

Zeitschrift: Rivista militare della Svizzera italiana
Herausgeber: Lugano : Amministrazione RMSI
Band: 54 (1982)
Heft: 6

Artikel: Neve e valanghe
Autor: Vidulich, Tullio
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-246659>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

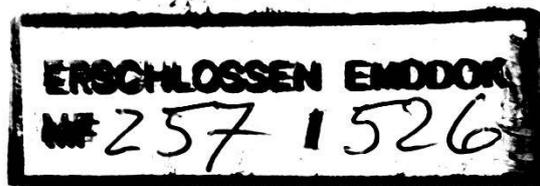
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 13.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Neve e valanghe

Ten col Tullio Vidulich



Fra tutti i fenomeni naturali che colpiscono l'uomo le valanghe costituiscono uno degli eventi più imponenti e distruttivi cui è possibile assistere in montagna durante la stagione invernale.

Per la rapidità con cui si evolve il fenomeno, esse sono una delle più insidiose e terrificanti minacce per le popolazioni valligiane; piccole o gigantesche, periodiche od occasionali, prevedibili o imprevedibili, nubiformi e velocissime, oppure ammassi di neve, alberi e fango, le valanghe sin dai tempi più remoti hanno terrorizzato l'uomo che al loro cospetto si è sempre sentito disarmato.

Considerevoli sono i danni e le devastazioni che arrecano quando, dall'alto della montagna, precipitano sui fondi delle valli; piccole comunità spesso vengono distrutte, villaggi, strade, ferrovie e boschi vengono danneggiati o annientati dalla violenza incontrastata e distruttrice di queste enormi masse di neve. Tutti ricordiamo ancora con sgomento i tragici eventi degli anni passati a Terme del Brennero (5 aprile 1975), Val di Solda (6 aprile 1975), Foppolo (Val Brembana, 9-10 gennaio 1977) e nei primi mesi del 1980 a Cervinia (5 febbraio 1980) dove nel giro di pochi minuti perirono sotto le valanghe numerose persone e vennero gravemente danneggiate vie di comunicazione provocando altresì danni ammontanti a centinaia di milioni.

Quando si verificano questi tragici eventi ci si pone sempre la stessa domanda: l'uomo è veramente impotente?

Nella maggior parte dei casi è impossibile non impedire che l'evento si verifichi, tuttavia l'uomo d'oggi, se non lo può evitare, può prevedere ed eseguire opere di alta ingegneria di un'ampiezza ieri impensabile, e tutto al fine di salvare tante vite umane e di limitare drasticamente i danni.

Da quanto esposto si può affermare che la conoscenza dei fenomeni determinanti le valanghe è necessaria non solo alle persone che hanno responsabilità di comando o di tutelare l'incolumità collettiva ma anche a tutti coloro che frequentano la montagna innevata per ragioni turistiche, i quali troppo spesso ignorano taluni fatti che avrebbero il dovere di conoscere.

Il presente articolo vuole illustrare a chi vive e opera in montagna il meccanismo del distacco delle valanghe e la difesa contro di esse allo scopo di contribuire alla conoscenza del «fenomeno valanghivo».

Formazione e morfologia dei cristalli di neve

La neve rappresenta la più importante forma di precipitazione solida. Essa trae la sua origine dall'aprogressiva sublimazione del vapore acqueo contenuto nell'atmosfera in minuscole particelle di ghiaccio in presenza di temperature

sufficientemente basse sia a livello delle nubi che in prossimità del suolo. In particolare, si ricorda, che i fenomeni del tempo si verificano nella bassa atmosfera o troposfera, cioè in quello strato d'aria compreso tra il suolo e la tropopausa che raggiunge mediamente l'altezza di 11-12 km. È appunto in questa zona che avviene quella circolazione atmosferica che più direttamente influenza l'evoluzione giornaliera del tempo.

La formazione dei cristalli di neve nell'atmosfera è influenzata da due fattori fondamentali:

- la presenza di miriadi di microscopiche particelle (dell'ordine di grandezza compresa fra 0,4-1 micron) chiamate «nuclei di condensazione» che favoriscono, accelerandolo, il processo di formazione delle goccioline d'acqua e dei cristalli di ghiaccio;
- la presenza nell'atmosfera di temperature relativamente basse tali da consentire l'esistenza e la conservazione di piccolissime particelle d'acqua allo stato solido dette «nuclei di solidificazione» o «germi cristallini».

Fungono da nuclei di condensazione i minutissimi cristalli di sale marino spruzzati nell'aria dalla schiuma delle onde e trasportati dal vento all'interno della terra ferma e altre particelle provenienti dalla combustione di foreste, dai prodotti delle eruzioni vulcaniche, dalla sabbia dei deserti e dalle varie attività umane (combustione del petrolio e del carbone, lavorazione dei prodotti industriali). Allorché le masse d'aria, attraverso movimenti ascensionali più o meno rapidi, perdono calore per conduzione o, più spesso, per irraggiamento (diretto, da parte dell'aria stessa, o indiretto, da parte del suolo), il vapore acqueo presente comincia a condensarsi in finissime goccioline o, alternativamente, in cristalli di ghiaccio.

I processi della condensazione e della formazione dei cristalli di ghiaccio cominciano, dunque, con l'adesione delle molecole di vapore d'acqua sui nuclei di condensazione (presenti nelle nubi) in presenza di temperature al di sotto dello 0° C.

Successivamente le molecole di vapore d'acqua della nube vengono catturate dal reticolo del cristallo di ghiaccio, che accrescendosi, dà origine a svariate forme cristalline (dendriti, lamelle, prismi, aghi sottili, aghi corti, ecc.). In particolare è stato osservato da alcuni ricercatori del «National Center of Atmospheric Research» che l'attività di nucleazione dei primi cristalli di ghiaccio in seno alle nuvole risulta particolarmente intensa nell'intervallo di temperatura compresa tra -10° C e -20° C.

Quando il cristallo è sufficientemente pesante cade per gravità verso il suolo e, nella sua caduta, accresce di volume sia a causa della sublimazione del vapor d'acqua, sia perché entra in collisione con altri cristalli di neve, dando luogo a infinite forme cristalline.

