

VALANGHE e FORESTE di PROTEZIONE

Lucia Caffo
dottore forestale
CFAVS Consorzio Forestale
Alta Valle Susa
Via Pellousiere n. 6
10056 Oulx (TO)

Gli eventi valanghivi di importante intensità accaduti nell'inverno 2008-2009 hanno messo in luce problematiche legate sia alla sicurezza delle persone che delle infrastrutture e del territorio in generale. Lo studio delle foreste di protezione diretta, in seguito a molte osservazioni empiriche, ha evidenziato il verificarsi di eventi distruttivi all'interno di popolamenti forestali, fonte di nuove riflessioni e dalle forti ricadute in termini pratici. I comuni di Venaus e Giaglione, nella media Val di Susa, sono soggetti alla caduta di valanghe che si originano sui pascoli d'alta quota del versante orientale della Punta Mulatera, al di sopra del limite del bosco. La valanga del Rio Supita percorre uno stretto canalone, mentre la valanga Martina scende con un fronte di m 200 nel sottostante bosco di larici e faggi, interrompendo dapprima la Strada Statale n. 25 del Moncenisio e giungendo in prossimità dell'abitato di Venaus.

A seguito delle valanghe del dicembre 2008 è stato redatto un Piano di Emergenza di Protezione Civile per il Rischio Valanghe (Neve e Valanghe n. 70, agosto 2010), cui ha fatto seguito la predisposizione e il posizionamento di 5 aste nivometriche, ad integrazione del preesistente sistema di monitoraggio del manto nevoso costituito da una stazione di rilevamento automatico del manto nevoso presso le Grange Martina, installata durante le XX Olimpiadi Invernali Torino 2006 (ARPA Piemonte). Successivamente sono stati effettuati rilievi nivometrici settimanali durante le stagioni invernali (a cura del CFVAS) e tesi di laurea per una migliore comprensione dell'evento valanghivo mediante osservazioni "a posteriori".

Dalla breve descrizione dello stato di fatto emerge come il ruolo di protezione delle foreste sia esiguo nella zona di transito delle valanghe, tuttavia l'assenza di copertura forestale lungo un versante determina la presenza di nuove aree di distacco potenziale, anche a quote piuttosto basse, quindi con maggiore probabilità di presenza di neve ad alta densità a causa di temperature mediamente più elevate e la probabilità di pioggia mista alla nevicata.

Keywords – lastroni di neve dura, lastroni di neve soffice, valanga, foreste di protezione, monitoraggio



LA FORMAZIONE DI VALANGHE IN VERSANTI BOSCATI

Le *valanghe catastrofiche* sono eventi estremi con tempi di ritorno generalmente lunghi che avvengono in condizioni di nevicate eccezionalmente abbondanti, forti venti, temperature molto basse o neve mista ad acqua. Si originano raramente in aree forestali. Spesso la loro zona di distacco è soprastante il limite del bosco o in popolamenti estremamente radi e scorrono lungo percorsi storici, generalmente lungo canali che attraversano le foreste. Tra i fattori che condizionano il distacco di valanghe in foresta importanti sono la distribuzione, il portamento e la specie degli alberi presenti nella zona di distacco potenziale, la microtopografia, dei luoghi, la presenza di erba, arbusti e ceppaie e, necessariamente il metamorfismo del manto nevoso. Le foreste ad elevata densità di alberi, con presenza di esemplari adulti, offrono un'ottimale protezione contro lo scivolamento del manto nevoso, che viene accresciuta se

si tratta di specie a foglia persistente quali abeti e pini, le cui chiome sono in grado di trattenere la neve durante la precipitazione, che raggiunge il suolo in momenti successivi stabilizzando il manto nevoso. Inoltre in foreste a "copertura colma" le variazioni della temperatura dell'aria sono meno repentine e non si raggiungono i valori estremi che si registrano in ambiente aperto a parità di quota ed esposizione. La presenza di alberi influisce sulla stratificazione del manto nevoso: l'accumulo di neve durante la precipitazione, le sue trasformazioni legate ai metamorfismi e l'interazione con gli strati più vecchi differiscono significativamente rispetto ai versanti aperti. La microtopografia è data dalla presenza di rocce, ceppaie, avvallamenti o dossi di limitate dimensioni, che caratterizzano i versanti e in modo particolare le foreste. Tali formazioni vengono generalmente coperte e rese invisibili dalla presenza del manto nevoso, tuttavia hanno effetti stabilizzanti in quanto creano zone di tensioni differite su superfici di ridotta estensione.

Anche sul medio e lungo periodo si osservano differenti velocità di metamorfismo e scioglimento del manto nevoso, che interrompono la continuità di un potenziale lastrone. Al contrario, la presenza di copertura arbustiva in assenza di copertura forestale, potrebbe favorire la formazione di strati deboli nel manto nevoso in prossimità del suolo e, a causa dell'elasticità dei fusti, non offre grande resistenza contro gli scivolamenti del manto nevoso. Analogamente, la presenza di praterie di grande estensione su versanti ripidi genera piani di scivolamento che, se privi di altri ostacoli, sono un substrato favorevole al rapido scorrimento di masse nevose. La presenza, anche localizzata, di rocce, alberi, ceppaie e altri tipi di vegetazione limita la potenziale area di frattura e distacco di un lastrone.

