
Allegato 1: **Pericoli naturali**

- 1 **Introduzione**
- 2 **Valanghe**
- 3 **Frane, fenomeni di erosione, colate di fango**
- 4 **Caduta di sassi**
- 5 **Processi relativi ai corsi d'acqua**

1

1 **Introduzione**

L'erosione dei versanti (frane, colate di fango, caduta di sassi) costituisce un processo geologico naturale che in linea di massima non può essere impedito, nemmeno con la copertura forestale più adatta. Il bosco può tuttavia influire sulla velocità dei processi e quindi attenuarne l'energia che si manifesta in questi casi.

La presente documentazione si fonda sullo stato attuale delle conoscenze e delle esperienze. In vari casi, la ricerca non ha ancora fornito dati scientificamente fondati per aspetti importanti. In caso d'acquisizione di nuove conoscenze sostanziali, le presenti raccomandazioni dovranno perciò essere rivedute.

La documentazione concernente i singoli pericoli naturali costituisce un supporto per valutare e curare i boschi in relazione al pericolo naturale corrispondente.

I seguenti argomenti **non sono** trattati in questi testi:

- ▶ La delimitazione di boschi di protezione. Queste informazioni servono tuttavia a stabilire le priorità all'interno dei boschi di protezione.
- ▶ La questione se, nel caso di alluvioni e frane, il bosco svolga un'azione protettiva migliore che per esempio il pascolo, deve essere valutata separatamente. Lo stesso vale per la decisione se sia necessario aumentare la superficie boscata (p. es. rimboschimenti ad alta quota in caso di valanghe o rimboschimenti degli alpeggi in caso di frane).
- ▶ Per decidere se l'azione protettiva del bosco è sufficiente o se sono necessari provvedimenti di protezione supplementari, si deve procedere a ulteriori approfondimenti, adeguati al singolo caso.

2 Valanghe

- 2.1 Profilo richiesto per il bosco in relazione alle valanghe
- 2.2 Formazione delle valanghe
- 2.3 Potenziali boschi di protezione dalle valanghe
- 2.4 Azione del bosco

1

2.1 Profilo richiesto per il bosco in relazione alle valanghe

Luogo	Contributo potenziale del bosco	Esigenze in base al pericolo naturale		Esigenze in base al pericolo stato minimo		Esigenze in base al pericolo naturale		Esigenze in base al pericolo stato ideale	
		Pendenza	Lunghezza aperture ² in linea di caduta	Pendenza	Lunghezza aperture ² in linea di caduta	Pendenza	Lunghezza aperture ² in linea di caduta	Pendenza	Lunghezza aperture ² in linea di caduta
Zona di stacco Conifere della fascia subalpina e montana superiore	Grande Nei lariceti , a partire da una pendenza di 30° (58%) Nei boschi di conifere sempreverdi , a partire da una pendenza di 35° (70%)	≥30° (58%) → inferiore a 60 m		≥30° (58%) → inferiore a 50 m		≥30° (58%) → inferiore a 50 m		≥35° (70%) → inferiore a 40 m	
		≥35° (70%) → inferiore a 50 m		≥40° (84%) → inferiore a 40 m		≥40° (84%) → inferiore a 30 m		≥45° (100%) → inferiore a 25 m	
		Se la lunghezza delle aperture è superiore a quanto indicato sopra, la loro larghezza deve essere < 15 m		Se la lunghezza delle aperture è superiore a quanto indicato sopra, la loro larghezza deve essere < 15 m					
		Grado di copertura > 50%		Grado di copertura > 50%					
		Esigenze minime in base alla stazione: soddisfatte		Esigenze ideali in base alla stazione: soddisfatte					
Zona di stacco Boschi di latifoglie e misti della fascia montana intermedia e inferiore	Medio a partire da una pendenza di 35° (70%)	≥35° (70%) → inferiore a 50 m		≥35° (70%) → inferiore a 40 m		≥35° (70%) → inferiore a 40 m		≥40° (84%) → inferiore a 30 m	
		≥40° (84%) → inferiore a 40 m		≥40° (84%) → inferiore a 30 m		≥45° (100%) → inferiore a 25 m			
		Se la lunghezza delle aperture è superiore a quanto indicato sopra, la loro larghezza deve essere < 15 m		Se la lunghezza delle aperture è superiore a quanto indicato sopra, la loro larghezza deve essere < 5 m*					
		Grado di copertura > 50%		Grado di copertura > 50%					
		Esigenze minime in base alla stazione: soddisfatte		Esigenze ideali in base alla stazione: soddisfatte					

L'incremento della scabrosità superficiale (p. es. ceppaie alte, legname giacente) nelle aperture e al margine dei corsi valangari riduce la probabilità dello stacco di valanghe. Con

una sufficiente scabrosità della superficie, le esigenze minime concernenti la lunghezza delle aperture in linea di caduta possono essere assunte anche per le esigenze ideali.

¹ Nei boschi di conifere sempreverdi lo stacco di valanghe è possibile solo a partire da una pendenza di 35 gradi, e ciò a seguito della copertura delle chiome e della scabrosità diffusa del terreno. Per contro, nei lariceti puri si riscontra sovente la presenza di un folto strato erbaceo, che riduce la scabrosità diffusa del terreno. In questo caso si può quindi prevedere che le valanghe si stacchino già a partire da una pendenza di 30 gradi.

² Apertura: distanza tra il margine delle chiome nella perticaia e nella fustaia

2.2 Formazione delle valanghe

Nel manto nevoso di un versante si verificano movimenti di reptazione e, a seconda delle condizioni di contatto tra il terreno e la neve, anche movimenti di scivolamento sulla superficie del terreno. Questi movimenti possono inoltre condurre allo scivolamento di tutto il manto nevoso e dipendono dai seguenti fattori:

- ▶ pendenza;
- ▶ spessore della neve;
- ▶ scabrosità del terreno;
- ▶ stato della neve.

I cambiamenti locali di questi fattori creano delle zone con sollecitazioni di trazione, di pressione e di taglio nel manto nevoso.

I **lastroni di neve** si formano soprattutto con le seguenti condizioni:

- ▶ versante con pendenza pari o superiore a 30° (58%);
- ▶ strati deboli e/o superfici di scorrimento (p. es. strato di neve su gelo superficiale, superficie del suolo liscia);
- ▶ manto nevoso con strati continui;
- ▶ neve con buona coesione.

Il trasporto della neve causato dal vento favorisce accumuli locali e la formazione di neve con buona coesione.

Le **valanghe di neve a debole coesione** si formano soprattutto con le seguenti condizioni:

- ▶ versante con pendenza frequentemente tra 40° (85%) e 60° (170%; i versanti più ripidi si scaricano costantemente);
- ▶ neve a debole coesione.

Le valanghe in bosco: le valanghe le cui zone di stacco (zona d'origine) si trovano all'interno del bosco, sono definite come valanghe in bosco. La grandezza delle aperture nel popolamento costituisce un fattore determinante per la proporzione dei movimenti della neve. Dal momento che, specialmente nella fascia subalpina e montana superiore, le aperture nel popolamento fanno parte della struttura seminaturale e sono necessarie per la rinnovazione del bosco, non si può escludere completamente la formazione di valanghe. In questa sede si definiscono perciò come valanghe in bosco solo gli eventi che riescono a danneggiare gli alberi a partire dallo stadio di perticaia. Gli alberi nello stadio di novelleto

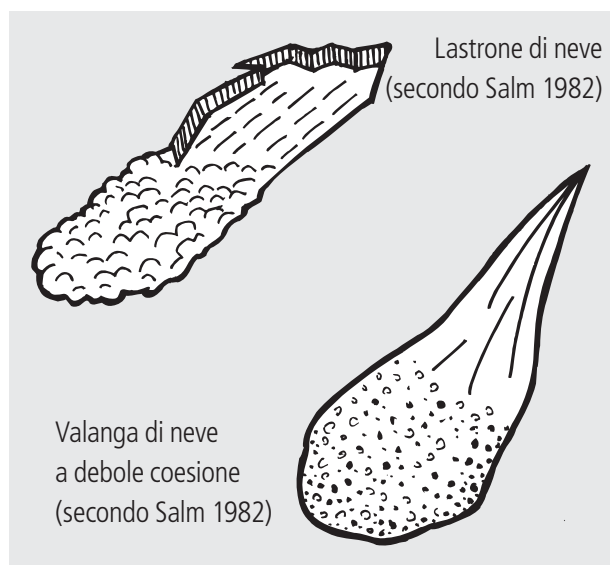


Fig. 1: Tipi di valanghe

e spessina sono normalmente danneggiati più dallo scivolamento, dalla reptazione e dall'addensamento della neve che non dalle valanghe.

Le seguenti condizioni meteorologiche e nivali favoriscono la formazione di valanghe in bosco:

- ▶ più freddo di -4°C, più di 80 cm di neve in 2 giorni, poco vento durante la nevicata, altezza della neve oltre 120 cm, inoltre frequenti casi d'aumento leggero della temperatura nel giorno dell'evento;
- ▶ più freddo di -4°C, più di 60 cm di neve fresca in 3 giorni, poco vento durante la nevicata, forte aumento della temperatura nel giorno dell'evento;
- ▶ più di 50 cm di neve fresca in 3 giorni, altezza della neve oltre 120 cm, pioggia.

Più fa freddo e meno vento c'è durante la nevicata, meno neve fresca ci vuole per formare delle valanghe in bosco.

2.3 Potenziali boschi di protezione dalle valanghe

I boschi situati su versanti con una pendenza superiore a 30° (58%), in regioni e quote altitudinali con condizioni della neve che rendono possibile la formazione di lastroni di neve o valanghe con colata più importanti, sono potenziali boschi di protezione dalle valanghe.

Nella zona dei boschi di conifere e a quote tra 1'600 e 2'200 m sopra il livello del mare, i punti di stacco si trovano frequentemente nelle esposizioni da nord-est a nord-ovest. Di solito in questi luoghi si staccano lastroni di neve asciutta. Lo stacco ha luogo frequentemente sulle linee di cambiamento di pendenza (cambiamento della pendenza d'almeno 10°).

Nella zona dei boschi di latifoglie e dei boschi misti, dunque a quote inferiori ai 1'200 m, soprattutto in esposizioni soleggiate, si staccano valanghe con colata e valanghe di neve bagnata e a debole coesione.

Nella zona del suo limite superiore, il bosco è sovente rado e si trova sui costoni; non può crescere nei canali a causa dei movimenti della neve o della sua copertura troppo persistente. La copertura boschiva a monte è molto importante per la stabilità di tutto il bosco sottostante: lì vi sono di solito delle condizioni estreme e la rinnovazione è sovente possibile solo al riparo di alberi vecchi. Nel caso in cui questo riparo mancasse, bisogna provvedere con interventi tecnici.

La situazione al limite del bosco deve essere tenuta in considerazione nelle decisioni; si può eventualmente ottenere un miglioramento con un rimboschimento d'alta quota. Il possibile grado di copertura del bosco, e con esso tendenzialmente anche l'azione protettiva nei confronti delle valanghe, diminuisce nella zona del limite del bosco. Se il potenziale limite del bosco è sovrastato da una zona di stacco di valanghe, la presenza di bosco nella zona sottostante si limita alle ubicazioni favorevoli come i costoni (cfr. Fig. 2).



Fig. 2: Bosco di protezione potenziale: nella parte sinistra dell'immagine il bosco è chiuso fino al crinale e il limite del bosco è più alto del crinale. Al centro, il crinale è più alto del limite del bosco, sopra di esso c'è ancora una zona di stacco di valanghe. Solo nei punti particolarmente favorevoli il bosco è ancora presente. Ciò dovrà essere tenuto in considerazione nell'ambito del processo decisionale.

2.4 Azione del bosco

Il bosco influisce sulla struttura del manto nevoso e pertanto anche sulla formazione di valanghe con l'intercettazione delle precipitazioni, sul clima nel popolamento e sulla scabrosità del terreno provocata dagli alberi, dai tronchi e dal legname al suolo (Fig. 3).

Nel bosco, per le valanghe si calcola un periodo di ritorno medio di 30 anni (sul terreno aperto con premunizioni valangarie si calcolano 100 anni), poiché in molti casi entro 30 anni il bosco ricresce in modo tale da impedire una successiva formazione di valanghe.

I fattori che impediscono lo stacco di valanghe

► La quantità di neve nel bosco è inferiore a quella del terreno aperto grazie all'intercettazione. La differenza tra il bosco e il terreno aperto è più manifesta in caso di piccole (intercettazione 70%) che in caso di grandi nevicate (intercettazione 30%). L'intercettazione è ridotta in presenza di temperature molto basse durante la nevicata.

► La stratificazione ininterrotta del manto nevoso è perturbata, per esempio dalla neve che cade dagli alberi o da depressioni attorno alle ceppaie.

► Nel bosco di sempreverdi il manto nevoso è riscaldato meno intensamente durante il giorno (minor irradiazione solare), mentre di notte risulta protetto dal raffreddamento (minor perdita di calore da irradiazione notturna). Per questo motivo nel bosco si forma un clima particolare, che influisce sulla trasformazione della neve. C'è perciò una minor formazione di brina superficiale e neve slittante, e le temperature più elevate della neve producono un manto nevoso più stabile. In caso di neve bagnata, nel bosco possono formarsi piccole valanghe; alla presenza di una superficie del terreno liscia, anche delle valanghe con colata.

