non è controllata, in pochi anni risulta tale da ostacolare il flusso delle acque. Questo produce conseguenze gravi, come franamenti lungo le sponde e ostruzione dei ponti; effetti similari, anche se con modalità differenti, hanno le variazioni di pendenze degli alvei determinate da questi dissesti delle rive. Si constata inoltre che nelle aree franose, il deflusso delle acque non incanalate verso i corsi d'acqua può essere impedito dalla vegetazione di alto fusto, e pericolosamente deviato verso i punti di affioramento delle superfici di rottura. Si è rilevata quindi l'opportunità di una cartografia e di un censimento delle aree nelle quali sono necessari interventi di manutenzione e riequilibrio, che presentano una rilevante urgenza considerato la rapidità dello sviluppo ed estensione degli eventi citati e la cura con la quale devono essere selezionate la piante da abbattere e quelle da mantenere.

Abstract

The study examines some extensive forms of landslides and hydrogeological imbalances in the foothills and waterways of the Lombard foothills, to assess whether this problem can be effectively countered by regulating the growth of shrub vegetation along the banks of the rivers and minor streams and avoid in interventions that affect their natural slope.

Some examples show, in fact, that the growth of vegetation along the banks and in the riverbeds, where it is not controlled, in a few years issue has to hinder the flow of water so as to produce serious consequences, such as landslides along the banks and obstruction of bridges; similar effects, albeit in different ways, have the variations in the slopes of the riverbeds. In landslide areas, the outflow of water not channeled towards watercourses can be prevented by tall vegetation, and dangerously diverted to the outcrop points of the braking surfaces.

The opportunity was therefore identified for cartography and a census of the areas in which maintenance and rebalancing interventions are required, which present a significant urgency given the rapidity of the development and extension of the aforementioned events, and the care with which they must be selected the trees to be cut down and those to keep.

Premessa

Da molti anni le regioni italiane si confrontano con il rischio idraulico e idrogeologico, e la letteratura scientifica e tecnica e gli Enti (ad esempio ISPRA) hanno fornito chiare informazioni sui criteri di valutazione dello stato morfologico dei corsi d'acqua, prevedendo una dettagliata analisi di tutte le forme del rilievo e della loro evoluzione, così da identificarne correttamente l'eventuale condizione di crisi.

In questa breve disamina sono posti in evidenza squilibri morfologici che trovano origine nello sviluppo rapido ed eccessivo di vegetazione d'alto fusto lungo le rive scoscese e in alveo, e sono esposti esempi che chiariscono quanto sia opportuno sistemare i versanti che si trovano in queste condizioni.

1. Studi precedenti

Secondo gli Autori dello studio di ISPRA citato nella premessa (Surian e al., 2017) è possibile identificare e classificare i tratti dei corsi d'acqua soggetti a processi che portano instabilità; in questo procedimento si possono distinguere due livelli di approfondimento diversi:

(1) Valutazione di primo livello: Classificazione dello stato morfologico attuale.

Si basa sulle condizioni attuali di funzionalità e artificialità e tiene conto delle variazioni morfologiche subite dal corso d'acqua in tempi relativamente recenti come risultato di alterazioni antropiche passate. Tale valutazione può essere effettuata su singoli tratti del reticolo idrografico con limitate informazioni delle condizioni a scala di bacino e consente quindi una prima classificazione dello stato morfologico tale da permettere di individuare i tratti con maggiori criticità o pregi.

(2) Valutazione di secondo livello: Analisi delle cause e definizione delle azioni.

Esaurita la prima fase su tutti i tratti di un sistema idrografico, o su una serie di tratti rappresentativi, è possibile approfondire, anche con l'integrazione di altre informazioni a scala di bacino, la comprensione degli impatti, delle cause e dei rapporti fra tratti o porzioni diverse del bacino. Tale analisi è quindi funzionale alla definizione di azioni e misure per il miglioramento e/o la preservazione dell'attuale stato idromorfologico nei vari tratti. In questo manuale è trattata la sola valutazione di primo livello, mentre per quella di secondo livello, si rimanda a sviluppi successivi.