La possibilità che si verifichi un distacco di lastroni di neve si osserva in modo particolare quando entro un intervallo relativamente breve di tempo, in genere 3 giorni consecutivi, cadono quantitativi di neve fresca considerevoli (con spessore del manto nevoso superiore ad 1 m) oppure vi sono accumuli di neve trasportata dal vento. L'accumulo eolico dipende quindi dall'orientazione del versante rispetto alla direzione dei venti prevalenti, dalla pendenza e dall'uso del suolo. Nelle foreste è difficile avere accumuli da vento, in quanto le chiome degli alberi innalzano il flusso del vento al di sopra dell'altezza della foresta, che viene minimamente attraversata dalle correnti.

A seguito degli apporti di neve il profilo stratigrafico del manto è solitamente caratterizzato da una superficie di discontinuità che separa la nuova precipitazione dalle vecchie nevicate. Tale discontinuità può essere rappresentata da uno strato di brina di superficie, da croste da vento o da fusione e rigelo, o semplicemente da un diverso grado di metamorfismo dei cristalli e da un conseguente diverso addensamento. La distribuzione del nuovo carico di neve, la pendenza del versante, le caratteristiche locali della superficie del manto nevoso e la deformabilità degli strati di contatto con la nuova precipita-

Fig. 1 - Distacco di lastrone all'interno di radure entro il limite del bosco, Giaglione, novembre 2012.



zione determinano le forze di trazione e compressione lungo lo strato debole. Una nuova precipitazione, l'innalzamento termico o il passaggio di uno sciatore o di un animale possono innescare il distacco del lastrone, che avviene lungo fratture che si propagano velocemente lungo il versante. Tralasciando la descrizione dei meccanismi di formazione e di distacco dei lastroni, ampiamente trattato in riviste e testi specialistici, è interessante soffermarsi sulle loro caratteristiche dimensionali e geometriche.

In un manto a bassa densità, mentre si formano lentamente sporadici nuovi legami tra i cristalli dovuti al metamorfismo e alla sinterizzazione, si può verificare una frattura iniziale causata dalla rottura dei legami tra i singoli cristalli di neve come risposta alla sollecitazione al taglio dello strato debole. La sollecitazione comporta grandi tensioni locali che non si diffondono sull'intero profilo, mentre i rimanenti legami non riescono a trasferire la sommatrice delle tensioni dal lastrone verso gli strati sottostanti di neve più vecchia. In queste condizioni iniziali gli strati immagazzinano poca energia e la frattura non si propaga in modo significativo oltre gli strati deboli. Inoltre l'aumento della densità degli strati superficiali del manto nevoso o la presenza di ceppi o rocce che impediscono la deformazione degli strati di neve più vecchia, determinano un aumento della probabilità di innesco della frattura a livello del solo strato debole. Per valori ricorrenti di viscosità, pendenza del versante e densità degli strati, l'estensione minima delle zone a bassissima resistenza che possono determinare la lenta propagazione della frattura è di alcuni metri.

Senza entrare nel merito di cosa sia un lastrone e di come si sviluppi, argomenti ampiamente trattati nei manuali di settore, ci basti comprendere definire quali siano le dimensioni minime che deve avere un lastrone e la continuità di uno strato debole, unitamente alle altre condizioni precedentemente elencate, per poter determinare la formazione di una valanga a lastroni.



Dalla letteratura sappiamo che l'ampiezza laterale dello strato debole, al di fuori dell'influenza di ogni ostacolo (rocce, ceppaie,...) deve essere di almeno 10 volte lo spessore del lastrone. (Gubler, 1991). La presenza di ceppaie e rami all'interno del manto nevoso, di neve compatta sotto la copertura delle chiome, di arbusti, rocce e piccoli terrazzamenti ostacolano fortemente la deformazione del manto nevoso, agendo quali naturali strutture di sostegno. Ogni ostacolo o compattazione del manto che riduca la velocità di fratturazione fino approssimativamente a zero su una distanza, parallela alle curve di livello, larga almeno 3 volte lo spessore del lastrone ha un enorme effetto stabilizzante.

In tal senso una foresta o anche solo le ceppaie agiscono come naturali barriere da neve, in relazione chiaramente alle dimensioni e alla distribuzione territoriale di tali elementi. Si deduce quindi che la probabilità che si manifestino nel bosco, seppure rado, tutte le condizioni per avere lastroni sufficientemente ampi in grado di staccarsi per dare origine a valanghe catastrofiche è molto bassa, ma non assente (Fig.1).