► Nel bosco c'è poco vento in prossimità del terreno e quindi meno trasporto della neve. Nelle aperture e al margine del popolamento la neve si può accumulare in modo più concentrato a causa del vento.

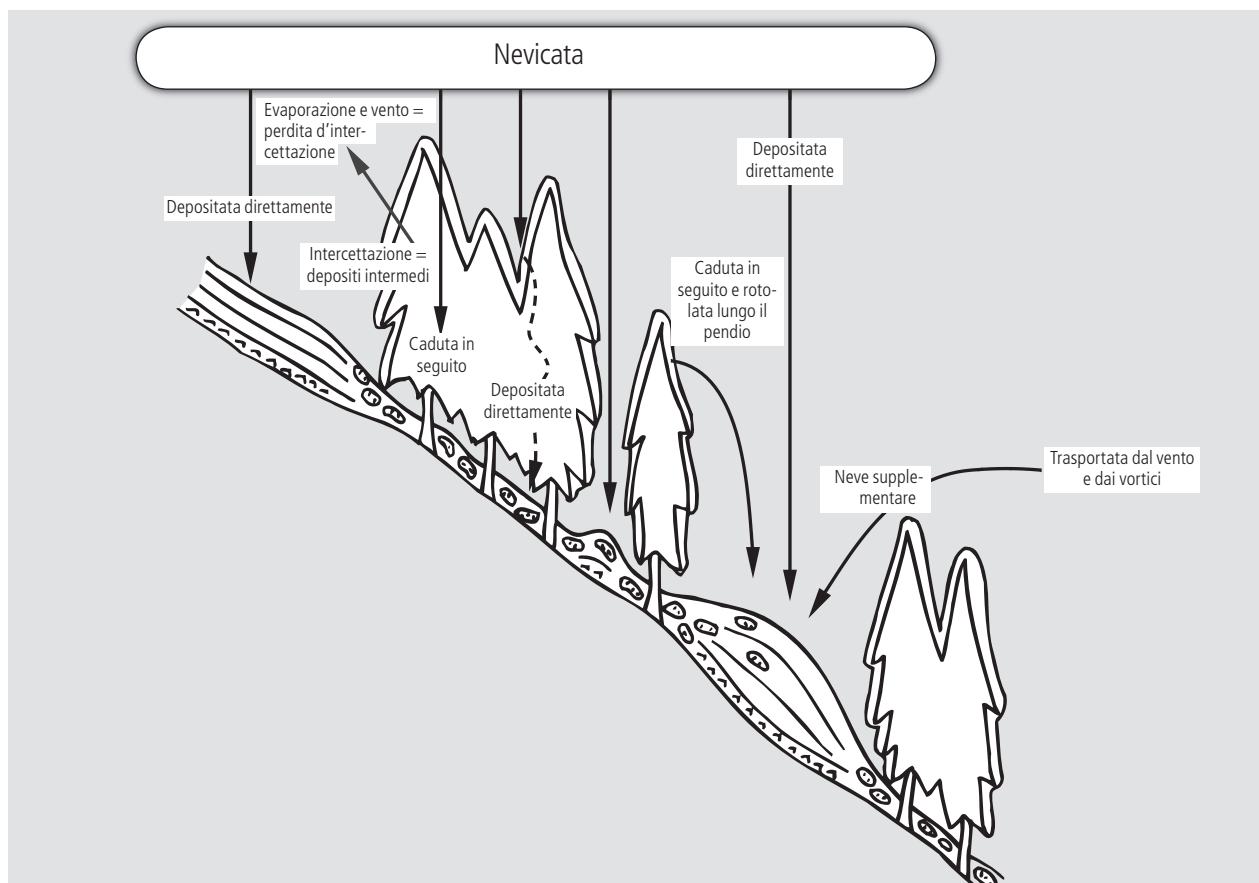


Fig. 3: Schizzo del deposito della neve (secondo Meyer 1987 e Cemagref).

- ▶ Rispetto al terreno aperto, la scabrosità del terreno è generalmente più accentuata nel bosco e perciò il pericolo di movimenti della neve è ridotto.
- ▶ Gli alberi in piedi e le ceppaie, come pure gli alberi al suolo, accentuano la scabrosità del terreno, agendo da elementi stabilizzanti del manto nevoso. Normalmente però, l'azione di sostegno svolta dagli alberi non basta da sola per impedire lo stacco di una valanga. Perché essa sia equivalente a una premunizione valangaria, dovrebbero essere presenti i seguenti numeri di alberi (DPU > 8 cm): 500 alberi/ha, con pendenza di 30° (58%), 1'000 alberi/ha, con pendenza di 40° (84%).

I fattori che favoriscono lo stacco di valanghe

- ▶ Nelle radure ombreggiate e ai margini del bosco può formarsi e mantenersi a lungo della brina superficiale. Questa può favorire lo scivolamento nel caso di nuove nevicate.

L'importanza della specie e della struttura del popolamento

Grazie all'azione generale del bosco, il rischio di stacco di valanghe si riduce ai versanti con una pendenza pari o superiore a 35° (70%). In superfici aperte o nei popolamenti di larice, la pendenza critica si situa invece a 30° (58%).

Gli alberi forniscono un contributo efficace contro lo stacco di valanghe solo se superano almeno del doppio l'altezza della neve.

L'intercettazione è più importante per le specie sempreverdi che per le specie a foglie caduche, soprattutto a basse temperature. Sotto un popolamento di specie sempreverdi, l'emissione di radiazioni a onde corte e lunghe è ridotta fino al 90%; sotto un popolamento di specie a foglie caduche solo fino al 30% (cfr. raccomandazioni concernenti la quota di conifere nelle esigenze in base alla stazione per le singole associazioni forestali).

Le specie a foglie caduche hanno un'azione efficace contro lo stacco di valanghe nel caso di piccole nevicate; quest'azione è limitata nel caso di nevicate intense. La neve scivola molto bene sullo strame di faggio.

Gli alberi bassi, completamente ricoperti dalla neve (p. es. drosa, pino mugo prostrato), possono favorire la formazione di valanghe con i movimenti elastici dei rami. In questi luoghi c'è inoltre una spiccata tendenza alla formazione di neve slittante. Con popolamenti che coprono superfici estese,

la formazione di valanghe può essere meno frequente ma più imponente che sul terreno aperto.

Le specie a foglie caduche si trovano sovente nella zona ai margini dei corsi valangari, dove le specie sempreverdi non riescono a sopravvivere a causa dell'elevata resistenza opposta dall'aria. Nelle Alpi centrali continentali, queste zone sono sovente occupate da larici (il terreno poco evoluto favorisce inoltre la loro rinnovazione), nelle Prealpi, invece, da aceri di monte o faggi. In questi luoghi non si devono favorire ulteriormente le specie sempreverdi.

Nel caso di alberi alti con la chioma corta, la neve che cade può provocare stacchi di valanghe. Questo rischio è ridotto nel caso di alberi con rami bassi (p. es. collettivi).

L'influsso sul manto nevoso è più esteso nel caso di alberi con chiome grandi che nel caso di alberi piccoli.

L'azione frenante del bosco

Con altezze di scorrimento di 1 - 2 m, che riguardano solo il tronco, la valanga può essere rallentata dal bosco. Con altezze di scorrimento e velocità elevate (p. es. valanghe di neve polverosa), il bosco sarà distrutto. Nella zona d'arresto le velocità sono sovente basse, così che il bosco può esercitare una migliore azione frenante, riducendo la distanza d'arresto delle valanghe.

Legno morto nelle aree schiantate dal vento

Il legname costituisce inizialmente una protezione molto efficace contro i movimenti della neve sulla maggior parte delle aree schiantate dal vento e non sgomberate. Le strutture superficiali create da legno morto in piedi, ceppaie, ceppaie sradicate e tronchi giacenti formano una fitta e alta struttura che fissa efficacemente al suolo il manto nevoso e influisce favorevolmente sul deposito della neve per alcuni decenni. Questo legname costituisce una buona sicurezza in normali zone di stacco di valanghe (ca. 30 - 40°) e con altezze della neve usuali in bosco. In posizioni molto ripide e situazioni eccezionali d'abbondanza di neve non si può tuttavia escludere che il legname ceda e il manto nevoso si metta in movimento trascinando con sé il legname. Detto pericolo aumenta gradualmente con la decomposizione del legname. Di questo aspetto si deve tener conto nei luoghi in cui il potenziale dei danni è elevato. Con lo sgombero del legname la protezione contro il movimento della neve è tuttavia notevolmente ridotta sin dall'inizio.

Per quanto riguarda il numero di piante e la loro gran-

dezza, nelle aree colpite dalla tempesta Vivian si è constatato che, in mancanza di rinnovazione nelle potenziali zone di stacco di valanghe, con la piantagione è possibile prendere un vantaggio di almeno dieci anni rispetto alla rinnova-

zione naturale. Con la piantagione si può quindi abbreviare ed eventualmente addirittura colmare la lacuna rilevata nell'azione protettiva, che diminuisce con la decomposizione del legname e aumenta con la crescita del bosco giovane. La piantagione è possibile anche nelle aree schiantate dal vento e non sgomberate, sebbene con qualche difficoltà.

Fonte: le indicazioni concernenti le valanghe sono state raccolte principalmente da Monika Frehner e Werner Frey (SNV), con la consulenza di Peter Bebi (SNV), il comitato direttivo del FAN, del GSSM e del Cemagref (Frédéric Berger). **Bibliografia:** Frey W. (1977), de Quervain M. (1978), Salm B. (1978, 1982), Meyer-Grass M., Imbeck H. (1985a), Meyer-Grass M., Imbeck H. (1985b), Frey W., Frutiger H., Good, W. (1987), Imbeck H., Ott E. (1987), Meyer-Grass M. (1987), Meyer-Grass M., Schneebeli M. (1992), Frey W. (1993), Kaltenbrunner A. (1993), Berger F. (1997), Munter W. (1997), Pfister R. (1997), Frey W. e Leuenberger F. (1998), Bebi P. (2000), Istituto federale per la ricerca sulla neve e le valanghe (ed.) (2000), Schwit-ter R. (2002), Frey W., Thee P. (2002).

3 Frane, fenomeni di erosione, colate di fango

3.1 Profilo richiesto per il bosco in relazione a frane, fenomeni di erosione e colate di fango

3.2 Frane

3.3 Erosione superficiale

3.4 Colate di fango

1

3.1 Profilo richiesto per il bosco in relazione a frane, fenomeni di erosione e colate di fango

Luogo	Contributo potenziale del bosco	Esigenze in base al pericolo naturale stato minimo	Esigenze in base al pericolo naturale stato ideale
Zona d'origine	Grande Nel caso di frane superficiali (orizzonte di scorrimento fino a 2 m di profondità) e nel caso d'erosione superficiale	Tessitura orizzontale Grandezza aperture ³ max. 6a, con rinnovazione garantita ¹ max. 12a. Tessitura orizzontale Grado di copertura ² permanentemente ≥ 40% Esigenze minime in base alla stazione: soddisfatte Composizione e mescolanza: nel caso di transizioni nella stazione, deve essere perseguita la mescolanza di specie della tipologia più umida / più bagnata	Tessitura orizzontale Grandezza aperture ³ max. 4a, con rinnovazione garantita ¹ max. 8a. Tessitura orizzontale Grado di copertura ² permanentemente e su piccole superfici ≥ 60% Esigenze ideali in base alla stazione: soddisfatte Composizione e mescolanza: nel caso di transizioni nella stazione, deve essere perseguita la mescolanza di specie della tipologia più umida / più bagnata Alberi stabili Assenza di alberi molto grossi e minacciati dallo schianto da vento
Zona d'infiltrazione	Medio Nel caso di frane mediamente profonde e profonde (orizzonte di scorrimento più profondo di 2 m), se si può influire sul regime idrico nell'ambito dell'orizzonte di scorrimento	Tessitura orizzontale Grado di copertura ² continuamente ≥ 30% Esigenze minime in base alla stazione: soddisfatte	Tessitura orizzontale Grado di copertura ² continuamente ≥ 50% Esigenze ideali in base alla stazione: soddisfatte
	Piccolo Nel caso di frane mediamente profonde e profonde (orizzonte di scorrimento più profondo di 2 m), se si può influire solo in modo limitato sul bilancio idrico nell'ambito dell'orizzonte di scorrimento	Rinnovazione Continuità della rinnovazione garantita	Rinnovazione Continuità della rinnovazione garantita Esigenze ideali in base alla stazione: soddisfatte

¹ Rinnovazione garantita: presenza di crescita o di spessina con una mescolanza conforme all'obiettivo.
A livello subalpino sono permesse superfici più grandi se sono allestite in forma di fessure con una larghezza massima di 20 m.

² Grado di copertura degli alberi a partire dallo stadio di perticaia (vale a dire senza considerare novelleto e spessina).

³ Apertura: distanza tra il margine delle chiome nella perticaia e nella fustaia.

3.2 Frane

Le frane si distinguono anche in base alla profondità della loro superficie di scorrimento. Per quanto riguarda l'azione potenziale del bosco, è particolarmente importante

la distinzione tra frane superficiali e frane da mediamente profonde a profonde. L'acqua che s'infiltra nel terreno è di solito un fattore causale molto importante per tutti i tipi di frane (Fig. 4).