Soprattutto importante appare la classificazione dello stato morfologico attuale, che è suddivisa nelle seguenti fasi:

A Funzionalità geomorfologica. Si valutano le forme e la funzionalità dei processi. B Artificialità. Si valuta in base all'esistenza di opere e d'interventi. C Variazioni morfologiche. Si valutano le variazioni avvenute negli ultimi decenni (con particolare riferimento agli anni '50 per quanto riguarda le variazioni planimetriche).

La letteratura sull'argomento è ricca di risultati che invogliano a operare un confronto fra gli indici dello stato geomorfologico e la storia geologica del bacino in esame, e a scala nazionale.

In particolare si osserva che l'indice d'instabilità ricavato con questi metodi nella fascia pedemontana e di alta pianura lombarda è in alcuni settori elevato. In questa breve sintesi si vogliono esporre alcuni dei motivi di tale condizione.

2. Incidenza della vegetazione

Gli esempi di questo stato di dissesto sono anzitutto quelli della rete idrica minore che nasce dai "terrazzi fluvioglaciali" costituiti in prevalenza da terreni del Pleistocene medio a ovest del F. Adda e dall'eluvio che ricopre le rocce arenacee e calcaree nel Bergamasco e Bresciano.

La fitta rete idrografica è formata da piccoli corsi d'acqua che incidono rilievi dotati di pendenze comprese in genere fra il 30 e il 15%, coperti da terreni argilloso - limosi. I torrenti nascono da piccole sorgenti poste al contatto fra eluvio e roccia.

La franosità dei versanti, coperti da una fitta vegetazione anche di alto fusto, è accentuata, e non sono rare le frane di qualche centinaio di metri di lunghezza impostate lungo i solchi vallivi.

La corrispondenza fra avvallamenti e frane suggerisce che lo stato di equilibrio dei corsi d'acqua sia molto precario. Per esaminare la concretezza di tale ipotesi si può controllare se vi sono fattori di innesco delle frane che dipendano dal comportamento idrologico dei corsi d'acqua.

1.1 Relazioni- base del comportamento idrologico dei corsi d'acqua

$$X = K_s \cdot R_h^{1/6}$$

Dove

- X è il coefficiente di Chezy, in m^{1/2}/s
- K_s è il coefficiente di Gauckler-Strickler. Misura la scabrezza della parete in m^{1/3}/s ed è reperibile in tabelle
- R_h il raggio idraulico della sezione trasversale, in metri.

La formula di Gauckler-Strickler viene utilizzata in combinazione della formula di Chézy per determinare in modo pratico la velocità o la portata delle correnti a pelo libero in moto gradualmente variato o in moto uniforme, ottenendo la formula di Chézy parametrizzata secondo Gauckler-Strickler:

$$v = K_s \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{J}$$

dove:

$$h = (Q M/j)^{1,5}$$

dove Q è la portata (m^3/s), M il fattore di Manning e j la pendenza dell'alveo. La relazione illustra la marcata tendenza all'aumento, a parità di portata, dell'altezza idrometrica h quando salgono la scabrezza e la presenza della vegetazione in alveo.

Appare quindi evidente che questo fattore ostacola grandemente il flusso ed espone le sponde a maggiore erosione. Dove le sponde sono molto inclinate, il peso dei fusti lungo le ripe agisce a sfavore della stabilità a cui contribuisce anche l'effetto leva prodotto dal vento. Tale condizione è spesso determinante per le esondazioni, dove si verifica l'ostruzione di ponti e tombature da parte della vegetazione.



Figura 1: vegetazione d'alto fusto occlude la sezione di flusso di un ponte.