EFFETTI DI UNA VALANGA SUL BOSCO

Le osservazioni presentate nel presente documento sono condotte con particolare riferimento alle valanghe che hanno interessato i comuni di Venaus e Giaglione ed altri fenomeni osservati in Alta Valle Susa, su valanghe a lastroni che hanno coinvolto la foresta e potenzialmente possono interessare infrastrutture e centri abitati, con area di distacco caratterizzata da quote relativamente basse (da 1700 a 2400 m s.l.m.), venti di forte intensità riconducibili principalmente a fohn, pendenze del versante comprese tra 30° e 45°, alta probabilità di nevicate di neve pesante, in relazione al regime climatico locale (Fig.2). L'analisi dell'interazione delle valanghe con le foreste di protezione è in parte frutto del Progetto di cooperazione territoriale Italia – Francia (Alcotra) 2007/2013, e in parte oggetto di approfondimenti bibliografici e applicativi nel caso reale delle valanghe nei comuni di Giaglione e Venaus.

Le foreste svolgono una funzione di protezione generica o indiretta, che si esplica nei confronti della conservazione del

Fig. 2 - La valanga e l'abitato di Venaus (TO).

Fig. 3 - Stima dei principali parametri di una valanga che attraversi la foresta in relazione all'altezza del manto nevoso instabile (Gubler, 1991). Densità della foresta: B - bassa densità (massima distanza tra gli alberi 11 m) e A - alta densità (massima distanza tra gli alberi di 5.5 m).

ALTEZZA DELLA FRATTURA (TEMPO DI RITORNO)	DENSITÀ DELLA FORESTA	LIMITE A 30kPa (m)	DISTANZA DI ARRESTO DELLA VALANGA (m)
1.5 (300 anni)	B	80	200
	A	15	50
0.8 (30 anni)	B	40	80
	A	0	33

© AINEVA

Fig. 4 - Larici danneggiati dai movimenti lenti del manto nevoso e dal transito di valanghe.



Fig. 5 - Potenziale distruttivo di valanghe che coinvolgono foreste alla velocità critica di 18 m/s. In funzione del tipo di bosco, della pendenza del versante e del confinamento, la valanga può resercitare forze critiche sugli alberi posti già a poche decine di metri a valle del distacco. Densità della foresta: Massima distanza tra gli alberi di 11 m (B-bassa densità) e di 5.5 m (A-alta densità). Forze calcolate per alberi di diametro di 30 cm e per un'altezza di scivolamento del manto nevoso di 1 m: bassa <100 kNm - nessun danno (N); critica tra 100 e 140 kNm (C); intensa e superiore a 140 kNm, con ribaltamento degli alberi (I). (Gubler, 1991, modificato).

ALTEZZA DELLA FRATTURA (m)	PENDENZA DEL VERSANTE (°)	DENSITÀ DELLA FORESTA	ALTEZZA DEL FLUSSO (m)	FORZA (kNm)
1.5	30	B	1.6	N
	30	B	2.2	C
	35-40	B	1.4-1.5	C
	30-40	A	2-2.2	N
	40	A	2.7	C
1.3	30-40	A	3.6-6.8	I
	30-35	B	1.4-1.5	N
	35	B	1.3-1.9	C
	30	B	1.7	I
	30-40	A	1.8-2	N
1.1	35-40	A	3.2-3.4	C
	35	A	5.5	I
	30-40	B	1.1-1.3	N
	40	B	1.6	C
	35	B	2.1	I
0.9	40	A	2.9	C
	35-40	A	4.5-4.8	I
	40	B	1.9	I
0.8	40	A	>3	C
	40	A	1.6	C

© AINEVA

suolo dall'erosione diffusa o incanalata, ma in alcuni casi esse svolgono anche una funzione di **protezione diretta** nei confronti dei pericoli naturali quali valanghe,

caduta massi, scivolamenti superficiali e lave torrentizie. In questo caso la foresta agisce sia impedendo il verificarsi dell'evento, sia mitigandone l'effetto. La pro-

tezione diretta ha come scopo principale la tutela della vita dell'uomo e delle sue attività, degli insediamenti, delle attività economiche, delle infrastrutture (AAVV, Selvicoltura nelle foreste di protezione, 2006). Mentre i parametri di stabilità del manto nevoso, quali la coesione e l'attrito interno, dipendono dalle caratteristiche intrinseche del manto e, per situazioni estreme, anche dal clima regionale, le ampiezze delle fratture che causano valanghe estreme e i rispettivi tempi di ritorno possono essere legate prevalentemente alla pendenza del versante nella zona di distacco.

I parametri critici che determinano il raggiungimento delle forze dinamiche sono l'altezza del flusso e la velocità del flusso. Tali parametri dipendono dall'altezza della frattura, dalla pendenza della zona di distacco, dal tipo di neve, dalla rugosità del piano di scivolamento, dalla morfologia del tracciato (incanalato o versante aperto) e dalla superficie del lastrone.

Il modello di Voellmy-Salm (Salm, 1990) è utile per stimare i parametri critici di eventi estremi e viene utilizzato anche per le modellizzazioni di fenomeni valanghivi. Uno dei parametri di attrito utilizzato nel modello è strettamente legato alla densità della foresta per quanto concerne il numero di piante, il loro diametro e l'altezza del flusso della valanga.