Frane superficiali

- Profondità 0-2 m
- Attività franosa perlopiù elevata, dalla durata limitata (da minuti a mesi)
- Su piccole superfici (perlopiù < 0.5 ha)
- Si formano perlopiù su versanti con una pendenza a partire da ca. 25°; possono tuttavia verificarsi anche su terreno più pianeggiante
- Sovente zone di stacco tipiche di vecchie frane



Sachseln OW, 15 agosto 1997

- Circa 100 m³ di materiale per frana
- Durata delle precipitazioni 2 ore; franamenti nello spazio di minuti
- Trasformazione in colate detritiche di versante a causa del forte inzup

Frane mediamente profonde e profonde

- Profondità 2-10 m oppure > 10 m
- Attività franosa perlopiù nell'intervallo da cm a dm / anno
- Su grandi superfici (perlopiù > 0.5 ha, fino a diversi km²)
- Franamento costante, sull'arco di anni o secoli, sovente con fasi di attività alternata
- Segni di riconoscimento nel terreno: grandi orli nella zona di stacco, alberi inclinati o con sciabolatura, fessure nel terreno, radici in tensione, rigonfiamenti, zone d'infiltrazione delle acque superficiali, zone di ristagno, crepe e deformazioni in strade o stabili



Sörenberg LU

- Diversi milioni di m³ di materiale
- In movimento da oltre 100 anni; fasi attive e passive, a seconda delle condizioni meteorologiche
- Colate di fango e frane superficiali come eventi secondari

Fig. 4: Esempi di frane

Le zone minacciate dal pericolo di frane

Le zone di franamento (in particolare quelle profonde) sono sovente ben conosciute e documentate. I seguenti documenti costituiscono perciò delle basi importanti per la valutazione della situazione:

- ▶ carta dei pericoli naturali / carta indicativa dei pericoli naturali;
- ▶ carta delle instabilità del suolo e dei versanti (carta dei fenomeni);
- ▶ catasto degli eventi / documentazioni degli eventi;
- ▶ carta geologica.

Le frane superficiali si formano in parte anche in modo spontaneo (all'interno del bosco, non di rado in seguito al collasso di un popolamento su una superficie estesa).

Una moltitudine di fattori determina se e in quali regioni si possono verificare delle frane. I più importanti sono tuttavia i fattori primari della pendenza e del tipo di materiale sciolto. Per quest'ultimo, il criterio decisivo è costituito dall'angolo d'attrito interno specifico del materiale sciolto, determinato dalla pendenza limite di un versante / di una scarpata.

I generi di materiale sciolto sono stati suddivisi sommarariamente in tre categorie nella tabella seguente. Per ogni categoria è fornito un valore indicativo per la pendenza a partire dalla quale può verificarsi un'attività franosa superficiale (Tab. 1). Nel caso di zone boscate meno ripide dei valori indicati, la probabilità che si verifichino delle frane spontanee è dunque ridotta³.

Tab. 1: Valori indicativi delle pendenze critiche

Genere di materiale sciolto	Valore indicativo delle pendenze critiche
1 terreni ricchi di marna terreni ricchi d'argilla	da 25° (47%)
2 terreni intermedi, senza forti segni d'imbibizione	da 30° (58%)
3 terreni con buona permeabilità terreni con poche componenti fini (argilla, limo) terreni sabbiosi e ghiaiosi	da 35° (70%)

³ Possono eventualmente verificarsi delle frane anche con pendenze inferiori.

L'influsso dei popolamenti forestali sul distacco di frane

Le frane superficiali si situano nell'ambito d'influsso della zona radicale. In questo caso il bosco può perciò esercitare un grande influsso sulla loro intensità con:

- ▶ l'armatura del terreno, grazie all'apparato radicale;
- ▶ l'influsso favorevole sul regime idrico del suolo, grazie all'intercettazione, alla traspirazione e al miglioramento della permeabilità del terreno.

Con un popolamento forestale ideale è possibile migliorare le condizioni di stabilità, in modo da consentire una diminuzione dell'attività franosa. Un popolamento ideale non permette tuttavia di escludere completamente le frane. L'azione del bosco diminuisce inoltre drasticamente a partire da una pendenza di ca. 40°.

Nel caso dello schianto di grossi alberi in seguito a tempesta di vento, il terreno può essere scoperto in modo esteso, fatto che può avere ripercussioni negative per quanto concerne in particolare il pericolo di frane e di erosione superficiale.

In caso di vento forte, si possono formare delle crepe nel terreno anche con il movimento degli alberi.

Frane mediamente profonde e profonde: l'azione diretta del bosco con l'armatura delle radici, tanto importante nel caso delle frane superficiali, diminuisce drasticamente nel caso di frane mediamente profonde e profonde. Per quest'ultimo tipo assume importanza l'azione indiretta del bosco: con la ritenuta delle acque d'infiltrazione, impedisce infatti che le stesse acque raggiungano gli strati di scorrimento. Detta azione si perde tuttavia, una volta che il terreno è completamente saturo d'acqua.

Per quanto riguarda una frana mediamente profonda o profonda è possibile definire una zona d'infiltrazione, ovvero la zona in cui l'acqua che giunge nel corpo della frana s'infiltra nel terreno. Tale acqua è parzialmente trattenuta dall'azione immagazzinante del bosco. Spesso è tuttavia molto difficile poter definire effettivamente la zona d'infiltrazione, perché non si conoscono i percorsi sotterranei dell'acqua. Di solito, in assenza di conoscenze precise, si deve supporre quale zona d'infiltrazione l'intero bacino imbrifero superficiale che sovrasta il piede della frana.

Il peso degli alberi non influisce sulle frane mediamente profonde e profonde. I tagli di «alleggerimento» non sono dunque opportuni.

Gli alberi instabili costituiscono tuttavia un problema nell'ambito d'influsso di un corso d'acqua, dove il legname galleggiante comporta il pericolo di formazione di serre (cfr. profilo richiesto in relazione a torrenti e piene).

L'importanza della specie

Rivestono particolare importanza le specie che permettono una radicazione profonda e intensa nel suolo. In questo modo è possibile giungere a una buona armatura del terreno, da un lato, e alla creazione ottimale dello spazio d'immagazzinamento, dall'altro.

Per la maggior parte delle specie, ciò non costituisce un problema nel caso di terreni con buona permeabilità; risulta tuttavia decisivo il comportamento sui terreni pesanti, costipati e temporaneamente bagnati.

Le seguenti specie si distinguono per la buona radicazione profonda in terreni compatti, bagnati e limosi:

- il frassino, l'olmo, la quercia, il tremolo, l'ontano nero per le latifoglie;
- l'abete bianco e il pino silvestre per le conifere.

In quest'ambito l'abete bianco, specie molto diffusa nel bosco naturale, riveste un ruolo centrale.

L'importanza della struttura del popolamento

Per una buona azione protettiva nei confronti delle frane è decisiva una **radicazione** il più possibile profonda e intensa.

Questa può essere garantita permanentemente e nel modo migliore con un **popolamento disetaneo su piccole superfici, con un grado di copertura il più elevato possibile**. È probabile che una stratificazione nel popolamento si presenti in forma equivalente anche a livello della radicazione nel terreno. In questo modo è inoltre possibile garantire la rinnovazione in modo continuo e, nel caso di un collasso del popolamento (p. es. a causa di uno schianto da vento), avere già le basi per il rimboschimento.

I **grandi tagli rasi** costituiscono invece lo stato del bosco meno favorevole per quanto riguarda la minaccia di frane, poiché l'azione stabilizzante delle radici morte si esaurisce dopo alcuni anni, quando il nuovo popolamento si trova ancora nello stadio giovanile.

Le **aperture nel popolamento** dovrebbero perciò essere possibilmente piccole, ma sufficientemente grandi per garantire la rinnovazione.

Gli **alberi grossi, minacciati dallo schianto da vento** possono influire sfavorevolmente sulla stabilità del

pendio. Lo schianto da vento provoca sovente delle profonde ferite nel terreno. Da ciò può derivare l'aumento dell'infiltrazione e un'alterazione accelerata del terreno sottostante. Di conseguenza possono formarsi focolai d'erosione e di franamento.

L'effetto dei drenaggi

L'effetto dei canali di drenaggio può essere molto diversificato. Una derivazione efficace delle acque da una zona di franamento attiva può agire favorevolmente e portare a un assestamento del movimento franoso. La presenza di drenaggi su grandi superfici comporta tuttavia sovente numerose difficoltà:

- ▶ l'onere per la manutenzione dei canali di drenaggio è molto elevato;
- ▶ se la manutenzione è trascurata, i drenaggi possono agire in modo controproducente;
- ▶ il pericolo d'interruzione o di rottura del sistema di drenaggio dovuta a movimenti franosi è particolarmente grande proprio nelle zone che presentano un'attività franosa da mediamente profonda a profonda;
- ▶ i sistemi di drenaggio su grandi superfici contribuiscono in determinate condizioni all'aumento della portata di picco delle piene;
- ▶ spesso l'acqua captata non può essere evacuata senza sollecitare altre potenziali zone di franamento.

Per questi motivi, lo scopo delle opere di drenaggio deve essere esaminato accuratamente in ogni singolo caso e deve essere elaborato un programma per la loro manutenzione.

Lasciare legname sul posto

Il legname lasciato sul posto rappresenta un problema nelle zone franose se può giungere nell'alveo di un torrente, dove possono verificarsi delle serre o delle colate di fango con trasporto di legno (cfr. profilo richiesto in relazione a torrenti e piene).

La raccolta del legname

Una gestione forestale inappropriata, specialmente su terreni sensibili, può provocare una forte costipazione del suolo. La zona radicale, decisiva per la stabilità del bosco e per la sua azione contro le frane, può essere compromessa per decine d'anni. Il danno provocato da una gestione poco accurata può essere molto più importante del beneficio previsto! La ricerca del metodo d'intervento più conveniente deve

perciò sempre avvenire garantendo un esbosco accurato e rispettoso del popolamento e del suolo. Ciò vale in particolare anche nel caso di utilizzazioni forzate, nell'ambito delle quali possono essere causati in poco tempo danni permanenti su grandi superfici.

3.3 Erosione superficiale

Con il termine d'erosione superficiale s'intende un'asportazione progressiva di materiale sciolto, operata in particolare dall'acqua (la trasformazione in frane superficiali è frequente). Contrariamente a frane e colate di fango di versante, non rappresenta di per sé alcun potenziale di pericolo. A lungo termine può tuttavia portare all'accumulo, negli alvei, di materiale sciolto, che può essere mobilizzato da una colata di fango. Con un'erosione progressiva del materiale a granulometria fine, si riduce inoltre il potenziale d'immagazzinamento idrico del suolo e lo spazio radicabile per la vegetazione.

L'erosione, in quanto tale, costituisce un processo naturale che non può essere evitato completamente. Può tuttavia essere accelerato o rallentato dalla forma di utilizzo del territorio.

L'azione favorevole del bosco nei confronti dell'erosione superficiale è risaputa. Essa è dovuta essenzialmente all'armatura del terreno con l'apparato radicale degli alberi e della vegetazione erbacea. In questo modo diminuisce l'asportazione di materiale terroso a causa del ruscellamento. Una vegetazione chiusa impedisce inoltre la costante alterazione e la destabilizzazione del materiale sciolto, fenomeni che possono portare alla diminuzione della resistenza al taglio, rendendo così possibili i franamenti superficiali.

Una **copertura vegetale del suolo chiusa e continua** è perciò decisiva per impedire l'erosione superficiale. In questo caso, lo **stato del bosco** svolge un ruolo indiretto:

► a lungo termine, il mantenimento di una copertura vegetale chiusa è garantito al meglio se s'impediscono i possibili collassi del popolamento (p. es. schianto da vento). Ciò significa che deve essere innanzi tutto perseguita una copertura forestale che non permette un collasso su vasta superficie. La struttura di popolamento multistrato è fondamentale;

► i focolai d'erosione superficiale si formano sovente anche in seguito a frane. In tal caso, nell'ambito delle cure del bosco in relazione al pericolo di frane, si pratica anche una prevenzione dall'erosione superficiale.

3.4 Colate di fango

Le colate di fango consistono in un miscuglio d'acqua e detriti, con proporzione solida di ca. il 30-60%, che scorre rapidamente a valle. Si verificano frequentemente in ondate successive nell'alveo dei torrenti. Sono caratterizzate da: densità elevata, velocità di scorrimento in parte elevate e capacità di trasporto elevata (blocchi con volume di diversi m³).

Le frane e l'erosione superficiale causano l'accumulo di detrito sciolto nell'alveo dei torrenti, contribuendo alla formazione di colate di fango. Esse possono inoltre verificarsi in forma di colata di fango di versante a causa d'instabilità del pendio.

In relazione alle colate di fango l'azione del bosco consiste nel rallentamento della formazione di materiale detritico a seguito del contenimento dei processi sui versanti (frane, erosione superficiale).

Il bosco può inoltre esercitare una certa funzione frenante nella zona d'arresto della colata di fango, grazie all'effetto drenante.

Le colate di fango non sono rappresentate nel presente profilo. Si devono considerare i processi che le originano (frana ed erosione superficiale).

Per un eventuale influsso negativo dovuto al bosco (legname galleggiante in alveo) cfr. il profilo richiesto in relazione a torrenti e piene.