Morfologia dei cristalli di neve

Le forme di crescita dei cristalli di neve durante la caduta sono svariatissime e dipendono da numerosi fattori, tra cui la temperatura dell'aria al momento della loro genesi, la lunghezza del percorso all'interno della nube e la quantità di vapore acqueo contenuto nell'aria.

Un ricercatore americano, Bentley Wilson, è riuscito a fotografare 6.000 differenti tipi di cristalli di neve pur rimanendo convinto che la loro effettiva quantità numerica fosse di gran lunga superiore. Infatti, poiché ogni cristallo di neve è costituito da circa 10^{18} molecole d'acqua e, considerando l'enorme varietà di modi in cui si possono disporre fra loro, è possibile affermare che esistono milioni di cristalli di forma diversa.

La storia della crescita di un cristallo può avere in pratica qualsiasi sequenza essendo funzione dei vari tipi di nubi che si formano nell'atmosfera.

In particolare, per i vari regimi di temperatura, si hanno le seguenti forme di cristalli:

- da 0° C a -5° C aghi irregolari e lamelle;
- da -5° C a -10° C aghi, prismi cavi e altre forme microscopiche;
- da -10° C a -15° C lamine con comparsa di colonne e dendriti;
- da -15° C a -20° C lamine e grappoli di cristalli dendritici;
- da -20° C a -25° C colonne e aggregati di lamelle.

Vale la pena di rilevare che, in genere, la struttura solida fondamentale dell'acqua appartiene al sistema cristalligrafico esagonale, per cui tutte le forme possibili di cristalli hanno inizio da quel reticolo cristallino. Si tratta di una struttura tabulare a forma di prisma esagonale, con la base assai più sviluppata dell'altezza.

Come già accennato più sopra, la precipitazione nevosa è funzione della temperatura e del grado d'umidità degli strati d'aria attraversati: quanto più la prima è bassa, e minore è il grado d'umidità, tanto più si avranno forme di cristalli di neve elementari, poco sviluppati ed asciutti; viceversa, in presenza di temperatura elevata ed aria molto umida, si avranno cristalli più complessi, cioè degli agglomerati di cristalli elementari detti *dendriti*, ossia ornati di bei rami. Questa

ramificazione dipende dal modo in cui le molecole di vapor d'acqua presenti nell'aria si attaccano verso la lamella. In presenza d'aria molto umida, gli spigoli delle lamelle esagonali sono in grado di crescere più velocemente dei lati dell'esagono perché sono in condizioni di catturare molto più efficacemente le molecole d'acqua.

Un altro fattore che determina la forma del cristallo di neve è il tempo che esso impiega a raggiungere il suolo. Si è potuto constatare che, se il tempo è breve (precipitazione osservata ad alta quota), i cristalli sono piccoli ed appartengono al tipo fondamentale a lamelle o ad asticciola; se il tempo, e quindi il percorso è lungo (precipitazioni a bassa quota), lo sviluppo dei cristalli è più grande, poiché si arricchiscono del vapore d'acqua e dei frammenti di cristalli presenti in sospensione nell'atmosfera. Ne consegue che il rifornimento di materiale per l'accrescimento del cristallo avviene quasi esclusivamente sulla faccia inferiore dello stesso.

La differente forma assunta dai cristalli di neve varia non solo in funzione dei fattori sopra descritti, ma dipende, anche, dai venti tipici che solitamente spirano in montagna durante le alternanze del tempo. Durante una tempesta di neve a causa della variabilità del vento e della temperatura dell'aria, il tipo di cristalli che si depositano sul terreno in un dato posto può mutare di ora in ora nel corso della stessa precipitazione. Si avrà in tal modo la cosiddetta «neve ventata» formata in genere da cristalli sproporzionati particolarmente fragili e segmentati per l'azione dinamica del vento.

Non è facile ricondurre a pochi modelli elementari le moltissime forme che possono presentare i cristalli di neve. Osservati con un microscopio, appaiono di solito come stelle ramificate a sei punte.

Di solito si tratta d'esemplari che non superano il millimetro: le grosse stelle possono raggiungere però anche i 3-5 mm.

Classificazione delle valanghe

Una valanga è una massa di neve che si mette in movimento in modo repentino a seguito di una rottura d'equilibrio e perviene rapidamente a valle ad un'elevata velocità per l'effetto combinato della gravità e dello scarso attrito.

Le valanghe sono state classificate in passato secondo vari criteri di base: dal tipo di movimento alla forma del pendio, dalla consistenza e dall'umidità della neve sino ai particolari più disparati.

Attualmente però, la classificazione unanimemente accettata dagli studiosi è quella adottata dall'«Istituto Federale svizzero per lo studio della neve e delle

valanghe di Weissfluhjoch (Davos)» (riportata graficamente sulla figura 1). I criteri che hanno guidato l'Istituto svizzero nella formulazione della classificazione sopra citata sono:

primo: la forma e il tipo di distacco che dà inizio al movimento della massa nevosa. Secondo questo criterio vi possono essere due tipi fondamentali di distacco:

- «valanghe di neve incoerente» che si staccano da un singolo punto dove, per reazione a catena, un cristallo provoca la caduta di quantità di neve crescenti;
- «valanghe di lastroni» che si distaccano contemporaneamente da un'intera zona e lasciano una parete con profonde fratture perpendicolari al terreno;

secondo: la posizione della superficie di scivolamento. A seconda che questa sia in fondo allo strato o in superficie, la valanga viene definita «valanga di fondo» o «superficiale». Il primo tipo di valanga è tipicamente primaverile, mentre il secondo si manifesta più frequentemente in pieno inverno per effetto di nuove nevicate;

terzo: l'umidità della neve: a seconda del contenuto d'acqua si avranno «valanghe di neve asciutta» (nevicate in assenza di vento con temperature basse) e «valanghe di neve bagnata» (nevicate con temperature pari o superiori allo 0° C);

quarto: le caratteristiche del terreno lungo il quale muove la valanga. A seconda della morfologia del suolo, avremo una valanga di versante su un pendio aperto o non delimitato, oppure una valanga incanalata o di canalone quando la massa di neve scivola lungo una gola o un canalone;

quinto: la forma del movimento e in particolare il modo in cui la valanga scivola (a contatto del terreno oppure turbini nell'aria). Nel primo caso si ha la «valanga radente» che ha la caratteristica d'essere compatta e aderente al terreno mentre nel secondo caso si ha la «valanga di polvere» o «nubiforme». Quest'ultima è di solito accompagnata da fenomeni d'onda d'urto capaci d'estendere i loro effetti anche al di fuori delle zone direttamente investite (queste valanghe possono raggiungere un'altissima velocità e le conseguenze spesso sono disastrose).