Abbiamo visto che le valanghe a lastroni possono avere inizio solo su versanti ripidi, in foreste a bassa densità o in aperture della copertura forestale sufficientemente ampie. Maggiormente è acclive l'area di distacco, minori sono le dimensioni della zona di distacco necessarie affinché esso si verifichi, minore, in teoria, è lo spessore del lastrone necessario per dare origine ad un evento estremo.

A causa del parziale ancoraggio del lastrone nella zona di distacco, le altezze di frattura che determinano eventi estremi su pendii ripidi possono essere raggiunte principalmente su versanti aperti. L'analisi sperimentale porta ad angoli compresi tra 35° e 45° per il distacco di grandi valanghe (Fig.3). La densità delle foreste e la dimensione dei fusti sono parametri

necessari per comprendere quale possa essere il ruolo dei popolamenti forestali in caso di valanga.

Le osservazioni condotte dal CFAVS nell'ambito delle proprie attività e supportate da documentazione bibliografica mostrano che i tronchi di diametro inferiore a 30 cm si possono spezzare, mentre i fusti maggiormente flessibili e i giovani alberi possono sopravvivere al flusso della valanga (Fig.4). La tabella di Fig.5 mette in correlazione l'altezza della frattura (altezza del manto nevoso instabile), la pendenza del versante e la densità della foresta, parametri che possono essere indagati in campo, con elaborazioni che determinano la probabile altezza del flusso della valanga e la forza risultante della valanga con i possibili effetti sul popolamento forestale. La tabella mostra come i lastroni di spessore superiore a 1 metro che si staccano su versanti a pendenza superiore a 30° possono raggiungere forze di impatto dai valori critici o intensi, portando al grave danneggiamento o distruzione del popolamento forestale, a prescindere dalla densità dello stesso, anche con altezze di scorrimento che non raggiungono valori elevati. Solamente un pendio di lunghezza inferiore a 50 m con meno di 10° di pendenza che ospita una foresta ad elevata densità è in grado di fermare ogni tipo di valanga. Nel momento in cui una valanga distrugge una foresta, i tronchi intrappolati nella massa nevosa in movimento incrementano il potere distruttivo della valanga in

modo significativo. Se una foresta priva di canali viene danneggiata da una valanga, altre valanghe di elevata intensità potranno ancora avere luogo sullo stesso versante, interessando ulteriori porzioni di foresta ed eventualmente estendersi a zone un tempo maggiormente protette dall'esistenza del bosco. Le valanghe di dimensioni inferiori al livello critico con altezza del flusso inferiore a 1.3 m che penetrano in una foresta con pendenza inferiore a 40° non dovrebbero causare danni al popolamento forestale, se non sono incanalate. Tale fenomeno, oltre che citato in bibliografia, è stato osservato nel 2011 nel Parco Gran Bosco di Salbertrand, quando una valanga a lastroni, di cui non si è potuto verificare lo spessore del distacco, ma dal fronte largo alcune centinaia di metri, ha attraversato un lariceto con struttura a grandi diametri, senza arrecare danno alla foresta.

Allo stesso modo nel 2008, lungo i margini di grandi valanghe (Exilles, Loc. Solliet), in primavera era ancora possibile osservare abbondanti accumuli di rami e altri materiali trasportati dalla valanga accumulati a monte di larici di grande diametro, che non hanno subito danni (Fig.6). Valanghe con altezza di flusso superiore a 1.3 m che attraversano una foresta a bassa densità con pendenze superiori a 35° possono sradicarne gli alberi. Per quanto concerne le forze in gioco durante un evento valanghivo si può infine osservare che in foreste ad elevata densità il transito di valanghe non dannose per la copertura forestale non evolverà in valanghe dannose se non sono incanalate. La riduzione della sezione di transito (imbocco di un canale) può incrementare la velocità del flusso della massa nevosa e aumentare l'altezza del flusso oltrepassando i valori critici, dando



Fig. 6 - Exilles, lariceto attraversato da valanga senza danneggiamento della foresta (accumulo di rami trasportati dal flusso a monte dei tronchi).



Fig. 7 - Particolare di asta nivometrica in prossimità di gruppi di alberi deformata dai movimenti lenti del manto nevoso all'interno di un accumulo da vento su versante acclive - anno 2012.

origine ad un fenomeno pericoloso non solo per i popolamenti forestali coinvolti e eventualmente distrutti, ma soprattutto per le infrastrutture e le attività antropiche intercettate. L'effetto stabilizzante del manto nevoso esercitato dalla foresta, come descritto nei paragrafi precedenti, si esaurisce entro pochi metri dal limite del bosco, pertanto ogni apertura nella copertura forestale, compatibilmente con l'estensione della radura e con la pendenza del versante, costituisce una potenziale area di distacco e una zona in

cui i movimenti lenti del manto nevoso risultano determinanti (Fig.7).

Una singola valanga può distruggere da pochi alberi fino a 100 ha di foresta in funzione delle dimensioni del distacco, della dinamica, del tempo di ritorno e delle caratteristiche morfologiche della zona di scorrimento ed accumulo.