Fonti: le indicazioni concernenti le frane sono state raccolte da Kaspar Zürcher (IMPULS), con la consulenza di Albert Böll (WSL), Monika Frehner, Christian Rickli (WSL), del comitato direttivo del FAN, del GSSM e del Cemagref (Frédéric Berger). **Bibliografia:** Böll (1997), BRP/BWW/BUWAL (1997), Polomski e Kuhn (1998), Gruppo di lavoro Geologia e pericoli naturali (2000), BUWAL (2000), Rickli (2001).

4 Caduta sassi

- 4.1 Profilo richiesto per il bosco in relazione alla caduta sassi
- 4.2 Processo relativo alla caduta sassi
- 4.3 Zona di distacco
- 4.4 Zona di transito
- 4.5 Zona d'arresto e di deposito
- 4.6 Indicazioni supplementari concernenti l'azione del bosco

4.1 Profilo richiesto per il bosco in relazione alla caduta sassi

Zona	Contributo potenziale del bosco	Esigenze in base al pericolo naturale - stato minimo	Esigenze in base al pericolo naturale - stato ideale
Zona di distacco	Medio	Alberi stabili Assenza di alberi instabili, molto grossi	
Zona di transito, d'arresto e deposito	Grande	Densità di piante ed area basimetrica	
		Aree basimetriche (per DPU a partire da 8 cm) e correlate densità di alberi ad ettaro per classe di DPU definite tramite lo strumento disponibile su internet: http://www.gebirgswald.ch/fr/steinschlag-tool.html	
		Questa valutazione deve essere eseguita su tutta la lunghezza del pendio.	
		In aperture¹	
		- Distanza tra i tronchi lungo la linea di massima pendenza < 40 m. - In aperture lunghe più di 20 m: lasciare le ceppaie alte (circa 1.3 m), come anche almeno 2 tronchi giacenti trasversali ogni 10 m con un diametro maggiore od uguale a quello del sasso	
		Tronchi trasversali e ceppaie alte a complemento degli alberi che seccano in piedi.	
		Adempiere le esigenze minime in base alla stazione	Adempiere le esigenze ideali in base alla stazione

¹ Apertura: Distanza tra tronco e tronco nella perticaia e nella fustaia.

4.2 Processo relativo alla caduta sassi

Con il termine caduta sassi viene inteso il movimento di materiale roccioso dovuto alla forza gravitazionale così come la sua interazione con l'ambiente circostante. I sassi possono rotolare, saltare o scivolare. Questi tipi di movimento possono essere ben descritti. Lungo il tragitto di caduta, i sassi urtano contro il terreno o contro ostacoli come tronchi od opere di protezione, perdendo energia.

Il processo di caduta sassi ha luogo in tre zone: la zona di distacco, la zona di transito e la zona d'arresto-deposito. Spesso queste zone si sovrappongono.

Oltre alla caduta di sassi, può verificarsi anche la caduta di ghiaccio.

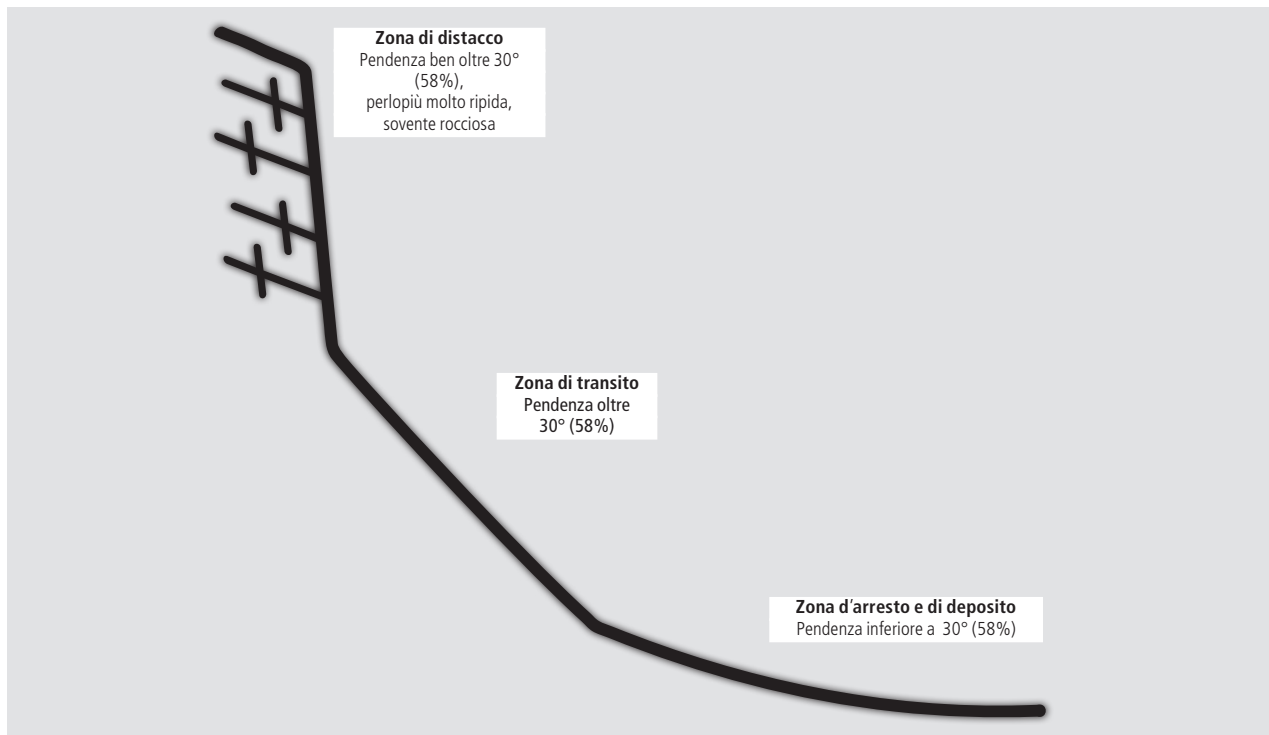


Fig.5: Schema del processo

4.3 Zona di distacco

L'importanza nel processo

In questa zona i sassi vengono mobilizzati. La grandezza e la forma dei sassi, come pure la frequenza di caduta, sono condizionate dal tipo di roccia, dalla disposizione degli strati geologici, dall'esposizione e dalla quota. L'altezza massima del punto di distacco (altezza della falesia) ha una grossa importanza nel determinare l'energia di caduta dei sassi. La caduta sassi può avere origine anche dalla (ri-)mobilizzazione di materiale roccioso giacente su terreni con pendenze > 35°.

L'azione del bosco

Le radici degli alberi trattengono i sassi; possono però anche accelerare i processi di alterazione delle rocce. Gli acidi

organici emessi dalle radici e da lettiere d'aghi accelerano l'alterazione chimica delle rocce, così come le radici che crescono nelle crepe accelerano l'alterazione meccanica delle rocce aumentando la predisposizione alla disgregazione da gelo. I processi d'alterazione agiscono in modo più intenso quando gli strati rocciosi sono disposti parallelamente al pendio (franapoggio), che non quando sono disposti perpendicolarmente al pendio (reggipoggio). Anche alberi che cadono possono mobilizzare dei sassi. Soprattutto nel caso di alberi alti più di 20 m, le oscillazioni provocate dal vento possono scuotere gli alberi in modo tale da mobilizzare sassi tramite l'azione delle radici.

L'effetto di protezione del bosco dalla caduta sassi dipende dalla geologia, dalla topografia, dalla specie e dal

peso degli alberi, dalla posizione del loro baricentro e dalla loro altezza.

4.4 Zona di transito

L'importanza nel processo

Tra i 30° (58%) ed i 35° (70%) i sassi rotolano o scivolano; oltre i 35° (70%) possono anche saltare. Questi movimenti possono essere calcolati in modo abbastanza preciso. Il contatto con il terreno o con degli ostacoli fa perdere energia ai sassi (energia = massa x velocità²) ed essi possono anche cambiare direzione. Al momento è difficile calcolare a quanto ammonta la perdita di energia. In seguito a questi contatti, i sassi possono arrestarsi oppure rimettersi in movimento in un secondo tempo.

Oltre al bosco ed alle opere di protezione, anche i seguenti fattori hanno un effetto frenante sui sassi:

- ▶ topografia: con un rilievo accentuato, i sassi sono sovente deviati; più è pianeggiante il terreno più sono lenti i sassi;
- ▶ scabrosità della superficie: i sassi sono frenati in modo efficace se la scabrosità della superficie corrisponde alle loro dimensioni (depositi di detriti);
- ▶ smorzamento: il terreno soffice frena efficacemente i sassi.

A parità di condizioni, i sassi sferici prendono più velocità di quelli spigolosi e oblungi.

Lunghezza della zona di transito

Affinché l'effetto del bosco sia efficace e' necessario che la zona di transito o di deposito abbia una lunghezza minima. Nel caso di zone di transito brevi (< 75 m), l'assenza di zone di deposito, sassi di piccole dimensioni e specie arboree adatte (faggio ed altre latifoglie), è consigliata oltre una rinnovazione da semenziali anche quella tramite polloni. I popolamenti forestali situati nelle vicinanze della zona di distacco sono di particolare importanza, in quanto possono arrestare la caduta di sassi prima che quest'ultimi acquistino velocità' elevate. Particolarmente nel caso di zone di transito brevi e' da considerare la caduta di ghiaccio.

L'azione del bosco

L'impatto con gli alberi frena i sassi o li arresta tempo-

raneamente. L'azione frenante contribuisce a ridurre la velocità e l'altezza di caduta.

L'effetto degli alberi dipende dall'area basimetrica presente lungo il tragitto di caduta di un sasso. L'area basimetrica e' calcolata in base al numero di piante ad ettaro, la distribuzione dei loro diametri e la lunghezza della zona di transito. Anche le dimensioni e l'energia dei sassi giocano un ruolo importante:

- ▶ a seconda dell'energia dei sassi (che dipende dalla velocità e dalle dimensioni di quest'ultimi), gli alberi possono essere feriti o spezzati. Questi contatti riducono notevolmente la velocità e l'energia dei sassi;
- ▶ gli alberi molto sottili cedono all'impatto dei sassi ed il loro singolo effetto frenante è limitato. Tuttavia, data la loro elevata probabilità d'impatto possono contribuire a frenare anche sassi di grandi dimensioni, una volta che quest'ultimi abbiano avuto una collisione con alberi di dimensioni maggiori. Nel caso di sassi con piccole energie (specialmente nelle zone d'arresto e di deposito), l'effetto collettivo di alberi molto sottili (per esempio in un bosco ceduo) può essere molto significativo e bloccare la caduta dei sassi.
- ▶ Anche nel caso di blocchi molto grossi (> 5 m³) l'effetto del bosco è da considerare. Tuttavia, per avere un effetto significativo dal punto di vista della riduzione dell'energia e del rischio, è necessaria la presenza di una zona di transito boscata lunga a sufficienza.
- ▶ Ceppaie alte contribuiscono a frenare o bloccare la caduta di sassi. In boschi di protezione contro la caduta sassi le ceppaie devono essere tagliate il più' alto possibile (circa 1.3 m).

L'effetto protettivo del bosco nel suo stato attuale calcolato con lo strumento disponibile su internet non può essere valutato senza prendere in considerazione la riduzione del rischio in relazione ad uno specifico potenziale di danno. Per esempio, può essere sufficiente un basso effetto protettivo del bosco per ridurre il rischio ad un livello tollerabile.

Dimensioni delle aperture

In molti casi, la lunghezza delle aperture lungo la linea di massima pendenza gioca un ruolo molto più importante rispetto al numero e la distribuzione di ostacoli lungo la traiettoria di caduta. Questi fattori sono caratterizzati dal numero di piante, la distribuzione dei diametri e la lunghezza del pendio

boscato. Nel caso di aperture molto lunghe, al contrario, il processo di caduta sassi è direttamente influenzato dalla lunghezza dell'apertura. I sassi possono raggiungere velocità massime già dopo 40 m di caduta e quindi anche compiere salti di grosse dimensioni. Questo significa che nel caso in cui i sassi raggiungano il bosco dopo 40 m di tragitto in un'apertura, l'effetto del bosco sovrastante l'apertura può essere trascurato.

Poiché le zone prive di ostacoli all'interno dei popolamenti forestali variano continuamente, viene definita per il selvicoltore una grandezza di apertura massima accettabile. Tale area deve essere mantenuta il più piccola possibile. È stato tuttavia dimostrato che l'indicazioni vigenti fino ad oggi di una lunghezza massima di 20 m lungo la linea di massima pendenza, non possono essere sempre applicate nella pratica (specialmente in boschi di faggio la rinnovazione ha bisogno di aperture più ampie). Per questo motivo è tollerato che le aperture possano avere dimensioni lungo la linea di massima pendenza superiori a 20 m, alla condizione che vengano prese le seguenti precauzioni:

- ▶ Distanza massima tra i tronchi lungo la linea di massima pendenza di 40 m
- ▶ Tutte le ceppaie lasciate con circa 1.3 m di altezza
- ▶ Presenza di tronchi trasversali: 2 tronchi giacenti trasversali ogni 10 m con un diametro maggiore od uguale a quello del sasso, se possibile con un'inclinazione di 70° rispetto alla linea di massima pendenza.

4.5 Zona d'arresto e di deposito L'importanza nel processo

La velocità dei sassi diminuisce anche senza l'impatto con ostacoli. Tra 25° (45%) e 30° (58%) di pendenza, i sassi possono rotolare ancora a lungo se non incontrano ostacoli; con una pendenza inferiore a 25° (45%) si arrestano di solito rapidamente. In questo caso, i sassi che sono stati fermati non si rimettono in movimento.