Marchi (2006) rileva che la presenza di tronchi in alveo dà luogo a trasporti in massa o congestionati che possono rappresentare un serio pericolo e devono essere valutati attentamente nei progetti :infatti può aumentare la portata totale fino a 1/5 rispetto a quella liquida e solida "ordinaria" (+ 20%) , può formare ostruzioni lungo i collettori (dighe temporanee) che, in seguito alla loro successiva rottura, possono provocare notevoli picchi di piena con trasporto solido o a colate detritiche. Dissesti di questo tipo sono frequenti in tutta la zona collinare e pedecollinare della Lombardia, rendendo evidente la necessità di un approccio concreto alla soluzione di questo problema che comporti una selezione della vegetazione, che identifichi gli alberi in alveo o sulle ripe molto inclinate incompatibili con la stabilità delle sponde e pianifichi gli interventi da

attuare. Si noti che la rapidità della crescita della vegetazione, come nel caso dianzi citato di Castelseprio fra il 2008 e oggi, risulta ben visibile.

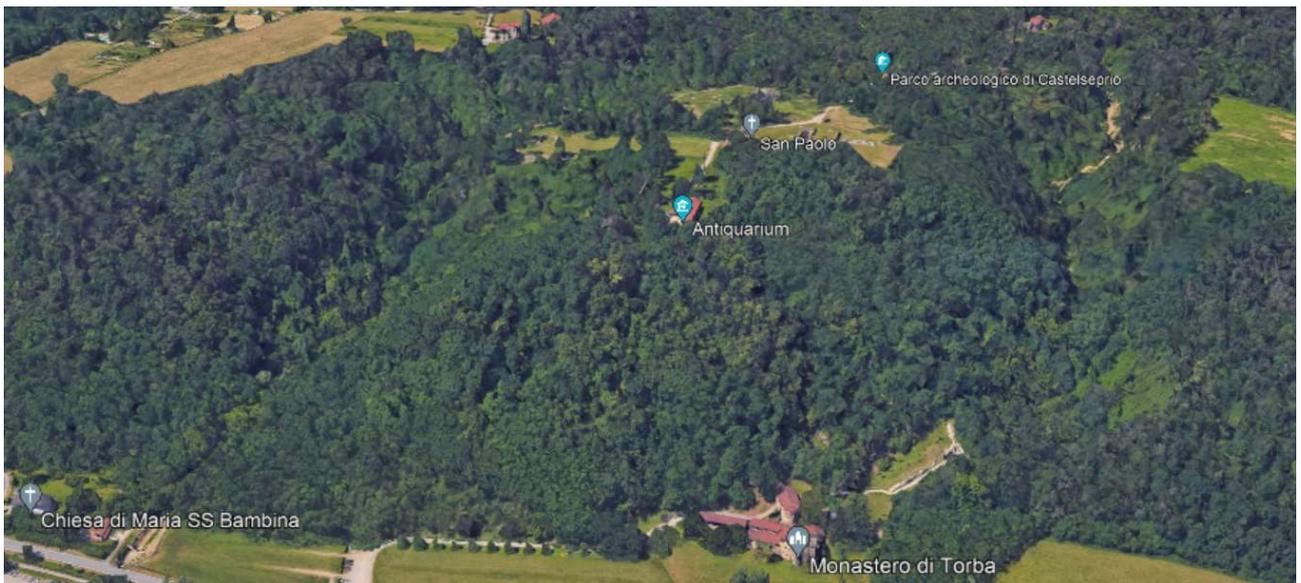
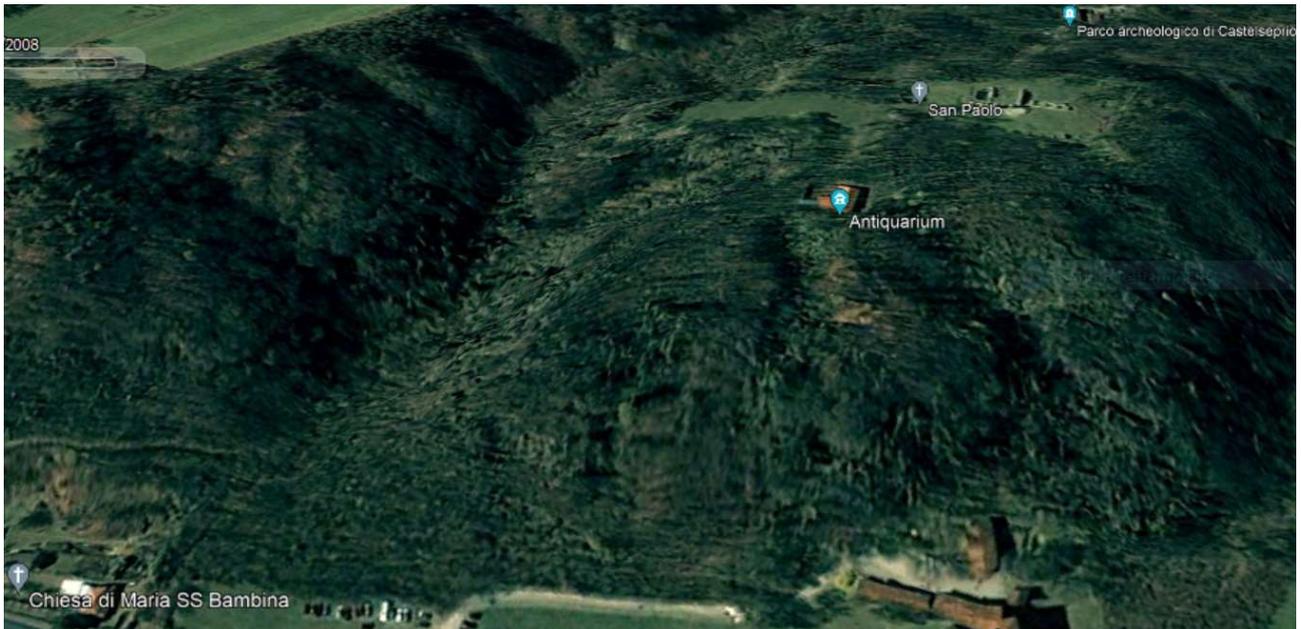