Gli effetti di una valanga sul singolo albero sono strettamente correlati all'altezza, al diametro ed alla flessibilità del fusto associabile alle caratteristiche delle differenti specie.

Piccoli alberi, di altezza inferiore ai 5 m, sono solitamente caratterizzati da elevata elasticità e, piegandosi, possono sopportare le pressioni esercitate dalla massa di neve in movimento.

I diametri a petto d'uomo critici per le più comuni specie arboree dalla fascia sub-alpina sono quelli compresi tra 6 e 14 cm: in questo intervallo il fusto tende a spezzarsi completamente.

La rottura parziale del fusto avviene con diametri leggermente superiori, ad esempio tra i 15 ed i 20 cm per abete rosso, larice o pino cembro.

Il punto di rottura del fusto lungo il tronco è solitamente situato ad un'altezza inferiore ai 2 m.

Tuttavia, in caso di valanghe nubiformi, la rottura può avvenire ad altezze decisamente superiori.

I valori di pressione critici per la rottura del fusto sono stati prevalentemente desunti da modelli teorici ed osservazioni sul campo: essi dipendono dal diametro dei tronchi e sono compresi **tra i 10 ed**

i 50 kPa per valanghe radenti, mentre valori solitamente inferiori a 3–5 kPa sono tipici delle valanghe nubiformi in quanto queste ultime coinvolgono con la loro forza d'impatto anche la chioma.

E' interessante sottolineare come suddette forze siano riscontrabili anche per valanghe relativamente piccole, con uno sviluppo della zona di scorrimento appena superiore ai 50 m: queste possono provocare pressioni d'impatto sufficienti alla rottura o allo sradicamento degli alberi, sebbene su limitate superfici. In seguito al transito di un unico evento valanghivo in foresta si possono osservare zone in cui gli alberi sono sradicati, altre in cui sono stroncati a pochi metri di altezza, fino alla zona di accumulo con ammassamento del materiale trasportato e talora è possibile il transito del flusso della valanga in foresta a limitata pendenza del versante senza ormai arrecare danni (Exilles, Grange della Valle, 2004). Maggiore è la variabilità della zona di transito (versante aperto, sezioni ristrette, salti di roccia, coperture forestali appartenenti a differenti tipi strutturali), maggiore sarà la possibilità che si verifichino interazioni eterogenee tra la valanga e la foresta (Fig.8).

In aree valanghive caratterizzate da dimensioni molto estese e/o tempi di ritorno relativamente brevi, i tassi di sopravvivenza, di accrescimento e il portamento dei fusti risultano fortemente condizionati dall'attività valanghiva. La risposta del popolamento forestale al passaggio di una valanga può quindi tradursi in un aumento della complessità della struttura e della composizione specifica, in un maggiore numero d'individui a portamento prostrato o con chioma a bandiera, nella presenza di alberi sciabolati o con danneggiamenti nei primi metri del fusto, diametri ed altezze inferiori, tassi d'accrescimento annui più lenti, dominanza di specie eliofile e minori densità di piante/ettaro. Le valanghe sono importanti agenti modificatori del paesaggio e in alcuni casi possono abbassare il limite superiore del bosco al di sotto di quello teoricamente imposto dalle condizioni climatiche locali. Da un punto di vista prettamente ecolo-



Fig. 8 - Gruppi di larici danneggiati dai movimenti lenti del manto nevoso sul limite di zone di scorrimento di valanghe.



Fig. 9 - Limite del bosco ed ampie radure con possibile distacco di valanghe di piccole e medie dimensioni entro il limite del bosco, Giaglione, autunno 2012.

gico, le zone di scorrimento ed accumulo delle valanghe sono caratterizzate da una maggiore biodiversità e da una maggiore ampiezza delle nicchie ecologiche: si tratta di un aspetto importante da considerare con attenzione nei boschi lasciati a libera evoluzione (Fig. 9).

EFFETTI DELLE VALANGHE DEL 2008 SUI BOSCHI DI GIAGLIONE E VENAUS

Mediante un'analisi a posteriori delle valanghe che hanno interessato il territorio di Venaus e di Giaglione nell'inverno 2008-2009, basandosi sui dati noti di altezza del manto nevoso al momento del distacco e pendenza del versante si può quindi tentare di ricostruire la dinamica e l'intensità dell'evento valanghivo che ha distrutto circa 20 ettari di foresta di larice e faggio a copertura colma e ben strutturata, con presenza anche di altre specie, raggiungendo il fondovalle in prossimità dell'abitato di Venaus dopo aver oltrepassato una strada statale e la viabilità minore. Le testimonianze ricevute fanno risalire il momento del distacco dopo le prime 24 ore dall'inizio della nevicata, quando l'altezza del manto nevoso instabile era compresa tra 0.8 e 1 metro, su pendenze del versante comprese tra 30° e 35°, a quota superiore a 1700 m s.l.m. (Fig.10). Le temperature piuttosto elevate hanno probabilmente determinato una elevata densità del manto nevoso ed un repentino distacco di un lastrone di larghezza superiore a 100 metri, in un'area localizzata a più di 200 metri di distanza dal limite superiore del popolamento forestale interessato dall'evento. Le grandi dimensioni della valanga al momento del distacco, l'elevata densità del manto nevoso e la pendenza del versante hanno determinato pressioni tali da causare lo sradicamento degli alberi anche di grandi dimensioni (larice, faggio, pino e altre latifoglie) ed il loro trasporto a valle all'interno della massa nevosa in movimento, anche in versante aperto o debolmente incanalato fino alla quota di 1250 m, per