Di tutte le denominazioni sopra esaminate, due sono significative e sostanziali ai fini della suddivisione delle valanghe:

- valanghe a debole coesione;
- valanghe a lastroni di neve.

Tutti gli altri criteri, quali le caratteristiche dell'area interessata, la posizione della superficie di scivolamento, l'umidità della neve e il tipo di movimento servono soltanto per una migliore differenziazione formale delle valanghe.

Valanghe a debole coesione

Come si può osservare nello schema di classificazione riportato nella figura 1, queste valanghe non presentano margini di distacco netti; esse si sviluppano per reazione a catena di un cristallo di neve che, sollecitato da cause spontanee o accidentali, mette a sua volta in movimento i cristalli vicini, turbando così l'equilibrio del manto nevoso. Si staccano pertanto da un singolo punto ed assumono un tracciato a forma di pera allungata.

Generalmente interessano gli strati superficiali del manto nevoso e sono quindi valanghe di superficie e non di fondo. In relazione al terzo criterio possono essere costituite da neve asciutta o da neve molto umida; esaminiamo pertanto i due tipi di valanghe.

Valanghe di neve asciutta o polverosa

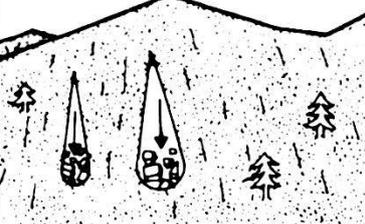
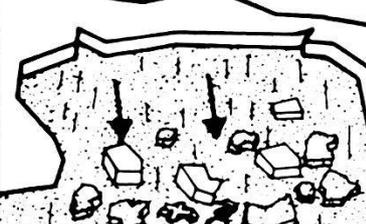
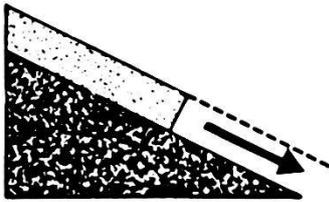
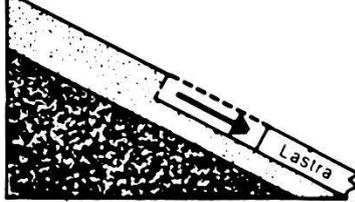
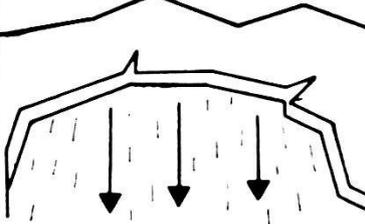
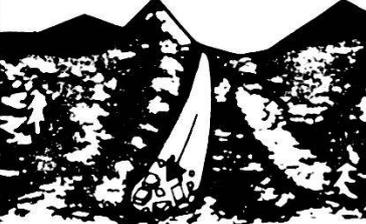
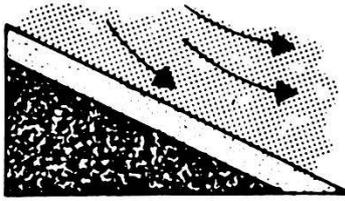
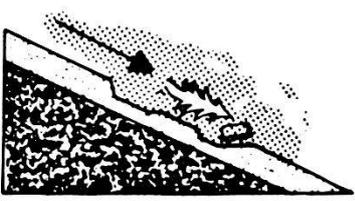
Caratteristiche del periodo invernale, queste valanghe interessano prevalentemente le aree d'alta montagna (dove la nuvolosità è ridotta al minimo e la temperatura dell'aria è più bassa) e di solito sono provocate dalle nevicate abbondanti ed asciutte, specie se avvenute in assenza di vento. Una volta in moto, le valanghe polverose possono continuare a scivolare sui pendii di minima inclinazione (17 gradi) e trasformarsi eventualmente in valanghe più catastrofiche, in particolare quando da *radenti* diventano *nubiformi*. Ciò si verifica con molta facilità con valanghe di una certa mole che, scorrendo sui pendii molto ripidi, acquistano un'elevata velocità: si hanno allora delle valanghe devastatrici che precipitano ad altissima velocità (fino a 300 km/h) dai fianchi della montagna distruggendo tutto quello che incontrano sul loro percorso.

Il potere distruttivo di questo genere di valanga è veramente catastrofico. A titolo d'esempio si riportano i danni causati da una valanga nubiforme caduta a Vinadi, nella Bassa Engadina, nel febbraio del 1962: essa abbatté e sradicò un bosco di 100 ettari d'abeti e larici dell'età media di 130 anni, distruggendo inoltre, con lo spostamento d'aria, una vasta superficie di bosco anche sul versante opposto.

Ricordiamo inoltre che le valanghe di neve asciutta si formano prevalentemente sui versanti esposti a nord, dove più lungo è il processo d'assestamento. Poiché

CLASSIFICAZIONE DELLE VALANGHE

(adottata dall'Istituto Federale Svizzero per lo studio della neve e delle valanghe di Davos)

Criteri	Caratteristiche e nomenclatura	
<p>1 Tipo di distacco all'origine</p>	<p>Da un singolo punto</p>  <p>Valanga di neve incoerente</p>	<p>Da un'area estesa</p>  <p>Valanga di lastroni</p>
<p>2 Posizione della superficie di scivolamento</p>	<p>Dell'intero manto nevoso</p>  <p>Valanga di fondo</p>	<p>Dei soli strati superiori</p>  <p>Valanga di superficie</p>
<p>3 Stato di umidità della neve</p>	<p>Neve asciutta Valanga di neve asciutta</p>	<p>Neve bagnata Valanga di neve bagnata</p>
<p>4 Caratteristiche del terreno in base al profilo morfologico</p>	<p>Pendio aperto</p>  <p>Valanga non delimitata</p>	<p>Canalone</p>  <p>Valanga di canalone</p>
<p>5 Tipo di movimento della neve</p>	<p>Nell'aria</p>  <p>Valanga nubiforme o polverosa</p>	<p>A contatto del suolo</p>  <p>Valanga radente</p>

si formano in genere dopo abbondanti nevicate, presentano un certo grado di prevedibilità.