La zona di transito e quella di deposito si sovrappongono ed i sassi sono frenati dagli stessi fattori che si riscontrano nella zona di transito.

Effetto del bosco

La reazione degli alberi all'impatto di sassi è di per se la stessa che ha luogo nella zona di transito. Un elevato numero di tronchi o ceppaie alte (circa 1.3 m) garantisce un'elevata

probabilità di contatto tra sassi ed alberi. Pertanto sono da seguire le stesse indicazioni riportate per la zona di transito.

4.6 Effetto dei tronchi giacenti trasversalmente

I tronchi giacenti (appositamente posizionati) hanno un effetto positivo, purché non sussista un pericolo di rotolamento dei tronchi stessi e non vi sia il rischio di accumuli eccessivi di sassi nella zona di distacco o transito. Poiché i sassi passano da un movimento a salti ad un movimento per rotolamento nella zona d'arresto, la presenza di tronchi giacenti trasversali ha un effetto molto importante. Il pericolo di caduta dei tronchi aumenta all'aumentare dell'inclinazione del pendio, dipende dal tipo di lavorazione del tronco (scortecciatura e sramatura) e dall'effetto della neve. Nel caso in cui sussista il pericolo di caduta dei tronchi, è necessario ancorarli. La situazione è da valutare caso per caso. La funzione dei tronchi giacenti trasversali deve essere controllata e mantenuta periodicamente, come del resto viene fatto per le altre opere di protezione. Nel caso della presenza di sassi in bilico, quest'ultimi devono essere deposti in luoghi più sicuri o fatti esplodere in modo controllato.

La presenza di tronchi giacenti trasversali aumenta la rugosità della superficie del terreno. Tale effetto viene massimizzato quando il diametro dei tronchi è simile o maggiore del diametro dei blocchi che possono cadere. Nel caso in cui i tronchi siano posizionali trasversalmente alla linea di massima pendenza (ottimale se posizionati a 70° rispetto alla linea di massima pendenza), i sassi possono essere fermati o deviati lateralmente.

La presenza di tronchi giacenti trasversali nella zona di transito all'interno di un popolamento può proteggere quest'ultimo da eventuali danni. I tronchi trasversali possono essere utilizzati anche per deviare o incanalare i sassi.

Gli apparati radicali di alberi divelti incrementano la rugosità della superficie ed hanno quindi di per se un effetto positivo. Eventualmente, tali apparati radicali possono rappresentare un problema nel caso in cui siano presenti blocchi labili di grosse dimensioni al loro interno. Tali blocchi possono essere messi in movimento durante il processo di degradazione dell'apparato radicale e rappresentare quindi una ulteriore fonte di pericolo (situazione frequente nello Jura). Apparati radicali labili possono essere mobilizzati e nel caso in cui sia possibile tagliare il tronco a 4 m di distanza dal piede

della pianta, questo problema può essere notevolmente ridimensionato.

L'accumulo di rami in mucchi può aumentare la capacità di assorbimento di energia dei sassi, e quindi migliorare l'effetto protettivo.

4.7 Indicazioni supplementari concernenti l'effetto del bosco

Cure del bosco e opere di protezione

Le cure mirate dei popolamenti forestali possono sostituire le opere tecniche o contribuire a fare in modo che quest'ultime debbano essere dimensionate per altezze di caduta e per energie d'impatto ridotte.

Il marciume

Gli alberi feriti possono essere attaccati dal marciume (l'abete rosso ed il faggio dopo approssimativamente 10 anni). Il marciume non colpisce il legno cresciuto dopo la lesione.

I polloni

Nella zona d'arresto e di deposito, come pure nella zona di transito, gli alberi sono efficaci già a partire dai 12 cm di DPU, se i sassi sono di piccole dimensioni. In questi casi, dove la specie lo consenta e la zona di transito sia sufficientemente breve (< 75 m), può essere vantaggioso agevolare la crescita di polloni. I polloni crescono in genere molto rapidamente nello stadio giovanile raggiungendo in pochi anni un DPU efficace per la protezione. A questo scopo le ceppaie dovrebbero essere tagliate in basso, con cura e precisione, in modo da permettere alle gemme avventizie di formarsi direttamente sui contrafforti delle radici. Dal momento che, nel caso d'apertura in linea di caduta, la distanza tra tronco e tronco non deve essere troppo grossa, non si possono eseguire tagli di ceduzione in forma estesa, bensì solo su strisce larghe massimo 20 m in linea di caduta. Il bosco ceduo costituisce una forma di gestione intensiva in cui il popolamento deve essere regolarmente diradato e non è possibile sfruttare la regolazione naturale come nel caso dei boschi stratificati. Per questo motivo si prestano alla ceduzione solo zone in cui vi sia una distanza tra la zona di distacco e quella del potenzi-

ale di danno inferiore a 75 m.

Legno morto sulle aree schiantate dal vento

Il legname morto costituisce una protezione molto efficace contro la caduta di sassi sulle aree schiantate dal vento non sgomberate. Le strutture superficiali create da legno morto in piedi, da ceppaie, da ceppaie sradicate e da tronchi giacenti formano una fitta struttura, alta diversi metri, che impedisce efficacemente qualsiasi caduta di sassi di piccola e media grandezza, inoltre arresta i sassi in movimento sull'arco d'alcuni decenni. Solo sassi molto grossi riescono a forzare questa struttura con il loro peso. Con lo sgombero di legname morto si riduce notevolmente la protezione contro la caduta di sassi..

La topografia

Nella valutazione del processo di caduta sassi sono da tenere in considerazione le particolarità topografiche presenti sul terreno. Nella zona di transito è possibile sfruttare piccole spianate come punti di deposito: in questi casi l'effetto di tronchi giacenti trasversali è particolarmente efficace.

Bisogna tener conto anche delle «zone di distacco di piccole dimensioni» (p. es. versanti con detrito instabile, piccole sporgenze rocciose) e di corridoi di caduta stretti ma continui.

Fonte: queste indicazioni di profili sono state elaborate da Luuk Dorren (BAFU), Monika Frehner (ETHZ), da Werner Gerber (WSL) (revisione Marzo 2014), con la consulenza del GWG, di Frédéric Berger (IRSTEA), Kaspar Zürcher e Jean-Jacques Thormann (HAFL-BFH), e di Markus Huber (WSL).

Bibliografia: Leibundgut H. (1993), Gsteiger (1995), documentazione del GWG/FAN (1998), Dorren et al. (2005), Berger e Dorren (2007).

Processi relativi ai corsi d'acqua

Questo capitolo 5 dell'allegato 1: Pericoli naturali è stato rivisto nel 2021.

Capitoli 1–4 vedi

www.bafu.admin.ch/bosco-di-protezione

5 Processi relativi ai corsi d'acqua

Esigenze per il bosco in relazione ai processi nei corsi d'acqua⁽¹⁾

Luogo	Contributo potenziale del bosco	Esigenze in base al pericolo naturale, stato minimo	Esigenze in base al pericolo naturale, stato ideale
Area di deflusso colate di fango / piene (zona 1)	Da grande a molto piccolo	I responsabili per la selvicoltura e le premunizioni fluviali definiscono congiuntamente gli obiettivi e ne deducono misure efficaci e proporzionate, orientandole ai punti deboli rilevanti ⁽²⁾ .	
Sponde dei corsi d'acqua (zona 2) ⁽³⁾	Da grande a piccolo	<p>Lunghezza delle aperture lungo la linea di massima pendenza max. 30 m⁽⁴⁾</p> <p>Dimensione delle aperture max. 12 a⁽⁵⁾</p> <p>Grado di copertura permanentemente superiore al 50 %⁽⁶⁾</p> <p>Possibilmente pochi alberi mobilizzabili e legname a rischio di scivolamento</p> <p>Esigenze minime in base alla stazione: soddisfatte</p>	<p>Lunghezza delle aperture lungo la linea di massima pendenza max. 20 m⁽⁴⁾</p> <p>Dimensione delle aperture max. 6 a⁽⁵⁾</p> <p>Grado di copertura permanentemente superiore al 60 %⁽⁶⁾</p> <p>Nessun albero mobilizzabile e niente legname a rischio di scivolamento</p> <p>Esigenze ideali in base alla stazione: soddisfatte</p>

(1): Questo profilo copre anche le esigenze relative all'azione idrologica del bosco.

(2): I punti deboli sono punti o tratte nei corsi d'acqua da cui può derivare un pericolo. Classici punti deboli sono costituiti da passaggi troppo piccoli, restringimenti, curve strette, ostacoli o cambiamenti di pendenza nel profilo longitudinale.

(3): Si applica se la sponda del corso d'acqua è interessata da pericoli naturali come frane e/o valanghe. Il profilo richiesto per la caduta di sassi deve essere preso in considerazione solo in casi eccezionali.

(4): Apertura tra il margine delle chiome nella perticaia e nella fustaia (distanza inclinata).

(5): Se necessario dal punto di vista ecologico della rinnovazione, sono ammesse superfici di maggiori dimensioni; lunghezza delle aperture lungo la linea di massima pendenza max. 30 m (distanza inclinata).

(6): Grado di copertura nella fustaia e perticaia, incl. aperture nel popolamento.

5.1 Bosco di protezione rilevante per i torrenti

I boschi lungo i corsi d'acqua sono preziosi spazi vitali per molte specie vegetali e animali e offrono spazi ricreativi alla popolazione. Molti torrenti costituiscono tuttavia anche una minaccia per l'uomo e le infrastrutture a causa di colate di fango, depositi di sedimenti grossolani e piene. I boschi possono proteggere efficacemente da questi pericoli naturali: stabilizzano le rive, riducono l'apporto di materiale solido nell'alveo e aumentano la capacità di immagazzinamento idrico del suolo. La cura del bosco di protezione riduce inoltre l'apporto di legname galleggiante.

Le esigenze per il bosco di protezione si differenziano a seconda della posizione del bosco nel bacino imbrifero, della prossimità alle acque e del tipo di processi di pericolo naturale. Per orientare in modo ottimale la cura dei boschi di protezione a queste diverse esigenze, si distinguono due settori (fig. 1):

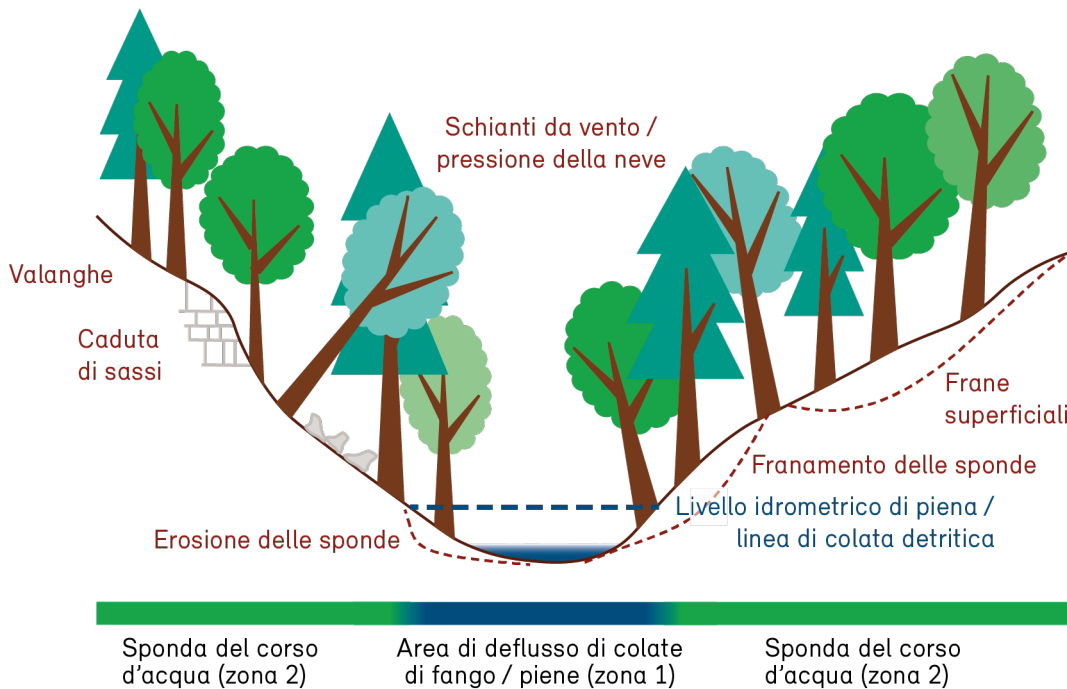
Area di deflusso colate di fango / piene (zona 1): area di deflusso di colate di fango e/o piene lungo i corsi d'acqua¹.

Sponde dei corsi d'acqua (zona 2): area del bacino imbrifero da cui può essere mobilitato (a causa di fenomeni di erosione, frane, valanghe, caduta sassi, schianti da vento e pressione della neve) materiale solido e/o legname galleggiante che, raggiungendo l'area di deflusso, può creare un potenziale di danno. La sponda del corso d'acqua corrisponde normalmente al bosco di protezione rilevante per gli alvei nel bacino imbrifero, senza l'area di deflusso della colata di fango e della piena (zona 1).

¹ Il fatto di tenere o meno in considerazione i processi colate di fango e/o piene nella delimitazione delle zone dipende dalle caratteristiche del bacino imbrifero e deve essere stabilito localmente.