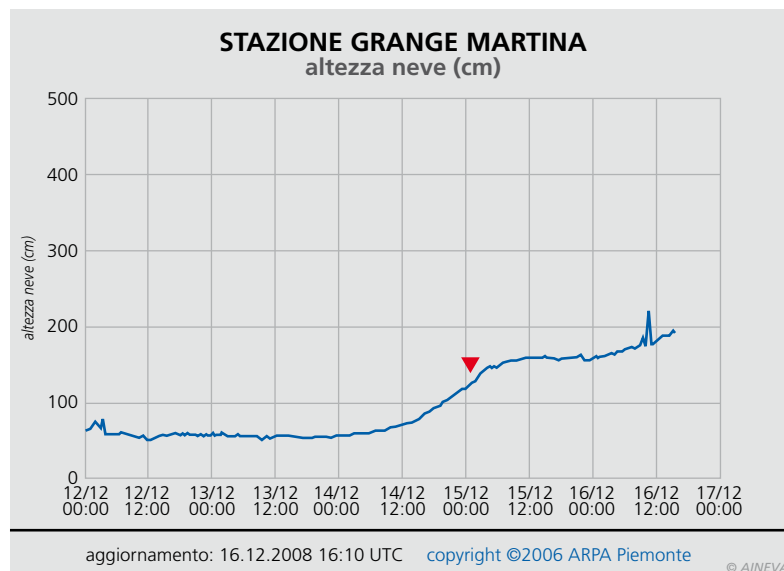


Fig. 10 - Diagramma della precipitazione (fonte ARPA Piemonte) con indicazione del momento di distacco della valanga, dopo una nevicata di 24 ore, con forte intensità, elaborazione CFAVS.

poi proseguire con pressioni ed altezze di neve superiori lungo un canalone, fino a raggiungere il fondovalle, dove la valanga si è fermata al diminuire della pendenza del versante, a poche centinaia di metri dall'abitato. In tale luogo l'accumulo di neve e alberi raggiungeva lo spessore di parecchi metri (Fig.11).

E' interessante apprezzare come la valanga, di notevole ampiezza, abbia portato alla distruzione sia di popolamenti molto uniformi e ben strutturati e con copertura colma, sia di porzioni di faggeta in conversione a fustaia a con diametri medio-piccoli, così come di popolamenti più eterogenei, con presenza di nuclei di larice di grande diametro associati a faggete e castagneti poco strutturati in cui erano rappresentate tutte le classi diametriche. Le elaborazioni effettuate con modellizzazione mediante il software Aval 1-D (dati desunti da tesi di Laurea Enrico Vissio) dimostrano come nella zona di interazione tra la valanga ed il popolamento forestale l'evento abbia raggiunto intensità critiche, distruttive per la foresta (Fig. 12). Il limite di pressione di 50 kPa oltre il quale la foresta viene danneggiata o distrutta indica chiaramente che essa non è in grado di arrestare una valanga di dimensioni medio-grandi, se non su pendenze del versante decisamente deboli. Mentre il ruolo della foresta nella zona di distacco è noto, rimane aperto il problema sul ruolo che essa svolge nella zona di scorrimento della valanga e quale sia



Fig. 11 - Primavera 2009 - trasporto del materiale legnoso all'interno della massa nevosa in scorrimento su versante aperto.

il ruolo dei tronchi all'interno della massa nevosa in scorrimento, in quanto la loro presenza potrebbe avere un aspetto positivo nella dissipazione di energie interne. Per contro l'aumento dei volumi trasportati e la minor plasticità della massa determina certamente un incremento del potenziale distruttivo della valanga; non si esclude infine che la presenza di tronchi e ramaglia crei un attrito maggiore lungo

Fig. 12 - La simulazione della valanga del Rio Martinello permette di risalire ai presunti valori di pressione e velocità del manto nevoso lungo il profilo di scorrimento; in modo particolare è interessante valutare tali parametri nel momento di interazione valanga-foresta.

ALTEZZA NEVE IN ZONA DI DISTACCO (INPUT DELLA SIMULAZIONE)	0.7 m	2 m
Altezza di neve nella zona di deposito	2.5 m	4.5 m
Pressioni nelle zone di interazione valanga - foresta	60 kPa	180 kPa
Velocità del flusso nella zona di interazione valanga - foresta	15 m/s	22 m/s

© AINEVA



Fig. 13 - Valanga del Rio Supita sulla SS25 del Moncenisio, dicembre 2008.

il canale di valanga, favorendo l'accumulo in sezioni ristrette dei canali di scorrimento o in presenza di ostacoli (Fig. 13).