Figura2: Confronto fra lo stato della vegetazione nel 2008 e oggi , che permette di osservare la rapida crescita degli alberi di alto fusto lungo i solchi vallivi.

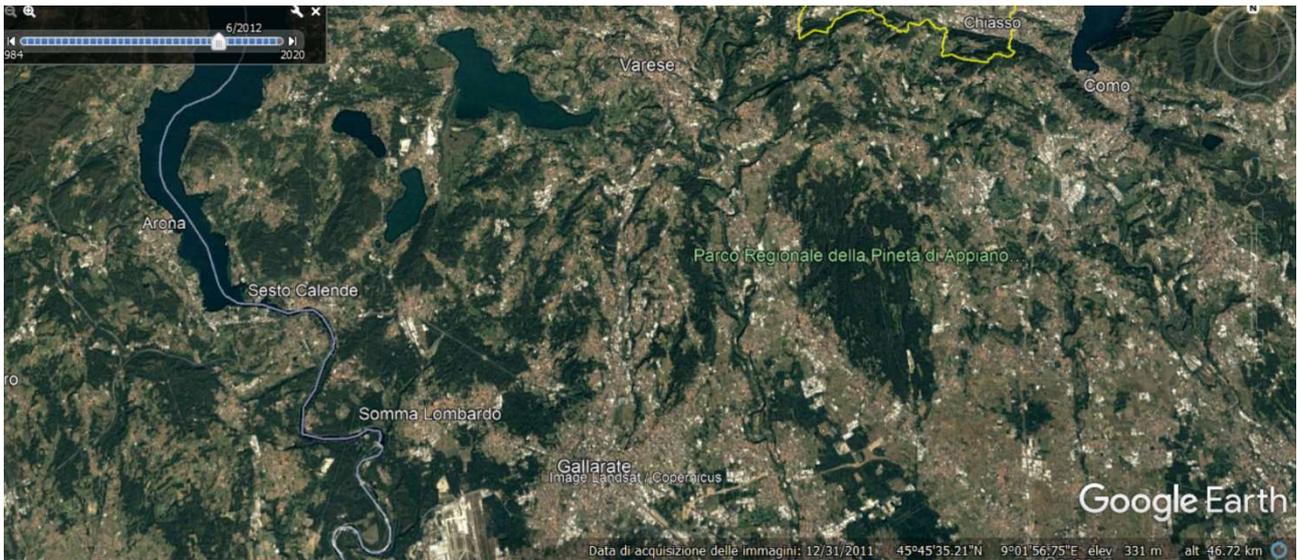


Figura 3 Le fotografie aeree rendono evidente che l'estensione delle aree boschive collinari e pedecollinari è tale da richiedere un intervento efficace.

3.Incidenza dei cambiamenti artificiali della pendenza degli alvei

Un rilevante numero di estesi interventi è stato compiuto nei secoli ai fini di modificare la pendenza degli alvei per un miglioramento dell'efficienza del drenaggio; più di recente si nota che si verificano esempi di senso contrario, solitamente per consentire lo smaltimento di acque in eccesso, derivanti dalle fognature pubbliche, ma anche per favorire l'insediamento di edifici, o con altre finalità, ad esempio per progetti di infrastrutture, scavi e discariche.

La modifica della pendenza degli alveideve essere tale da non comportare il superamento dei limiti della pendenza di equilibrio del corso d'acqua, così da non innescare impaludamenti (riducendo la pendenza sotto la soglia di equilibrio) o fenomeni erosivi agendo in senso contrario.

Il profilo di equilibrio è generalmente definito utilizzando relazioni scelte in base alla forma della sezione di flusso e alle caratteristiche di scabrezza dell'alveo. Per studi non di dettaglio è possibile procedere adottando una relazione molto generale e basata su studi sperimentali come quella di Valentini:

$$J_c = 0.093b/R$$

In cui b è il diametro dei ciottoli per i quali si desidera che non vi sia erosione né sedimentazione, mentre R è il raggio idraulico della sezione di flusso .

In molti casi si osserva tuttavia che la cautela di evitare alterazioni che portassero la pendenza del fondo lontana da quella di compensazione non è stata osservata, e di conseguenza molti corsi d'acqua della rete idrica minore risultano incapaci di erodere alveo e sponde, o caratterizzati da pendenze troppo ridotte per consentire il trasporto dei sedimenti. Questo caso è frequente dove alle modifiche di pendenza si è aggiunto l'apporto di consistenti volumi di materiale di frana dalle sponde e dai versanti, che hanno sbarrato parzialmente gli alvei e diminuito di conseguenza la loro inclinazione.

In queste circostanze l'inclinazione degli alvei si porta con il tempo o per interventi artificiali a valori molto modesti la forma dell'alveo può non risultare più compatibile con la sua inclinazione . Come indica la letteratura (es. Leopold e al., 1968) questa riduzione fa sì che un alveo tenda a trasformarsi con il tempo con un ampliamento delle sinuosità che si traduce in fenomeni erosivi e frane di sponda non trascurabili. Ad esempio il torrente Bozzente presso Rescaldina, che in un breve tratto si trova in un'area sottoposta in passato a interventi che ne hanno ridotto la pendenza, ha subito un netto cambiamento della configurazione dell'alveo.

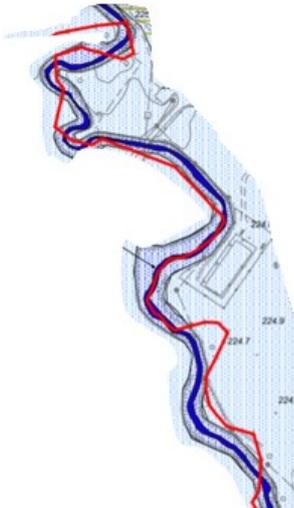


Figura 4: Il confronto fra la posizione dell'alveo del t.Bozzente nel 1950 (in rosso) e quella attuale (in blu) mostra gli effetti della deformazione delle rive nel tratto a monte, dove la pendenza dell'alveo è ridotta da fattori antropici. La lunghezza del tratto considerato dalla figura è in totale di circa 500 m.