Figura 1:

Sezione trasversale del bosco di protezione degli alvei con area di deflusso delle colate di fango / piene (zona 1) e le conseguenti sponde del corso d'acqua (zona 2). In rosso: possibili processi che possono apportare materiale solido o legname galleggiante. Il livello idrometrico di piena o la linea di colata detritica costituisce il limite tra le zone 1 e 2.



Excursus: boschi di protezione rilevanti per gli alvei

I Cantoni hanno delimitato i boschi di protezione rilevanti per gli alvei secondo i criteri di SilvaProtect-CH (Losey & Wehrli 2013).

In primo luogo, sono stati individuati i corsi d'acqua che, a causa di colate di fango o depositi di sedimenti grossolani, presentano un potenziale di danno. I corsi d'acqua da cui deriva esclusivamente un pericolo di piena non sono stati presi in considerazione.

Come bosco di protezione rilevante per gli alvei sono state quindi delimitate le superfici da cui i processi di pericolo naturale possono apportare in tali acque materiale solido o legname galleggiante. Il bosco, che influisce solo positivamente sul deflusso (azione idrologica), non soddisfa invece i criteri di bosco di protezione secondo SilvaProtect-CH.

5.2 Definizione delle zone

L'ampiezza dell'area di deflusso all'interno dell'alveo (zona 1) varia a seconda del processo di pericolo naturale, del morfologia e dell'intensità dell'evento. La transizione in sponda del corso d'acqua (zona 2) è spesso graduale e non presenta sempre un limite rigido.

Gli specialisti del settore forestale stabiliscono quindi congiuntamente, in collaborazione con i responsabili delle premunizioni fluviali, il limite tra l'area di deflusso di colata di fango / piena e la sponda del corso d'acqua. L'intensità presa in considerazione corrisponde in tal caso, ad esempio, a un evento con un periodo di ritorno di 300 anni (Q300²) oppure si basa sulla valutazione del luogo da parte dei responsabili per le premunizioni fluviali.

Limiti di zona

La zona 1 è delimitata mediante perizia. Le incertezze a ciò connesse spesso non sono determinanti per le decisioni in materia di selvicoltura: in tal senso, per quanto attiene alle acque rilevanti nel bosco di protezione, le profondità di deflusso di un Q100³ si differenziano spesso solo di poco da un Q300. L'inclusione di una zona cuscinetto nella definizione dell'area di deflusso nell'alveo consente di gestire bene questa incertezza. Costituiscono un'eccezione i luoghi in cui, in caso di evento, le acque possono trascinare e inondare superfici di maggiori dimensioni; qui la zona 1 dovrebbe essere definita accuratamente.

Il limite superiore della sponda del corso d'acqua (zona 2) corrisponde alla distanza massima a cui i processi di pericoli naturali possono trasportare nell'acqua materiale solido / legno galleggiante potenziale fonte di danno. Normalmente, ciò corrisponde al limite superiore del bosco di protezione rilevante per gli alvei che è stato delimitato.

Collaborazione dei responsabili per la selvicoltura e le premunizioni fluviali: i responsabili per le premunizioni fluviali dispongono delle conoscenze specialistiche necessarie per valutare i processi che si verificano nelle acque. Inoltre, in molti Cantoni essi sono competenti per la vigilanza sul settore dei processi di colate di fango e piene.

Affinché la cura dei boschi di protezione lungo le sponde dei corsi d'acqua possa essere opportunamente orientata a questi processi, i responsabili forestali insieme a quelli per le premunizioni fluviali valutano il corso d'acqua e la situazione dei pericoli naturali. Inoltre, essi formulano congiuntamente gli obiettivi selvicolturali nell'area di deflusso di colate di fango e piene (zona 1).

Le modalità di attuazione di tale collaborazione sono di competenza dei Cantoni. L'ideale sarebbe che i responsabili per la selvicoltura e le premunizioni fluviali discutano di ogni corso d'acqua. Può tuttavia anche essere efficace caratterizzare insieme alcuni corsi d'acqua rappresentativi e riferirsi agli stessi per determinare misure selvicolturali in altri alvei.

² Q300: piena che, statisticamente, si verifica in media una volta ogni trecento anni.

³ Q100: piena che, statisticamente, si verifica in media una volta ogni cento anni.

5.3 Area di deflusso di colate di fango / piene (zona 1)

5.3.1 Funzioni del bosco nella zona 1

Di norma, nel bosco di protezione è prioritaria la protezione dai pericoli naturali. Tuttavia, i torrenti, gli alberi e il legno morto svolgono anche importanti funzioni ecologiche: la boscaglia ombreggia l'acqua, diminuendone in tal modo il riscaldamento. Ciò è importante poiché la temperatura dell'acqua è un fattore significativo per molti esseri viventi nell'acqua. Il legno morto crea nelle acque strutture di piccole dimensioni che offrono agli animali protezione, zone di tranquillità e fonti di cibo. Lungo i corsi d'acqua possono essere presenti anche rare associazioni forestali e specie arboree. I visitatori in cerca di svago spesso apprezzano il paesaggio creato dalle rive boschive dei torrenti. Questi aspetti devono essere presi in considerazione in caso di interventi nel bosco di protezione, ad esempio coinvolgendo i servizi responsabili della protezione della natura e della pesca.

5.3.2 Caratteristiche delle acque e situazione di pericolo naturale

Le rispettive caratteristiche delle acque, dei processi dei pericoli naturali nell'alveo, dei punti deboli e del bene da proteggere determinano in larga misura come deve essere strutturato un bosco efficace in termini di protezione nell'area di deflusso di colate di fango e piene. Per questo motivo è fondamentale la valutazione preliminare di queste caratteristiche. In questo contesto si considerano caratteristiche di ordine superiore del bacino imbrifero e caratteristiche locali della zona 1 (fasi di valutazione 1–2 nella tab. 2).

Lista di controllo

Al fine di fornire supporto ai responsabili nella cura dei boschi di protezione lungo i corsi d'acqua, è stata redatta una lista di controllo (tab. 2). Essa indica le possibili fasi di valutazione per definire le esigenze del bosco di protezione degli alvei, determinare la necessità d'intervento e valutarne la proporzionalità.

La lista di controllo comprende cinque fasi di valutazione e tiene conto della catena dei processi dalla superficie d'intervento fino alla messa in pericolo del bene da proteggere. In linea di principio, è importante una valutazione della situazione per l'intero bosco di protezione rilevante per gli alvei (zone 1 e 2). Tuttavia, a seconda della posizione della superficie d'intervento nel bacino imbrifero e della situazione locale, sono determinanti diverse fasi di valutazione (cfr. tab. 2).

La catena dei processi è decisiva

Determinante per l'obiettivo selvicolturale è la probabilità che materiale solido e legname provenienti da un determinato luogo possano causare danni. Un albero che cade nell'alveo diventa problematico solo se viene trasportato in punti deboli, dove provoca dei danni. Tramite un tratto di deposito tra la superficie d'intervento e il punto debole, il pericolo dato da legname mobilizzato può essere minimizzato.

Per definire obiettivi selvicolturali sensati su una superficie d'intervento e valutare la necessità d'intervenire e la proporzionalità, si deve pertanto tenere obbligatoriamente conto dell'intera catena dei processi: partendo dall'apporto di materiale solido e legname galleggiante dalla superficie d'intervento, passando per il trasporto nell'alveo verso i punti deboli, fino alla messa in pericolo effettiva presso tali punti (cfr. fase di valutazione 2 nella tab. 2).

Caratteristiche delle colate di fango e delle piene

L'obiettivo dipende fortemente dal tipo di processo di pericolo naturale determinante nelle acque interessate. Affinché si possano verificare delle colate di fango è necessaria una pendenza minima compresa tra il 25 e il 30 %. In presenza di fattori favorevoli quali strettoie, legname galleggiante ecc., colate di fango possono verificarsi già con una pendenza a partire dal 15 %. Di norma, con pendenze inferiori al 10 % le colate di fango non possono più spostarsi e restano ferme. Esse si arrestano anche quando la pendenza si riduce fortemente presso una piega del terreno (ad es. si dimezza). Contrariamente a una piena che trasporta materiale solido, nel caso delle colate di fango la concentrazione di detriti, la dimensione dei granelli, la densità, il picco di deflusso e il volume totale di deflusso sono maggiori. Di conseguenza, una colata di fango provoca una maggiore erosione rispetto a una piena. In tal modo, una colata di fango può raggiungere una profondità di erosione pari o persino superiore al 20 % della larghezza dell'alveo. In caso di piene che trasportano materiale solido, invece, la profondità di erosione raramente supera il 10 % della larghezza del torrente. Si tratta tuttavia solo di valori empirici, che devono essere verificati a livello locale.

5.3.3 Effetto degli alberi nella zona 1

A seconda delle caratteristiche del bacino imbrifero, dei processi pericolosi e del popolamento, gli alberi agiscono in modo diverso sulla situazione di pericolo naturale nella zona 1. Tra gli effetti positivi della vegetazione si annoverano i seguenti:

- gli alberi stabilizzano la riva con le loro radici, proteggendo così dall'erosione e dallo scalzamento;
- il legno nel letto di fiumi e torrenti migliora la struttura a piccoli spazi e porta ad avere profondità di deflusso e velocità di flusso variabili;
- quando gli alberi vengono inondata nell'area di piena, ne rallentano il deflusso, possono ridurre l'erosione e fungere da griglia naturale contro il legname galleggiante.

Tuttavia, a partire da una certa forza della corrente, anche le rive boscate non possono più resistere all'erosione. La forza della corrente a partire dalla quale si verifica l'erosione è denominata tensione di trascinamento critica. L'entità di tale tensione di trascinamento critica dipende dal tipo di materiale spondale (ad es. ripartizione granulometrica) e dalle caratteristiche della vegetazione. In questo contesto sono particolarmente importanti il tipo di sistema radicale e la densità del popolamento. Ritenuto che il materiale spondale e le caratteristiche del popolamento possono differire di molto, la tensione di trascinamento critica varia notevolmente tra ubicazioni diverse. Quando gli alberi entrano nell'alveo, possono avere ripercussioni negative sulla situazione di pericolo naturale:

- in occasione di eventi di piena, gli alberi vengono trasportati sotto forma di legname galleggiante e formano delle serre in prossimità di strettoie, come ponti, condotte o restringimenti naturali di un torrente;
- lo sbarramento può provocare inondazioni o deposito di sedimenti grossolani;
- se le serre si rompono, il deflusso può momentaneamente subire un forte aumento;
- le colate di fango possono trascinare alberi, accrescendo il pericolo per persone e cose.

Fintantoché i corsi d'acqua non sono potenzialmente suscettibili alla formazione di colate detritiche, nei torrenti stretti prevale per lo più l'effetto positivo degli alberi e ciò anche in quanto qui la capacità di trasporto del legname galleggiante è fortemente limitata. In caso di corsi d'acqua pianeggianti, l'azione positiva del bosco prevale perlopiù anche in presenza di alvei più ampi, a condizione che le sponde non siano scalzate e che il bosco sia

in buono stato. Quando si verificano colate di fango, gli alberi hanno solitamente un effetto stabilizzante solo se il corso d'acqua è stretto e la superficie del bacino imbrifero al di sopra dell'area considerata è piccola.

Franamenti delle sponde

I processi idraulici nel torrente possono provocare frane anche nella zona di transizione verso la sponda del corso d'acqua (zona 2) (franamenti delle sponde, cfr. fig. 1). Di norma, la boscaglia è in grado di stabilizzare bene i primi 50 cm di suolo. Tuttavia, con l'aumento della profondità della superficie di scivolamento e dell'inclinazione delle sponde, l'effetto protettivo degli alberi diminuisce, accrescendo il rischio di apporto di legname galleggiante.

Se, in caso di evento, l'erosione di una sponda o del letto fluviale è più profonda rispetto alla zona radicale principale, il rischio di scalzamento e di franamenti delle sponde aumenta. Questi processi sono spesso la causa dell'apporto di legname galleggiante e materiale solido.

5.3.4 Impiego del legname al suolo nella zona 1

L'impiego del legname al suolo è in linea di massima disciplinato nell'allegato 7 (Impiego di legname sul posto). Il legname al suolo nell'area di deflusso di colate di fango e piene deve essere rimosso se costituisce un pericolo e se la rimozione è proporzionata; ciò dipende dalle caratteristiche delle acque, dai punti deboli e dal legname giacente. Al contempo, si devono considerare la dinamica delle acque, le esigenze della protezione della natura, della pesca e di altri gruppi d'interesse. In linea di massima, dall'area di deflusso di colate di fango e piene si deve rimuovere la quantità necessaria di legno morto, ma comunque il meno possibile (ponderazione degli interessi: protezione dai pericoli naturali versus protezione della natura / pesca).

Il legno rimosso dalla zona 1 deve essere sgomberato o depositato al di fuori della stessa, assicurandosi che il legname al suolo non possa essere trasportato nuovamente nell'acqua da frane e processi di scivolamento della neve.