CONCLUSIONI

E' documentato il fatto che una foresta limita fortemente le probabilità di distacco di una valanga, assumendo un ruolo strategico di protezione, soprattutto se si tratta di popolamenti ben strutturati, densi, privi di aperture, tuttavia anche i popolamenti subalpini, che per condizionamenti di carattere ecologico non possono rispondere a tali requisiti mantengono un ruolo importante, soprattutto se alternati ad aree dalla morfologia non uniforme. Le foreste hanno pertanto un ruolo determinante nel limitare o impedire il distacco della valanga: in tale contesto si parla di **foreste di protezione**.

E' indubbio invece che la distruzione della foresta, in modo particolare su grandi superfici e su versanti acclivi, determini la creazione di nuove aree potenziali di distacco di valanghe. A tal proposito le foreste possono essere un elemento di protezione se localizzate in aree di distacco, ma anche un **bene da proteggere** per il loro valore intrinseco, per il loro ruolo sul paesaggio e la loro valenza ecologi-

ca e, in un contesto di protezione dalle valanghe, la presenza duratura del bosco limita l'estensione delle potenziali aree di distacco di nuove valanghe. Si apre in tal senso una necessità di **pianificazione territoriale** che tenga conto delle problematiche valanghivive passate ed in atto, unitamente ad **interventi gestionali** in grado di limitare il distacco di nuove valanghe ed accelerare i processi di rigenerazione e ottimale sviluppo dei soprassuoli danneggiati o distrutti, quindi di garantire strutture ottimali delle foreste in grado di garantire buoni parametri di resistenza e resilienza, compatibilmente con le caratteristiche ecologiche locali. Talora per perseguire tali obiettivi è necessario associare alla rigenerazione dei soprassuoli la realizzazione di strutture temporanee quali treppiedi fermaneve o rastrelliere per la stabilizzazione del manto nevoso e la protezione della rinnovazione, che nel corso degli anni vedranno la loro funzione sostituita dallo sviluppo della componente vegetale (Fig. 14).

Nei popolamenti adulti potenzialmente interessati dal transito di valanghe è invece necessario garantire la presenza di foreste dense, con presenza anche di alberi di grande diametro e ben strutturate; tale

situazione non è generalmente evidente in foresta, ma occorre una attenta analisi stazionale e la consultazione dell'archivio cartografico delle valanghe per meglio calibrare la gestione selvicolturale.

E' infine necessario tenere conto che i tempi dell'evoluzione delle foreste, della gestione forestale e della selvicoltura non sempre sono compatibili con le esigenze di protezione immediata di infrastrutture ed attività antropiche, tuttavia sul lungo periodo le foreste sono in grado di rispondere a molteplici requisiti che si associano al loro ruolo protettivo, quali la produzione di legname, il paesaggio, la fruizione del territorio.

RINGRAZIAMENTI

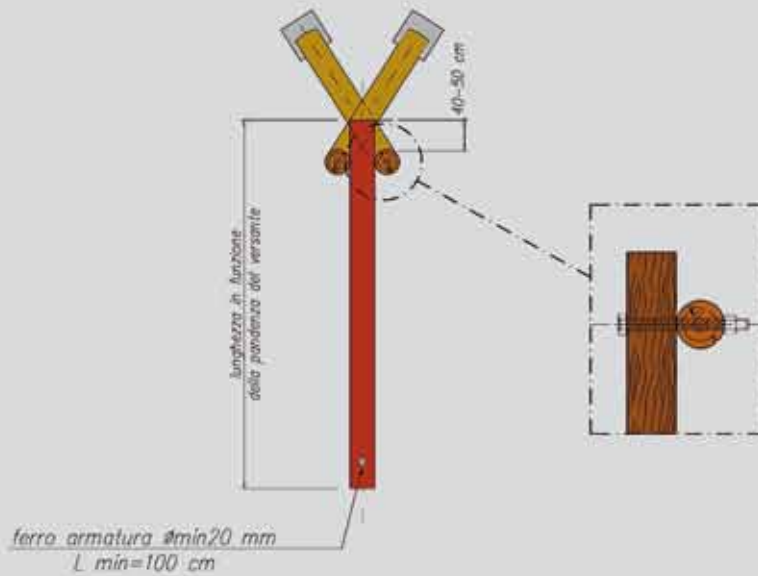
Ringrazio Alberto Dotta, Direttore del Consorzio Forestale Alta Valle Susa e Zeno Vangelista, geologo presso lo stesso Ente, per la rilettura critica del testo.