4. Incidenza dell'instabilità dei versanti e indicazioni per la selezione degli alberi sui quali intervenire

E' noto che la presenza di un'idonea copertura vegetale favorisce, tramite l'azione delle radici e del fogliame, il consolidamento del suolo e la protezione del terreno dall'infiltrazione e dall'erosione superficiale.

In casi limitati, in particolare dove sono in atto lente deformazioni del suolo, la sfavorevole combinazione del peso e dell'inclinazione del fusto e del pendio, determinano invece inconvenienti che è opportuno prevenire con interventi specifici.

Ad esempio nei movimenti del suolo fra Valdisotto e Oga presso Bormio (Sondrio), chiaramente assoggettati a fenomeni d'instabilità, si sono riscontrate necessità d'intervento su alberi inclinati e ammalorati ai fini della prevenzione dell'aggravamento dei dissesti .

L'area si estende per circa 15 ha lungo il versante tra Oga e Santa Lucia Negli anni '60 il versante franoso era quasi totalmente spoglio.



Figura 5: il versante negli anni '60, in gran parte non boscato. I dissesti principali si riscontrano nella parte boscata che sovrasta la strada e in quella della valle Cadolena, che insiste in parte sulla superficie di movimento principale della frana in atto. Il corso d'acqua che la percorre che affluisce nel F.Adda a Santa Lucia

Attualmente il bosco ricopre quasi tutto il versante sin dalle ultime abitazioni presenti a Santa Lucia.

4.1 Aspetti forestali

Le indagini sulle piante vive hanno permesso di individuare la presenza di abeti (verde scuro nell'immagine seguente) e larici (verde chiaro) nell'area di frana. I diametri degli alberi oggetto dello studio dendrometrico sono rappresentati in mappa, tratta da Gattinoni, Leonelli e al. (2019), e sono indicativi dell'età delle piante nel contesto di questo versante (si nota come gli alberi nella porzione settentrionale del versante risultino mediamente più vetusti).

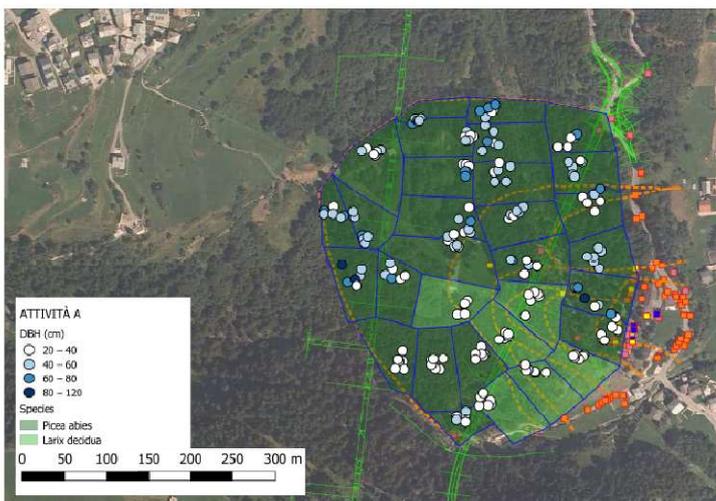


Figura 6: specie presenti sul versante e diametri degli alberi esaminati

Durante i sopralluoghi (Attività A) si sono altresì individuate piante morte e inclinazioni dei fusti rilevanti, anche in direzioni inattese, legate a fenomeni gravitativi passati e presenti. Le maggiori inclinazioni si rilevano verso la val Cadolena.