Mobilizzazione e trasporto del legname galleggiante

Se e a quale livello dell'acqua viene trasportato il legname galleggiante dipende dal regime di flusso, dalle caratteristiche delle acque e dalla forma e dalle dimensioni dei tronchi. Esperimenti basati su modelli hanno dimostrato che il trasporto di tronchi lisci inizia quando la profondità di deflusso corrisponde al diametro del tronco. Per contro, tronchi che presentano rami o ceppaie sono trasportati soltanto in caso di profondità di deflusso più elevate. In caso di trasporto di materiale solido, le profondità di deflusso necessarie per iniziare il trasporto sono del 20–30 % circa inferiori rispetto ad eventi senza materiale solido. Pezzi di legname che superano la larghezza dell'alveo durante l'evento considerato, non vengono ritenuti mobilizzabili. Tuttavia, questo legname può divenire successivamente trasportabile a seguito di processi naturali di frantumazione (ad esempio decomposizione). Le colate di fango sono invece in grado di trasportare anche nei piccoli corsi d'acqua lunghi pezzi di tronco, ceppaie e persino alberi interi.

Serre

La lunghezza del legname galleggiante è un fattore importante per quanto attiene alla probabilità di formazione di serre: pezzi di legname galleggiante più corti formano meno serre. Raccomandazioni generali indicano che il potenziale legname galleggiante nelle acque dovrebbe avere una lunghezza pari al massimo alla metà della larghezza del letto fluviale. In tale valutazione devono tuttavia confluire anche le caratteristiche dei punti deboli (ad es. diametro delle condotte, caratteristiche dei rastrelli, distanza tra i pilastri del ponte ecc.). Le ceppaie sono

un elemento critico per le serre: rispetto ai tronchi lisci, la probabilità che una ceppaia rimanga impigliata è significativamente maggiore.

Frantumazione del legno

Al fine di evitare la formazione di serre, spesso il legname giacente nel torrente viene tritato. I pezzi di legno uniformi si mobilitano però più facilmente in contemporanea durante un evento, causando possibili ondate di legname galleggiante. Simili tappeti di legname galleggiante aumentano la probabilità di serre. Inoltre, il legno frantumato continua a essere trasportato. I responsabili devono pertanto ponderare accuratamente le conseguenze della triturazione sulla situazione di pericolo. Eventualmente può essere più sensato frantumare il legno in diverse dimensioni o depositarlo al di fuori del profilo delle acque.

5.3.5 Esigenze per il bosco di protezione nella zona 1

Nella pratica è difficile valutare se un determinato albero contribuisce alla protezione o se costituisce piuttosto un pericolo in quanto potenziale legname galleggiante. Per questo motivo, nell'area di deflusso di colate di fango e piene non possono essere definite esigenze generalmente valide per il bosco di protezione e i responsabili per la selvicoltura e le premunizioni fluviali devono adeguare gli obiettivi e le misure alla situazione locale. Le esigenze sono stabilite in base al pericolo naturale preponderante e alla stazione. Nella definizione degli obiettivi e delle misure occorre tenere conto dell'intera catena dei processi, dall'azione locale dell'albero sulla stabilizzazione delle sponde fino al possibile danno. Le misure selvicolturali rafforzano l'azione protettiva degli alberi, riducono il rischio di legname galleggiante e garantiscono la sostenibilità dell'azione protettiva.

Esigenze in base al pericolo naturale

Il relativo pericolo naturale determina in larga misura le esigenze richieste per la tessitura del bosco. Se, nell'ambito della valutazione, prevale l'azione stabilizzante della boscaglia, questa dev'essere rafforzata e garantita durevolmente attraverso le misure selvicolturali. In questo contesto si può dunque cercare di migliorare la radicazione del suolo promuovendo, ad esempio, specie dalla radicazione profonda, mirando a un maggiore diametro finale o a un grado di copertura più elevato. Gli alberi stabili sono in grado di resistere meglio alle forze esercitate. La stabilità e il radicamento degli alberi sono pertanto criteri decisivi per determinare se rimuovere o meno un certo albero in caso di intervento.

Se prevale invece il rischio di legname galleggiante, potenziale fonte di danno, le misure selvicolturali puntano a ridurre il pericolo. Nella valutazione del pericolo è importante considerare il suolo nella sua totalità, senza limitarsi alla zona radicale principale. Se, durante un evento, le acque tendono a provocare fenomeni di erosione profonda o la sponda al di sotto dell'area radicale principale viene scalzata, gli alberi possono essere mobilizzati. In simili situazioni è quindi utile, ad esempio, ridurre il diametro finale, promuovere una vegetazione arbustiva o puntare a creare una struttura simile ai margini del bosco, dall'area di deflusso nell'alveo verso la sponda del corso d'acqua. Il passaggio a questa struttura simile al margine del bosco è utile anche se si verificano colate di fango o corsi valangari. In tal modo si riduce la potenziale quantità di legname galleggiante. Al contempo la boscaglia stabilizza le sponde e riduce l'erosione.

Bisogna inoltre considerare che le ceppaie aumentano la probabilità di formazione di serre. Le misure selvicolturali dovrebbero pertanto anche mirare a impedire che le ceppaie cadano nell'alveo o siano trasportate al suo interno.

Esigenze in base alla stazione

Per garantire durevolmente la funzione protettiva del bosco, anche nell'area di deflusso di colate di fango e piene viene promossa una mescolanza di specie forestali indigene e adeguata alla stazione. Tuttavia, le condizioni ambientali si differenziano spesso notevolmente da quelle del bosco circostante. Di conseguenza, nella maggior parte dei casi, le esigenze in base alla stazione non possono essere semplicemente riprese dalla sponda del corso d'acqua, ma devono essere valutate tenendo conto delle condizioni specifiche che si creano in questi bacini:

- l'area di deflusso di colate di fango e piene viene periodicamente allagata e il terreno è spesso bagnato;
- attraverso l'erosione delle sponde, il trasporto di materiale solido e di legname galleggiante, si svolgono processi di ricollocamento;
- gli alberi sono esposti a notevoli pressioni nella zona di azione di colate di fango e piene: inondazioni e terreni saturi d'acqua o a umidità variabile, ma anche effetti meccanici, come danni causati da materiale solido / legname galleggiante o radici scoperte.

Queste peculiarità circoscritte non sono di regola contemplate nelle mappature delle stazioni forestali. Tuttavia, per definire gli obiettivi e determinare la necessità d'intervento, queste pressioni e le particolari condizioni presenti sono fondamentali.

5.3.6 Definizione di obiettivi selvicolturali chiari nella zona 1

I responsabili per la selvicoltura e le premunizioni fluviali stabiliscono congiuntamente il profilo richiesto (obiettivo) e le misure efficaci e proporzionate per raggiungerlo. In questo contesto si tiene conto della situazione di pericolo naturale, delle caratteristiche del corso d'acqua, dell'azione della vegetazione e delle esigenze in base all'ubicazione (cfr. cap. da 5.3.2 a 5.3.5). Eventuali ulteriori interessi, come la protezione della natura o la pesca, devono confluire nelle decisioni. Anche nella zona 1 gli obiettivi, le misure e la loro determinazione sono documentati in modo chiaro; la scelta della forma in cui ciò avviene è lasciata ai responsabili. La lista di controllo può fungere da base per la documentazione (tab. 2).

La tabella 1 illustra le possibili caratteristiche del popolamento, per cui possono essere fissati obiettivi selvicolturali.

Tabella 1:

Caratteristiche del popolamento nell'area di deflusso di colate di fango e piene (zona 1), nonché possibili criteri per i quali possono essere fissati obiettivi di selvicoltura.

Caratteristiche del popolamento e del singolo albero	Possibili criteri
Mescolanza	Tipo e grado della mescolanza
Tessitura	Grado di copertura, distribuzione dei DPU, diametro massimo
Stabilità	Rapporto di snellezza, stabilità, gestione degli alberi molto inclinati e radici scalzate
Rinnovazione	Numero e distribuzione spaziale, specie forestali, gestione della vegetazione concorrente (comprese neofite)
Legno morto (in piedi e al suolo)	Diametro massimo e/o lunghezza, posizione, gestione del legno morto e delle ceppaie in acqua, gestione della ramaglia ecc.

5.4 Sponda del corso d'acqua (zona 2)

5.4.1 Azione del bosco nella zona 2

Azione sull'apporto di materiale solido e legname galleggiante

I boschi di protezione lungo le sponde dei corsi d'acqua vengono delimitati poiché proteggono dai processi di pericolo naturale che trasportano materiale solido e legname in acqua (frane, fenomeni di erosione, valanghe, caduta di sassi, cfr. riquadro al cap. 5.1). Attraverso la loro gestione si riduce il volume di materiale solido e di legname galleggiante che costituisce una potenziale fonte di danno.

L'azione del bosco su frane, fenomeni di erosione, valanghe e cadute di sassi è descritto dettagliatamente nei profili richiesti per il relativo pericolo naturale (all. 1 NaiS). Si rinuncia pertanto a ripetere tali spiegazioni in questa sede.

Azione idrologica

I boschi condizionano anche il ciclo idrologico. Attraverso le loro foglie e i loro aghi, gli alberi schermano il suolo in caso di pioggia e neve; ne consegue che una parte delle precipitazioni non raggiunge il suolo, ma evapora direttamente (intercettazione). Attraverso la traspirazione, gli alberi sottraggono acqua al suolo, creando così uno spazio di immagazzinamento supplementare. Le radici degli alberi formano un efficace sistema di pori nel terreno; queste cavità migliorano l'infiltrazione e possono ridurre il deflusso in prossimità della superficie.

Rispetto ad altre forme di utilizzazione del suolo, il bosco aumenta quindi la capacità di immagazzinamento dell'acqua. L'entità dipende tuttavia dalle caratteristiche della stazione, dallo stato del bosco, dalle premesse meteorologiche e dal decorso di uno specifico evento piovoso.

5.4.2 Requisiti per il bosco di protezione nella zona 2

Situazione particolare nei bacini imbriferi

Rispetto ai pericoli naturali che minacciano direttamente l'uomo e le cose, i processi che si svolgono lungo le sponde dei corsi d'acqua presentano alcune particolarità: se processi di pericolo naturale apportano legno e materiale solido in un torrente, questo materiale può rimanere sul posto per un lungo periodo e causare danni solo a scoppio ritardato. Ad esempio, durante l'inverno una valanga può trasportare nell'alveo legname, che diviene potenziale fonte di danno solo in seguito a un evento di piena. Precipitazioni di lunga durata e di media intensità possono provocare frane, trasportando così materiale solido e legname nei torrenti, che può essere mobilizzato in occasione di successive forti precipitazioni. Tuttavia, l'apporto di materiale solido e legname galleggiante si verifica spesso contemporaneamente all'evento che costituisce una potenziale fonte di danno. Ad esempio, le forti precipitazioni dell'estate 2005 provocarono numerose frane che hanno trasportato legname nelle acque. Il legname fresco ha causato direttamente dei danni sotto forma di legname galleggiante.

Esigenze in base al pericolo naturale

Nella maggior parte dei casi, le frane e i fenomeni di erosione rappresentano i processi più importanti per l'apporto di materiale solido e legname galleggiante nei torrenti. A quote più elevate, a questi eventi si aggiungono le valanghe. La caduta di sassi è solo in rari casi il processo dominante. Spesso, lungo le sponde dei corsi d'acqua si sovrappongono diversi processi di pericolo naturale, che contribuiscono con varia intensità all'apporto di materiale solido e legname. Di conseguenza, nella pratica è talvolta difficile determinare il processo di pericolo naturale predominante su una superficie d'intervento. Per questo motivo lungo le sponde dei corsi d'acqua si mira a una struttura boschiva che protegga al contempo da frane, fenomeni di erosione e stacco di valanghe nel modo più efficace possibile. A tal fine vengono combinati i profili richiesti esistenti per questi pericoli naturali: le

aperture non devono essere troppo grandi e non devono superare una determinata lunghezza sulla linea di massima pendenza. In questo modo le radici possono rafforzare il suolo, ridurre l'erosione e prevenire lo stacco di valanghe. Un grado minimo di copertura garantisce il rafforzamento delle radici sulla superficie, impedendo che la neve formi uno strato regolare. In linea di principio, un elevato grado di copertura migliora la protezione dai pericoli naturali. Allo stesso tempo, il grado di copertura perseguito deve tuttavia solo essere tale da garantire un'azione di protezione duratura e consentire la rinnovazione.

Nei rari casi in cui la caduta di sassi rappresenta la causa principale dell'apporto di materiale solido, si considera il profilo richiesto per il pericolo naturale rappresentato dalla caduta di sassi.

Esigenze per l'azione idrologica

Le esigenze derivanti dall'azione del bosco sul ciclo idrologico coincidono in linea di massima con quelle richieste per i pericoli naturali frane, fenomeni di erosione e valanghe: si devono evitare aperture di grandi dimensioni e una certa stratificazione e diversità delle specie arboree favorisce una radicazione intensiva del suolo. Grazie alle esigenze definite viene quindi ottimizzata al tempo stesso anche l'azione idrologica.

Esigenze di stabilità

Popolamenti stabili riducono il rischio di gravi disturbi. Quanto più stabili sono i singoli alberi, tanto minore è il rischio di schianto in caso di tempeste o di neve bagnata. Su pendenze molto ripide gli alberi al suolo o a rischio di caduta possono scivolare a valle senza l'influsso di pericoli naturali. Gli alberi singoli e di conseguenza i popolamenti stabili sono pertanto un obiettivo selvicolturale importante lungo le sponde dei corsi d'acqua, poiché in tal modo l'azione protettiva è garantita in modo duraturo e una quantità inferiore di legno e materiale solido cade in acqua.