Bibliografia

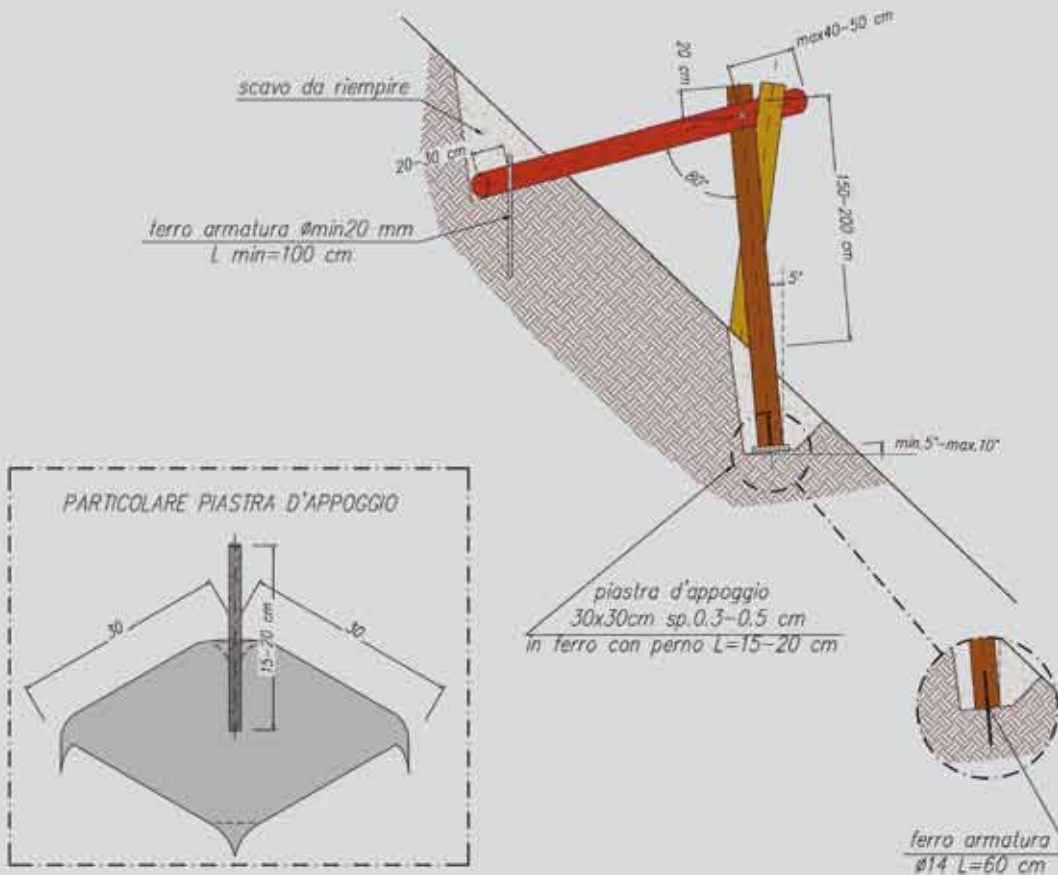
- H. Gubler, J. Rychetnik, 1991 "Effects of forests near the timberline on avalanche formation"
- WSL, "La foret de protection contre les avalanches gagne-t-elle sans cesse en surface et en efficacité?"
- Regione Autonoma Valle d'Aosta - Regione Piemonte, 2006 - Selvicoltura nelle foreste di protezione. Esperienze e indirizzi gestionali in Piemonte e in Valle d'Aosta. Compagnia delle Foreste, Arezzo, pp. 224
- Regione Autonoma Valle d'Aosta - Regione Piemonte, 2011 - Foreste di protezione diretta. disturbi naturali e stabilità nelle alpi occidentali. Compagnia delle Foreste, Arezzo, pp. 144
- Vissio E., "Studio del sito valanghivo di Venaus (Valle di Susa) e proposta di interventi di difesa", Politecnico di Torino, Facoltà di Ingegneria, Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Civile, Relatori: Prof.ssa Monica Barbero e Fabrizio Barpi, Anno accademico 2009-2010
- Regione Piemonte, Regione Autonoma Valle d'Aosta, 2012 - Foreste di Protezione diretta. Selvicoltura e valutazioni economiche nelle Alpi Occidentali. Compagnia delle Foreste, Arezzo, pp. 144
- A. Berteà, M. Cordola, F. Dutto, F. Longo, A. Dotta, L. Caffo, Z. Vangelista, D. Fontan, "Il Piano di Protezione civile per emergenza valanghe del Comune di Venaus. Procedure di allertamento per la gestione del rischio su viabilità e centro abitato in un comune della Provincia di torino". Neve e Valanghe n. 70, agosto 2010.

TIPOLOGIA CAVALLETTI RTM
Scala 1:50

PIANTA



SEZIONE



© AINEVA

Fig. 14 - Schema costruttivo di treppiedi fermaneve. Disegni a cura del CFAVS sulla base delle opere realizzate in cantiere e di quanto proposto nel volume "Manuale per la costruzione di opere temporanee di stabilizzazione del manto nevoso e di protezione contro lo scivolamento del manto nevoso" (Franz Leuenberger, Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe, Davos, 1992) e del manuale francese "Guide des Sylvicultures de Montagne - Alpes du nord françaises" (Cemagref, CRPF, ONF, 2006).