Esse comunque costituiscono grave insidia per gli sciatori, non solo per la possibilità d'essere sepolti, ma anche per il fatto che i cristalli di neve sospesi nell'aria penetrano facilmente nelle vie respiratorie provocando il soffocamento degli infortunati. L'aspetto dell'accumulo finale della valanga è quello di una massa incoerente, priva di blocchi o lastroni di alcun genere.

Valanghe di neve umida

Sono formate da neve a debole coesione, ad alto peso specifico e con un elevato grado d'umidità; quest'ultimo è dovuto a cause diverse, quali la precipitazione nevosa a temperatura più elevata, il forte irraggiamento solare, l'effetto dei venti caldi tipo il Föhn o la caduta di pioggia, ecc.

Le valanghe di questo tipo iniziano spesso in corrispondenza di rocce affioranti; queste, infatti, per il loro maggior riscaldamento, producono nelle immediate vicinanze acqua di fusione che determina una riduzione della coesione.

Data la consistenza della neve, la velocità di movimento di questo tipo di valanga non è molto elevata (12-15 km/h) e non dà luogo a fenomeni di nebulizzazione e ad onde d'urto.

Le valanghe di neve umida si verificano più spesso a quote relativamente basse e, soprattutto, quando sono originate per un aumento di temperatura dovuta alla stagione mite, interessano periodicamente lo stesso percorso tanto che vengono dati loro nomi particolari e costituiscono una caratteristica della zona (valanghe fisse e periodiche).

Per quanto detto sopra, le valanghe di neve umida, raggiungendo talvolta proporzioni enormi, dell'ordine di centinaia di migliaia di metri cubi, sono abbastanza prevedibili e assai temute dalle popolazioni montane per il fatto che esse ostruiscono strade, danneggiano gli abitati ed i boschi e travolgono persone e cose.

La neve di accumulo possiede caratteristiche diverse da quelle esaminate in precedenza; essa è molto densa e pesante, contiene pochissima aria ed è costituita da un ammasso di blocchi rotondeggianti molto compatti; spesso contiene alberi e detriti rocciosi divelti lungo il pendio.

Le persone travolte da queste valanghe rimangono, di solito, compresse ed imprigionate, senza possibilità di muoversi e spesso soffocate o comunque messe nell'impossibilità di resistere a lungo per la scarsità d'aria (dati statistici hanno

rilevato che l'80% dei casi di morte nella valanga avviene per carenza d'ossigeno).

Spesso le valanghe di neve bagnata possono formarsi anche in pieno inverno, allorquando si ha un brusco rialzo della temperatura (pioggia, vento caldo tipo il Föhn, ecc.).

Valanghe di lastroni di neve

Sono formate da neve più o meno compatta che si stacca contemporaneamente, e interessa per lo più zone estese. La loro formazione è dovuta in buona parte all'azione del vento che, ammassando la neve in zone sottovento in corrispondenza d'irregolarità del terreno o di depressioni, dà alla neve stessa un aspetto consistente. Si è potuto constatare che qualsiasi strato nivale con un certo grado di coesione interna, adagiato su strati di debole resistenza o su uno strato di brina di superficie (o di profondità), può formare una valanga di lastroni.

Tali valanghe, secondo una recente classificazione che tiene conto della consistenza della neve, sono state suddivise in «valanghe di lastroni soffici» e «valanghe di lastroni duri».

A seconda della posizione della superficie di scivolamento vengono ancora denominate valanghe a «lastre superficiali» o valanghe a «lastre di fondo».

Le valanghe a lastre superficiali si generano con maggiore facilità: in esse uno strato più fragile della coltre nevosa agisce da piano di scorrimento (in genere questi strati sono costituiti da cristalli a forma di coppette o da brina profonda). A volte, anche il manto nevoso nella sua completezza può scorrere, e questo fenomeno si verifica in particolare quando il terreno è privo di asperità.

Affinché una valanga di lastroni si ponga in movimento è necessario che cedano contemporaneamente tutti gli ancoraggi superiori, laterali e soprattutto quelli di base su cui appoggia il lastrone di neve.

Il più delle volte questi lastroni nascondono un'insidia ed un pericolo, poiché danno l'impressione di essere solidamente vincolati e sicuri, mentre spesso poggiano su strati di neve non saldata omogeneamente al pendio.

Per la fulmineità con la quale si staccano, è praticamente impossibile sfuggirli, specie se la loro superficie, sollecitata dal peso di un solo sciatore, si fende sotto i piedi.

Possono essere di limitata ampiezza, o interessare addirittura interi pendii; si può quindi comprendere come la rottura in un solo punto della superficie indurita può dar luogo, talvolta, a valanghe con un fronte molto largo che raggiungono dimensioni notevolissime. Data la loro struttura in lastroni di varia gran-

dezza a spigoli vivi, queste valanghe producono gravi lesioni traumatiche ai travolti in ogni parte del corpo, specie alle gambe.

Aggiungeremo infine che il sistema di classificazione anzidetto non deve essere applicato rigidamente.

Può infatti frequentemente accadere che valanghe percorrenti lunghe distanze modifichino la propria struttura e le proprie caratteristiche lungo il percorso. Così ad esempio:

- le valanghe nubiformi che spesso si staccano dalle alte vette, precipitando attraverso canali e pareti, possono arricchirsi di neve umida o di lastroni di neve;
- oppure una valanga di lastroni può raccogliere, proseguendo la sua corsa verso il fondo valle, una massa di neve incoerente (neve polverosa) di versante in ombra e accrescere così la sua mole.

La classificazione fin qui adottata si riferisce alla morfologia della massa nevosa e alle leggi meccaniche che la determinano. Non va dimenticato, peraltro, che esistono altri sistemi di classificazione delle valanghe che per brevità e completezza si riportano sinteticamente nello specchio n. 1.

Fattori favorevoli al distacco delle valanghe

I fattori che più frequentemente favoriscono il formarsi di valanghe sono:

- le caratteristiche della neve;
- il vento;
- la temperatura;
- il terreno.