Le esigenze di stabilità variano a seconda della posizione degli alberi nel bacino imbrifero. In prossimità dei torrenti gli alberi stabili sono un obiettivo importante. Nei luoghi in cui difficilmente un albero caduto può raggiungere le acque, gli alberi instabili possono invece essere tollerati, a condizione che ciò non pregiudichi la stabilità del popolamento.

Tagli di alleggerimento

L'alleggerimento del pendio mediante interventi su vasta scala non ha alcun effetto positivo sulla sua stabilità. Il peso degli alberi è trascurabile rispetto alla massa del suolo. Spesso i tagli di alleggerimento hanno addirittura un effetto destabilizzante: rimuovendo alberi di grandi dimensioni su una superficie estesa, si riduce il rafforzamento delle radici nel suolo e aumenta il rischio di frane.

5.5 Criteri per la proporzionalità delle misure nel bosco di protezione degli alvei

Quando i responsabili locali determinano misure nel bosco di protezione degli alvei, ne valutano anche la proporzionalità. Le basi a questo riguardo sono disponibili nell'allegato 4, capitolo 2 NaiS (Guida al modulo 2). Nei boschi di protezione degli alvei occorre prestare attenzione ad alcune particolarità:

- il bosco situato nel bacino imbrifero non protegge l'uomo e le cose direttamente, ma grazie alla sua azione positiva regola l'apporto di materiale nelle acque;
- il materiale solido o il legname galleggiante non raggiunge necessariamente l'acqua da ogni punto sulla sponda del corso d'acqua; ad esempio, aree più pianeggianti impediscono l'apporto di materiale da questo punto nel torrente;
- nelle tratte pianeggianti del corso d'acqua può depositarsi legname e materiale solido; ciò riduce il rischio che da monte sia trasportato materiale verso i punti deboli;
- gli interventi nei boschi di protezione degli alvei comportano spesso costi elevati nelle zone scarsamente servite; occorre pertanto ponderare attentamente se i vantaggi giustificano l'onere;
- il pericolo deriva talvolta da punti deboli non adeguatamente dimensionati (ad es. condotte troppo stretti); in determinate circostanze è quindi sproporzionato basare le misure forestali sugli stessi.

In considerazione di queste particolarità, è importante valutare accuratamente la proporzionalità delle misure nel bosco di protezione degli alvei. In questo contesto sono determinanti, in particolare, la situazione locale della superficie d'intervento, il profilo longitudinale dell'alveo e i punti deboli che costituiscono potenziale fonte di danno. Ulteriori criteri che possono essere importanti per la proporzionalità sono riportati nella lista di controllo (tab. 2).

Se per una superficie il rischio che materiale solido e legname potenziale fonte di danno raggiungano le acque è solo esiguo, questo luogo ben si adatta a contribuire alla biodiversità nel bosco di protezione; qui è possibile, ad esempio, incrementare il legno morto al suolo o in piedi in misura maggiore rispetto al resto del bosco di protezione degli alvei (cfr. all. 7 NaiS).

Fonti

- Bezzola G. R., Hegg C. (Ed.) (2007): Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 1 – Prozesse, Schäden und erste Einordnung. Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Istituto federale di ricerca n WSL. Conoscenze sull'ambiente n. 0707. 215 pagg.
- Bezzola G.R., Hegg C. (Ed.) (2008): Ereignisanalyse Hochwasser 2005, Teil 2 – Analyse von Prozessen, Massnahmen und Gefahregrundlagen. Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), Istituto federale di ricerca n WSL. Conoscenze sull'ambiente n. 0825. 429 pagg.
- Covi, S. (2008): Nachhaltiger Schutzwald entlang von Fliessgewässer. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen 159 (7): 198–204.
- Frei, M., Frick, E., Ammann, M., Jörg, P., Lanker, S., Bigger, T. (2017): Beurteilung von Gerinneabhängungen. Fallbeispiel Schmittbach. Rapporto finale non pubblicato all'attenzione dell'UFAM. 134 pagg.
- Frick, E., Niederer, K., Zahner, F., Jörg, P., Amman, M., Lanker, S. (2018): Überarbeitung NaiS Fallbeispiele Murgang. Rapporto finale non pubblicato all'attenzione dell'UFAM. 134 pagg.
- Gasser, E., Perona, P., Dorren, L., Phillips, C., Hübl, J., Schwarz, M. (2020): A New Framework to Model Hydraulic Bank Erosion Considering the Effects of Roots. *Water* 2020, 12, 893; doi:10.3390/w12030893
- Gertsch, E., Lehmann, C., Spreafico, M. (2012): Methods for the Estimation of Erosion, Sediment Transport and Deposition in Steep Mountain Catchments. A contribution to the International Sediment Initiative of UNESCO/International Hydrological Programme. International Commission for the Hydrology of the Rhine Basin, Report No II-21, 69 pagg.
- Hunziker, G., Berger, C., Berwert-Lopes, J. (2019): Skript Modul WILDBÄCHE. Valutazione dei pericoli naturali gravitazionali. Specialisti in pericoli naturali Svizzera FAN V.0.1, 43 pagg.
- Ingenieure Bart AG (2016): Beurteilung von Gerinneabhängungen – Weiterentwicklung von NaiS. Fallbeispiel Fluppibach, Kanton St. Gallen. Rapporto finale non pubblicato all'attenzione dell'UFAM. 101 pagg.
- Lange, D., Bezzola G.R. (2006): Schwemmholz. Probleme und Lösungsansätze. Mitteilungen VAW, 188, 135 pagg.
- Lange, B., Lüscher, P., Germann, P., Bronstert, A. (2012): Baumwurzeln und Infiltration. *Forum für Wissen* 2012: 83–90.
- Losey, S., Wehri, A. (2013): Schutzwald in der Schweiz. Vom Projekt SilvaProtect-CH zum harmonisierten Schutzwald. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. 29 pagg.
- Rickenmann, D. (1995): Beurteilung von Murgängen. *Schweizer Ingenieur und Architekt* 48, 1104–1108.
- Rickli, C., Bucher, H. (2006): Einfluss ufernaher Bestockung auf das Schwemmholzvorkommen in Wildbächen. Rapporto di progetto del 22.12.2006 all'attenzione dell'UFAM. 94 pagg.
- Schwarz, M., Hilfiker, K., Dazio, E., Soldati, M. (2018). Was bringen Entlastungsschläge in rutschgefährdeten Hängen? *Wald und Holz*, 2/18, 16–19.
- Schwitzer, R., Bucher, H. (2009): Hochwasser: Schützt der Wald oder verstärkt er die Schäden? *Wald und Holz*, 6/09, 31–34.

Spreafico, M., Lehmann, Ch., Naef, O. (1996): Empfehlung zur Abschätzung von Feststofffrachten in Wildbächen. Arbeitsgruppe für operationelle Hydrologie GHO, Mitteilung Nr. 4, Berna.

UFAM (ed.) 2019: Schwemmholz in Fliessgewässern. Ein praxisorientiertes Forschungsprojekt. Ufficio federale dell'ambiente, Berna. Conoscenze sull'ambiente n. 1910: 100 pagg.

Wasser, B., Perren, B., Fehr, S. (2016): Weiterentwicklung NaiS – Beurteilung von Gerinneabhängigkeiten. Bericht zum Fallbeispiel «Rickebach», Kanton Luzern. Rapporto finale non pubblicato all'attenzione dell'UFAM. 48 pagg.

Tabella 2:

Lista di controllo per la determinazione di misure selvicolturali nel bosco di protezione degli alvei. A seconda della posizione della superficie d'intervento (zona 1 o 2) e della situazione locale, sono rilevanti diverse fasi di valutazione e questioni chiave o importanti ulteriori aspetti.

Fase di valutazione	Luogo	Possibili questioni chiave	Basi / informazione
1 Importanza superiore del bacino imbrifero (rilevante per le zone 1 e 2)	Intero bacino imbrifero	<ul style="list-style-type: none"> Quali sono le esigenze richieste per le acque dalla protezione della natura, dalla pesca e da altri? 	<ul style="list-style-type: none"> Servizi cantonali specializzati Capitolo NaiS 5.1, 5.3.1
2 Caratteristiche delle acque e situazione di pericolo naturale (rilevante per le zone 1 e 2)	Bacino imbrifero	<ul style="list-style-type: none"> Quali processi di pericolo naturale si verificano nell'alveo (colate di fango, deposito di sedimenti grossolani, piena)? A quanto ammonta il deflusso potenziale di piena, il legname galleggiante e il materiale solido? Qual è la capacità di trasporto di materiale solido e legname galleggiante del corso d'acqua? 	<ul style="list-style-type: none"> Servizi cantonali specializzati Carte dei pericoli, incl. rapporti Catasto degli eventi Discussione con i servizi di premunizione fluviale Lange & Bezzola 2006 UFAM 2019 Capitolo NaiS 5.3.2, 5.3.4
Analisi dei processi di pericolo naturale, dei punti deboli e delle possibili catene dei processi, dalla superficie d'intervento ai punti deboli	Punti deboli	<ul style="list-style-type: none"> Quali processi di pericolo naturale sono potenziale fonte di danno (colate di fango, deposito di sedimenti grossolani, legname galleggiante)? Quali sono i punti deboli che costituiscono potenziale fonte di danno e quali sono le loro caratteristiche (sezione trasversale di deflusso, pilastri di ponti ecc.)? Quanto è elevato il rischio di formazione di serre nei punti deboli? Qual è la lunghezza massima tollerabile del legname galleggiante nei punti deboli? Quale bene da proteggere è interessato? 	
	Acque tra la superficie d'intervento e i punti deboli	<ul style="list-style-type: none"> Qual è la capacità di trasporto di materiale solido e legname galleggiante del corso d'acqua tra la superficie d'intervento e i punti deboli? Tra la superficie d'intervento e i punti deboli sono presenti tratte di ricollocamento e di deposito che impediscono al legname / al materiale solido di continuare a essere trasportato? 	
	Superficie d'intervento	<ul style="list-style-type: none"> Quali sono l'inclinazione e la larghezza del corso d'acqua? A quanto ammonta il livello idrometrico di piena / la linea di colata detritica? Come si erode il corso d'acqua in caso di piene o di colate di fango (erosione del fondo, erosione profonda, erosione delle sponde)? Qual è la profondità della superficie di scivolamento di un possibile franamento delle sponde? È situata all'interno o al di sotto dell'area radicale principale? Quali processi apportano in acqua materiale solido e legname galleggiante? Legname galleggiante o materiale solido può cadere dalla superficie d'intervento nel corso d'acqua e da qui raggiungere un punto debole che costituisce potenziale fonte di danno (processi di pericolo naturale, capacità di trasporto, tratte di trasferimento ecc.)? 	

Fase di valutazione	Luogo	Possibili questioni chiave	Basi / informazione
3 Azione degli alberi nella zona 1	Superficie d'intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Quanto bene proteggono gli alberi e gli arbusti di diverse dimensioni dall'erosione, dal franamento delle sponde e dallo scalzamento? • Quanto è grande il rischio che, in caso di evento, gli alberi cadano nel torrente a causa di fenomeni di erosione, dello scalzamento o di franamenti delle sponde (apporto di legname galleggiante)? 	<ul style="list-style-type: none"> • UFAM 2019 • Discussione con i servizi di premunizione fluviale Capitolo NaiS 5.3.3
4 Esigenze, obiettivi selvicolturali e necessità d'intervento nella zona 1 Definizione di obiettivi selvicolturali, valutazione dello stato del bosco, determinazione della necessità d'intervento, valutazione della proporzionalità	Superficie d'intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Quali specie forestali sono adatte alla stazione e devono essere incrementate? • Quali esigenze derivano dalla situazione di pericolo naturale (fasi di valutazione 2 e 3)? • Quali esigenze sono richieste per la stabilità? • Come si deve gestire il legname giacente nell'area di deflusso di colate di fango e piene (rimozione, cumulo di rami, triturazione)? • Quali possibili problemi possono insorgere a causa delle neofite e come possono essere evitati? • Come deve apparire il popolamento obiettivo (tenendo conto delle fasi di valutazione da 1 a 3)? • Come viene valutato lo stato attuale del bosco e come procede lo sviluppo senza misure? • Quali misure efficaci e proporzionate portano al popolamento obiettivo? • Sussiste necessità d'intervento? • L'intervento pianificato è proporzionato (tenendo conto della possibile catena dei processi dalla superficie d'intervento al bene da proteggere, fase di valutazione 2)? 	<ul style="list-style-type: none"> • Discussione tra i responsabili per la selvicoltura e le premunizioni fluviali • Discussione con i servizi cantonali specializzati • per la protezione della natura e la pesca • NaiS Allegato 7 (legname giacente) • Lange & Bezzola 2006 • BAFU 2019 • Strategie cantonali per la gestione delle neofite Capitolo NaiS 5.3.5, 5.3.6, 5.5, Allegato 4
5 Determinazione della necessità d'intervento nella zona 2	Superficie d'intervento	<ul style="list-style-type: none"> • Come viene valutata la necessità d'intervento secondo il modulo NaiS 2? • L'intervento pianificato è proporzionato (tenendo conto della possibile catena dei processi dalla superficie d'intervento al bene da proteggere, fase di valutazione 2)? 	<ul style="list-style-type: none"> • Sito internet www.nais-form2.ch Capitolo NaiS 5.4, 5.5, Allegato 4