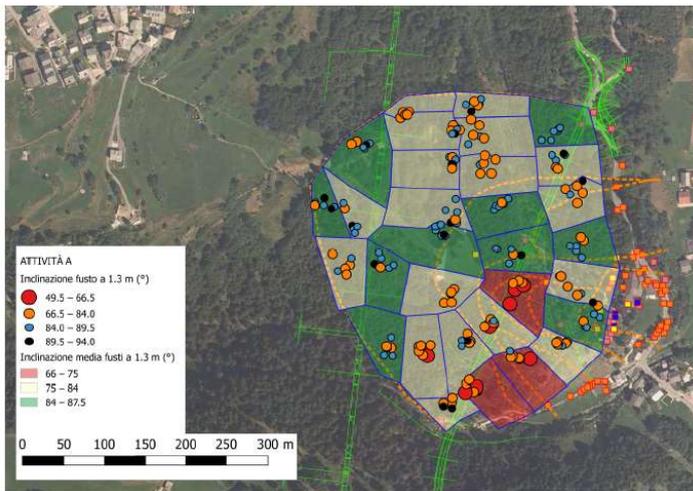


Figura 7: distribuzione areale dell' inclinazione dei fusti

4.2 Aspetti geologici

L'area presenta segnali evidenti di dissesto, sia sulle strutture antropiche, sia sul terreno; si vedano a tal riguardo trincee provocate dallo scivolamento dei depositi superficiali verso valle, nella zona boscata.

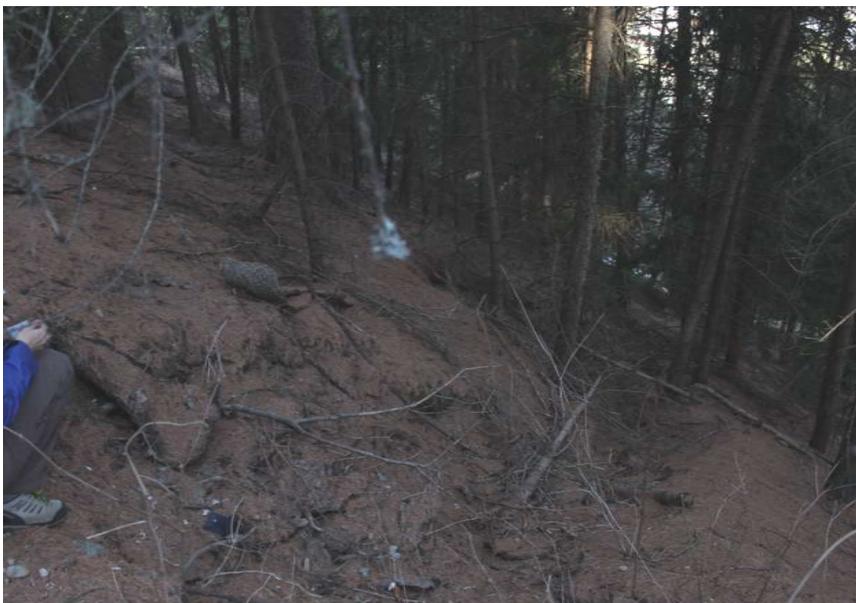


Figura 8: trincea, dovuta a deformazioni del suolo, che determina lo sradicamento e l'inclinazione dei fusti

Per tutte queste ragioni l'instabilità può anche essere influenzata, tra gli altri fattori, dalla crescita marcata degli alberi lungo il versante, spoglio negli anni '50-60. In effetti, queste conifere hanno un apparato radicale poco profondo, che le rende disponibili ad assumere pericolose inclinazioni verso valle in seguito al movimento del suolo superficiale e a sradicarsi. Questo movimento

favorisce l'infiltrazione delle acque di scorrimento superficiale e l'erosione del versante; inoltre, se il fusto e il versante assumono inclinazioni troppo elevate, finiscono per mettere a rischio la stabilità del pendio.

Si ricorda anche che in alcuni casi le radici possono danneggiare la roccia ampliandone le discontinuità superficiali, aiutate dall'effetto leva che il fusto, specie se alto, effettua in caso di vento forte.

Ne consegue che l'abbattimento di singole piante pericolanti o malate è utile per la sicurezza, soprattutto se associato al miglioramento del sistema di convogliamento delle acque superficiali che oggi, dove non incanalate, danno vita a forme erosive potenzialmente pericolose.