Ognuno di questi fattori interagisce sugli altri in maniera complessa, determinando situazioni di pericoli spesso imprevedibili.

Sulla base di quanto osservato è possibile affermare che la previsione del pericolo di valanghe dovrà tenere conto non solo dei fattori geomorfologici, ma in particolare delle condizioni meteorologiche locali, specie per quanto riguarda le precipitazioni e il vento.

Cerchiamo ora di esaminare gli aspetti pratici del problema che consentiranno, a chiunque deve affrontare un'escursione o un'attività addestrativa su terreno innevato in alta quota, di conoscere e prevedere il pericolo di valanga con maggior grado di attendibilità. Corre l'obbligo di segnalare che una previsione delle valanghe precisa nel tempo e nel luogo non è possibile. Per raggiungere tale ri-

sultato occorrerebbe in particolare la conoscenza esatta ed immediata delle condizioni della neve su ciascun pendio, nonché delle condizioni meteo locali.

La neve

I fattori che si devono considerare determinanti sotto questo punto di vista sono:

- la struttura della coltre nevosa;
- la coltre di neve fresca.

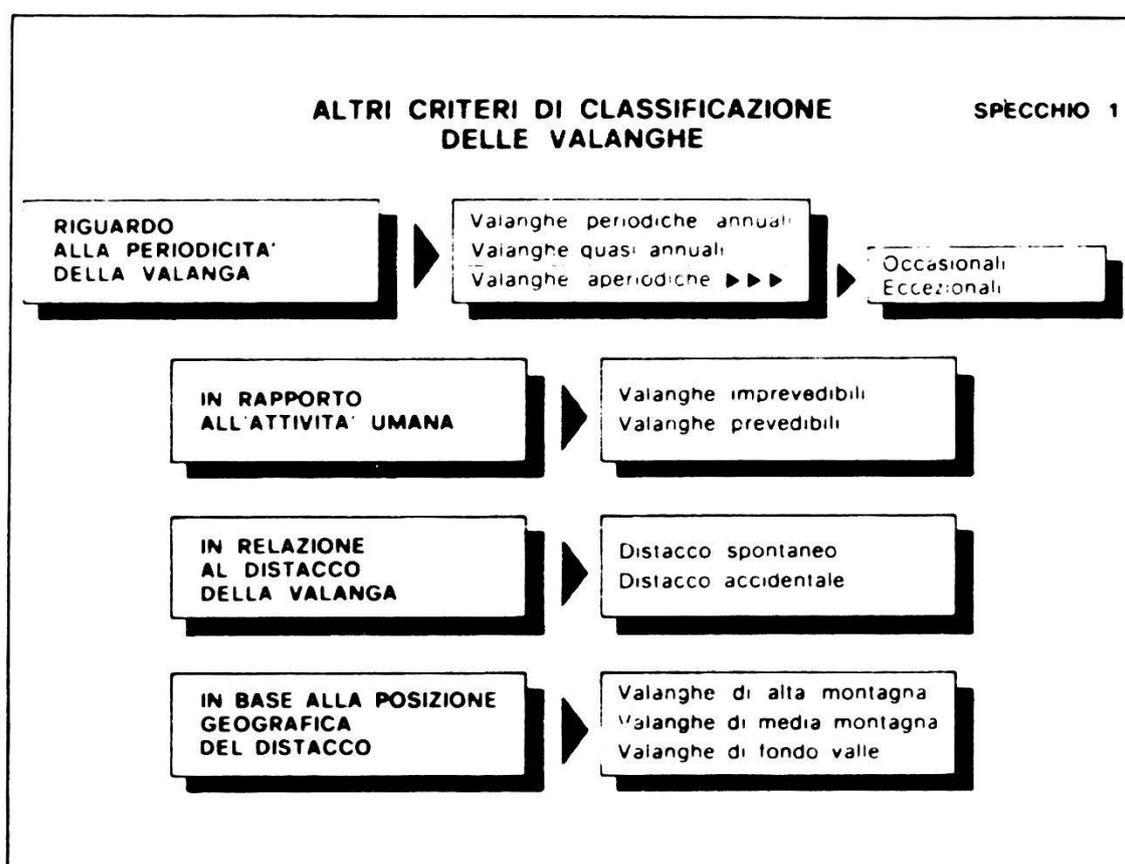
Precisando subito che lo spessore totale della neve non è determinante per la formazione della valanga. Maggiore importanza hanno la successione e l'entità delle singole precipitazioni nevose. In base alla stratificazione possiamo avere i seguenti casi:

- neve a debole coesione negli strati vicini al suolo: questo caso è favorevole al distacco di valanghe di fondo;
- neve compatta al suolo: caso sfavorevole al distacco delle valanghe;
- neve a debole coesione negli strati intermedi (brina di superficie ricoperta da successive nevicate): questo tipo di neve favorisce il distacco di valanghe di superficie;
- strati compatti di neve granulosa nella zona intermedia del manto (provenienti da grandi nevicate consolidatesi): è il caso più sfavorevole al distacco di valanghe;
- neve asciutta a grande coesione in superficie che giace su strati inconsistenti (originata dall'azione del vento): è il caso più favorevole al distacco di valanghe di lastroni.

Molta importanza riveste la quantità di neve fresca che si aggiunge al manto preesistente. In relazione allo spessore che questa può raggiungere si possono avere i seguenti gradi di pericolosità:

- fino a 20 cm: pericolo locale molto ridotto per le escursioni su sci;
- da 20 a 50 cm: pericolo diffuso per escursioni su sci;
- da 50 a 80 cm: pericolo generale di caduta di valanghe per escursioni su sci, pericolo accentuato per le vie di comunicazione a causa di distacchi spontanei;
- da 80 a 120 cm: pericolo generale di valanghe per distacchi spontanei di grosse valanghe che possono raggiungere il fondo valle;
- da 120 cm in poi: gravissimo pericolo generale per abitati e vie di comunicazione.

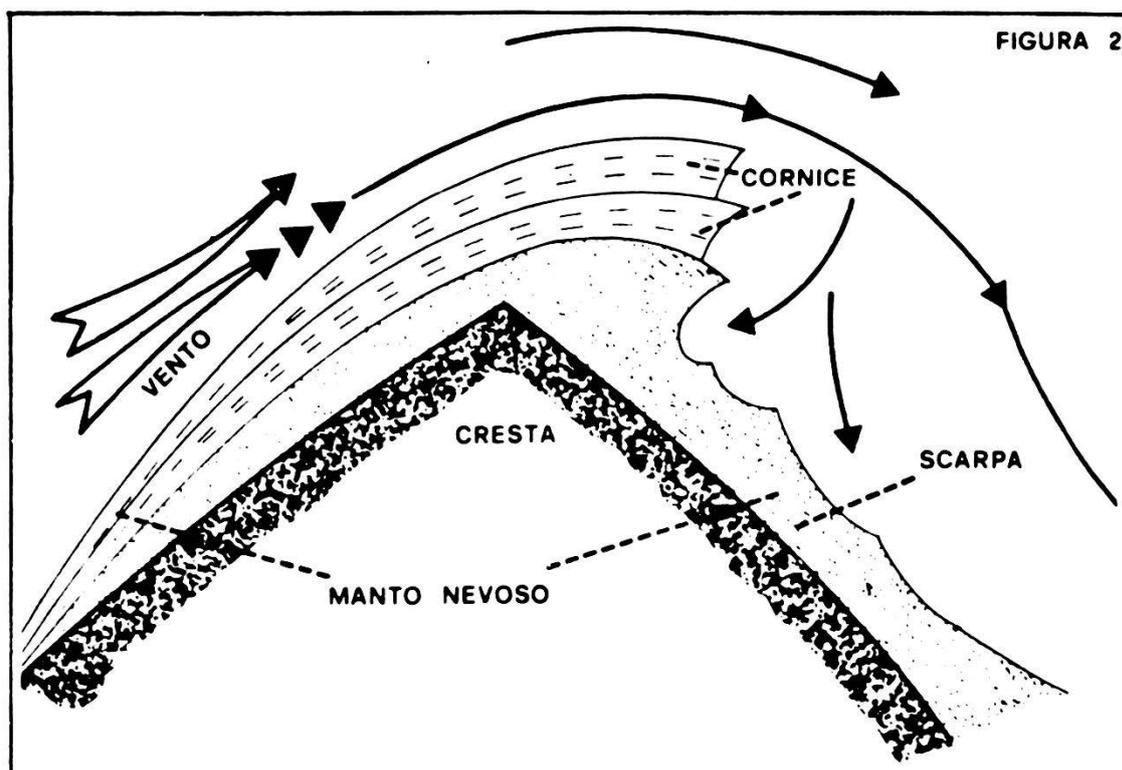
I suddetti gradi di pericolosità sono, tuttavia, suscettibili di variazioni in relazione agli eventuali intervalli di caduta della neve fresca, alle rispettive durate e alle condizioni meteorologiche di detti intervalli.



Il vento

L'azione del vento influisce profondamente sulla ripartizione e morfologia del manto nevoso, nonché sulla struttura dei cristalli di neve.

Tale effetto si estrinseca nell'azione di erosione della coltre di neve, di trasporto, di accumulo e di compressione degli strati superficiali. L'effetto del vento ha per conseguenza la formazione delle gonfie di neve e delle «cornici». Queste ultime si formano sul versante protetto dal vento di una cresta, là dove l'improvviso «taglio» del vento provoca una turbolenza che scava la coltre nevosa, determinando una riduzione della resistenza della neve (figura 2).



Sulla cresta il vento modella una cornice di neve che prosegue in avanti, a sbalzo, nella direzione del vento. Le cornici sono molto infide in quanto la loro rottura è molto imprevedibile.

In linea di massima una precipitazione nevosa sul versante esposto al vento è sempre di minor entità rispetto al versante sottovento.

Altro effetto significativo del vento è quello di alterare i cristalli di neve.

La conseguenza di quest'azione è la formazione di «*neve ventata*» con strati superficiali compatti a diverso grado di durezza (a volte il manto superficiale può essere talmente duro che si lascia appena incidere dagli spigoli degli sci, altre volte può presentarsi talmente fragile da non sopportare il peso di uno sciatore). Sebbene le valanghe possano verificarsi in assenza di vento, esse sono più frequenti in presenza di forti venti che spirano per più ore; infatti questi formano, come abbiamo visto, grandi depositi di neve sul lato sottovento di una cresta.

Si deduce pertanto che il vento è un fattore molto importante nella formazione delle valanghe; ciò va inteso nel senso che per un certo valore dell'intensità e

della durata del vento vi è una certa possibilità ad influenzare la formazione di valanghe.

Alcuni esperti americani del «Centro Studi Valanghe di Alta (Utah)» hanno rilevato che il vento incomincia ad influire sulla formazione delle valanghe quando spira con velocità superiori ai 20 km orari (10 nodi circa) e il pericolo di distacco di una valanga è massimo quando raggiunge i 40 km orari (pari a 22 nodi circa).

Oltre all'intensità del vento è indispensabile che chi è preposto a formulare una previsione tenga conto della durata del vento. Infatti, per avere effetti abbastanza rilevanti, il vento deve persistere per almeno 6-8 ore. Modesti effetti si possono avere per 2 ore di vento (durante e dopo la nevicata). Un vento di 20-22 nodi di intensità durato almeno 24 ore può produrre un pericolo locale di valanghe anche senza nuove precipitazioni per effetto di formazione di lastroni.

Considerata la frequenza con cui il vento spira nelle zone d'alta montagna (quasi sempre si ha la presenza di venti locali quali le brezze di monte e di valle), gli accumuli di piccola entità e le placche di neve compatta dovuti alla sua azione sono molto comuni e possono talvolta interessare interi pendii, che costituiscono così *zone di pericolosità latente* per coloro che intraprendono un'attività escursionistica.