4.3 Criteri di scelta

La morfologia dei rivi e dei corsi d'acqua minori a causa delle deformazioni del suolo, si adatta progressivamente alle variazioni di pendenza del versante, e spesso tali variazioni sono causa di un rilevante incremento dell'instabilità perché le depressioni lungo le quali scorrono le acque superficiali sono per lo più impostate sulle trincee e fenditure aperte del terreno che agevolano l'infiltrazione efficace. La presenza di alberi di alto fusto può essere inoltre una condizione aggravante se le radici sono esposte, e l'albero si inclina esercitando sul suolo un'azione di leva che ne accelera il franamento.

E' consigliabile che il taglio delle piante segua criteri prudenziali:

- ✓ In nessun caso l'abbattimento preveda l'eliminazione degli apparati radicali dal terreno, che favoriscono la stabilità della coltre di terreno superficiale.
- ✓ Non devono essere disboscate ampie zone, ma solo abbattuti alberi morti, pericolanti o capaci di dar luogo a fenomeni di "levering", cioè all'effetto leva sul pendio, causato anche dal vento forte.
- ✓ La densità degli interventi non dovrà incrementare sensibilmente il ruscellamento delle acque nel suolo, posto che il fogliame delle piante intercetta una parte considerevole delle precipitazioni meteoriche.

Considerazioni conclusive

Il dissesto idrogeologico delle aree pedemontane potrebbe essere contrastato validamente regolando la crescita della vegetazione arbustiva lungo le rive dei corsi d'acqua minori, in specie se franose, ed evitando interventi che incidano sulla loro pendenza naturale. Gli esempi presentati evidenziano infatti che la crescita della vegetazione lungo le sponde e negli alvei, dove non è controllata, in pochi anni risulta tale che gli alberi finiscono per ostacolare il flusso delle acque e per produrre conseguenze gravi, come franamenti lungo le sponde e ostruzione dei ponti. Effetti simili, anche se con modalità differenti, hanno le variazioni di pendenze degli alvei. Inoltre, dove i

versanti sono interessati da deformazioni superficiali, il regolare deflusso delle acque di pioggia o di fusione della neve verso gli alvei può essere impedito dalla vegetazione di alto fusto, e pericolosamente deviato verso zone di affioramento delle superfici di rottura. Si è rilevata quindi l'opportunità di una cartografia e di un censimento delle aree nelle quali sono necessari interventi di manutenzione e riequilibrio, che presentano una rilevante urgenza considerato la rapidità dello sviluppo ed estensione degli eventi citati.

BIBLIOGRAFIA SOMMARIA

A. Armanini(2005)- Principi di idraulica fluviale, ed. Bios, Castrolibero, Cosenza

K.J.Gregory&D.E.Walling (1973)- Drainagebasinsform and processes, Edward Arnold ed, London

D. Citrini, G. Nosedà (1987) Idraulica, Milano, Casa Editrice Ambrosiana,.

G.Becciu (2010) Fondamenti di costruzioni idrauliche, UTET Scienze Tecniche, ISBN 978-88-598-0522-9, OCLC 875255671

M. Rinaldi, B. Belletti, M. Bussetti, F. Comiti, B. Golfieri, B. Lastoria, E. Marchese, L. Nardi, N. Surian(2017)-New tools for the hydromorphologicalassessment and monitoring of European streams, Journal of Environmental Management, Volume 202, Part 2, , Pages 363-378, ISSN 0301-4797

L.B. Leopold, M.G., Wolman,J.P. Miller (1964). Fluvialprocesses in geomorphology. Freeman, S. Francisco

L. Marchi (2006) Il rilievo geomorfologico dei corsi d'acqua. La loro evoluzione e stima del trasporto solido, Udine

P. Gattinoni , M. Consonni, V. Francani , G. Leonelli , C. Lorenzo (2019) - Tunnelling in landslideareasconnected to deep seatedgravitationaldeformations: An example in Central Alps (northernItaly),Tunnelling and Underground Space TechnologyVol. 93