La temperatura e la radiazione solare

Per quanto riguarda l'assorbimento e l'irradiazione di calore la neve si comporta in modo simile ad un corpo nero; infatti durante l'irraggiamento solare diretto essa assorbe completamente la radiazione infrarossa per irradiarla di notte verso il cielo (nelle notti serene, la neve si raffredda rapidamente a causa della perdita di calore per irraggiamento nello spazio). Vale la pena tener presente che solo il 50% della radiazione solare raggiunge i 10 cm di profondità ed appena il 10% penetra a 50 cm. Da ciò si deduce che la neve ha una scarsa conducibilità termica. Infine la massima variazione di temperatura la troviamo a 1 cm sotto la superficie del manto nevoso, poiché in questo strato laminare, si ha contemporaneamente il fenomeno dell'irradiazione e dell'evaporazione (come noto l'evaporazione comporta la perdita di calore e quindi un raffreddamento).

Per quanto riguarda le variazioni di temperatura possiamo affermare che:

- un aumento di temperatura, in pieno inverno, provoca un pericolo temporaneo iniziale di valanghe; se però all'aumento di temperatura segue un abbassamento della stessa il pericolo diminuisce;

-
- una diminuzione di temperatura (sempre in pieno inverno) provoca un aumento della compattezza della neve e un rallentamento del processo d'assottigliamento con la conseguenza di mantenere per molto tempo il pericolo già esistente;
 - in primavera, su strati di neve umida, il freddo diminuisce il pericolo di valanghe, mentre un rialzo di temperatura lo aumenta.

Il terreno

L'area interessata ad una valanga può essere suddivisa in:

- zona di rottura (punto o zona ove si verifica il distacco);
- zona di caduta (pendio lungo il quale scorre la valanga);
- zona di deposito (zona in cui la valanga rallenta il suo movimento sino a fermarsi).

Ai fini dell'apprezzamento del pericolo di valanghe è necessario tenere presenti i seguenti elementi del terreno: inclinazione, esposizione dei versanti, altitudine e vegetazione.

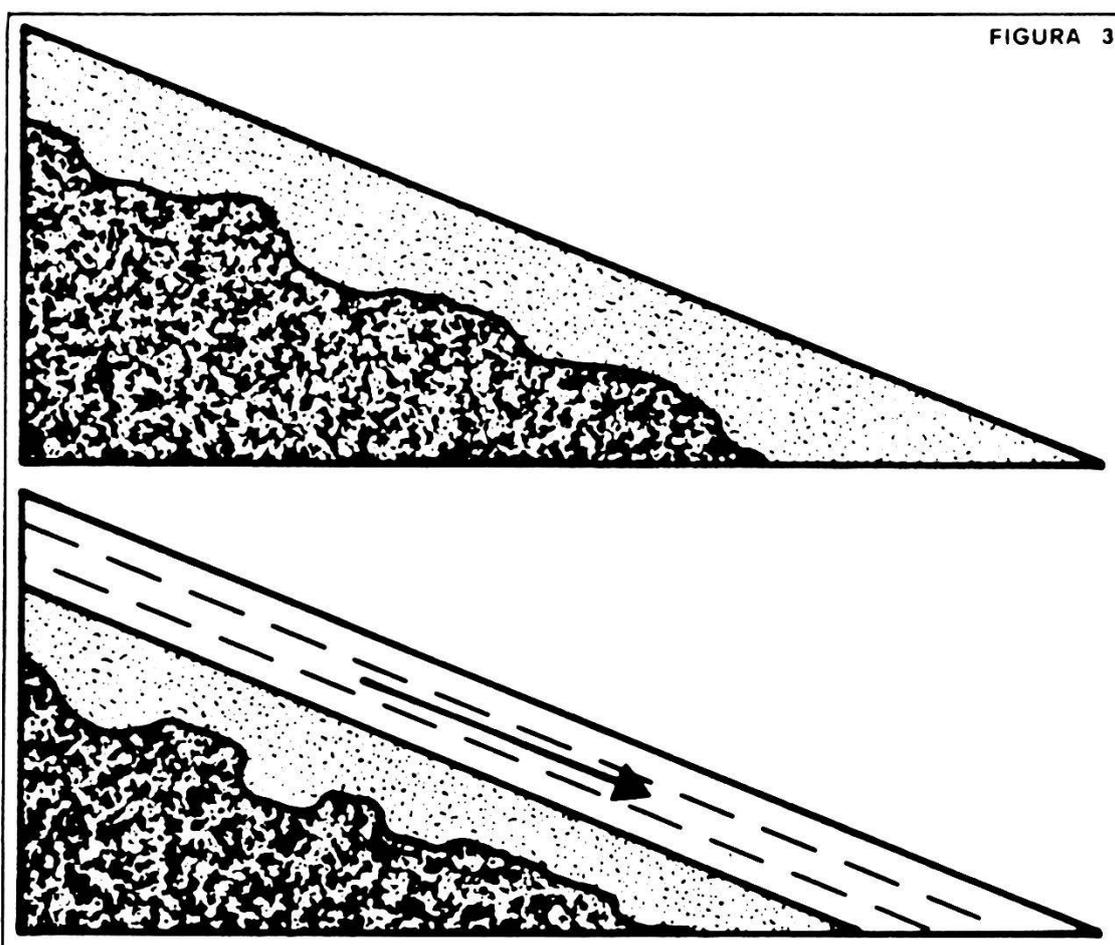
Inclinazione

Nessun pericolo di formazione di valanghe si ha su pendii d'inclinazione inferiore ai 17 gradi. Oltre questo limite l'indice di pericolosità aumenta nei seguenti termini:

- *da 17° a 25°* il pericolo di valanghe è limitato; in genere possono staccarsi valanghe di neve molto bagnata;
- *da 25° a 50°* la probabilità di caduta di valanghe è molto elevata; i pendii con tali inclinazioni possono mettere in movimento masse di neve molto ingenti: ciò può avvenire in quanto tali pendii consentono elevati accumuli di neve;
- *da 50° a 90°* il pericolo decade rapidamente per il fatto che, durante le neviccate, si producono frequentemente valanghe di neve soffice. Infatti pendii a così elevata inclinazione non permettono grossi accumuli di neve, ma favoriscono, invece, lo scarico per gravità della neve man mano che si deposita sul manto nevoso preesistente.

Particolarmente pericolosi sono i pendii uniformi e aperti; su un pendio solcato da profondi impluvi e gole le valanghe si incanalano, proseguendo il movimento sino al termine di essi.

Così pure un versante interrotto da frequenti terrazze o gradini può ritenersi sicuro finché la neve non livelli tali terrazze; allorquando la neve abbia colmato ogni depressione e livellato il pendio, le stesse diventano inefficaci ai fini della sicurezza (figura 3).



Terrazzamenti e gradoni trattengono la neve fintantoché non vengono livellati da altra neve.

In linea generale, si può affermare che, un pendio con terrazze, o con affioramenti di rocce oppure costituito da ammassamenti di pietre (accumuli di pietre di varia dimensione) è più sicuro di un pendio liscio e privo d'asperità.

Il pendio scabroso impedirà, quasi certamente, la formazione di valanghe di fondo, ma permetterà, comunque, il distacco di valanghe di superficie una volta che lo spessore della neve avrà livellato il pendio.

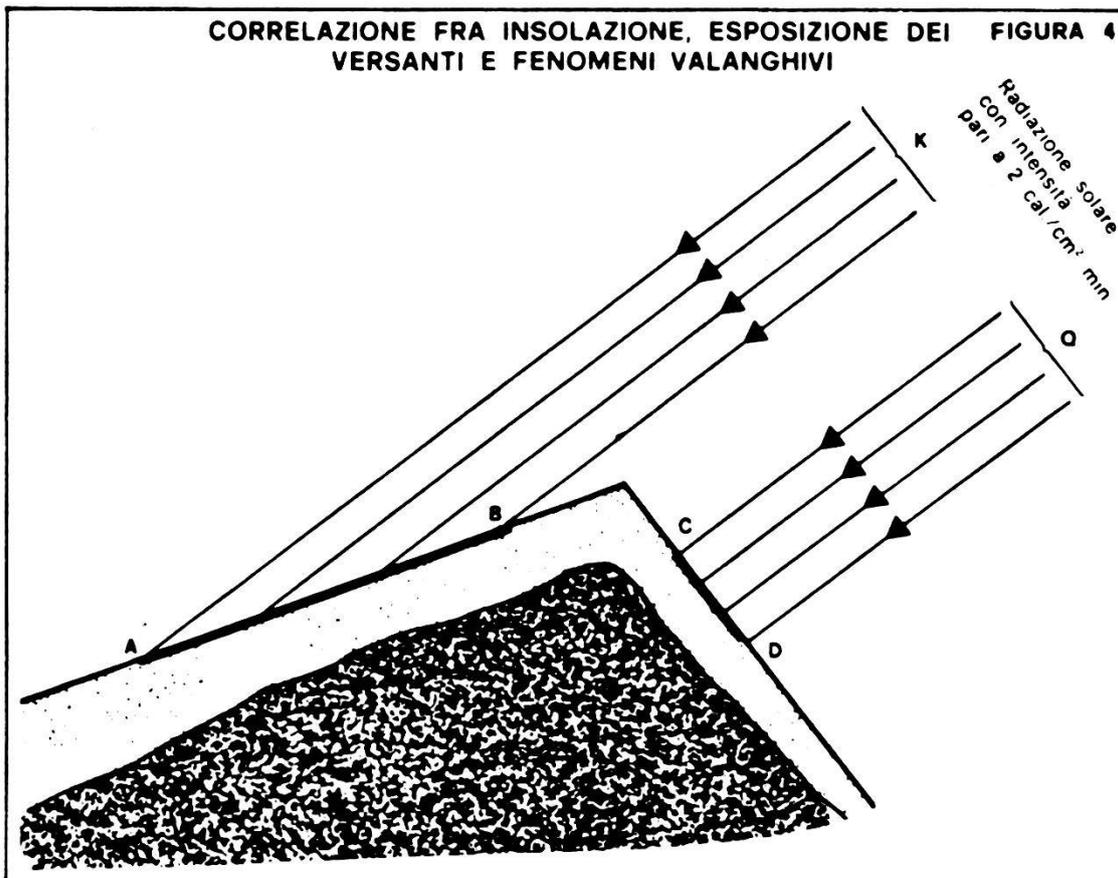
Esposizione dei versanti

Come abbiamo potuto osservare in precedenza, la diversa esposizione dei versanti è un fattore determinante ai fini della distribuzione della temperatura in montagna (figura 4).

Nel corso d'indagini è stato possibile stabilire una correlazione fra l'insolazione e i fenomeni valanghivi e determinare il rapporto esistente tra l'orientamento del pendio e la sua pericolosità.

Esaminiamo, a titolo d'esempio, i versanti orientati a *sud-ovest* e quelli esposti a *nord-est*.

I primi risultano soleggiati per quasi tutto il giorno e di conseguenza sono quelli che maggiormente risentono della variazione di temperatura (su una superficie



I fasci di radiazione K e Q, di eguale intensità e banda, colpendo la superficie terrestre con diversi angoli d'impatto, interessano superfici di diversa dimensione.

perpendicolare alla radiazione solare vengono irraggiate circa $2 \text{ cal./cm}^2 \text{ min.}$; questo valore è detto *costante solare*, e varia in relazione alla stagione e alla latitudine del luogo).

Un aumento della temperatura provoca innanzitutto una diminuzione della coesione della neve con aumento del pericolo di rottura, successivamente una riduzione delle tensioni locali (con l'aumento della plasticità) e infine un progressivo processo di consolidamento. Di conseguenza sui predetti versanti, dopo una nevicata, si avrà in un primo tempo un certo grado di pericolo che andrà riducendosi nei giorni seguenti (dopo 3 o 4 giorni dalla nevicata). Inoltre sui versanti di mezzogiorno si avrà una diminuzione sensibile della massa nevosa per sublimazione della neve e la scomparsa, durante l'arco diurno, della brina formatasi durante la notte.

I pendii orientati a *nord-est* sono quelli che in inverno rimangono prevalentemente in ombra per periodi di tempo molto lunghi con la conseguenza di avere una temperatura costantemente più bassa di quella esistente sui versanti esposti a mezzogiorno.

Sarà importante tener presente che la neve di tali versanti avrà caratteristiche molto diverse dai pendii soleggiati in quanto:

- la temperatura della massa nevosa sarà sempre molto bassa;
- all'interno della coltre nevosa sarà sempre presente la brina di profondità;
- le notti serene favoriranno la formazione di notevoli strati di brina superficiale che persisteranno anche durante il giorno a causa della scarsa insolazione.

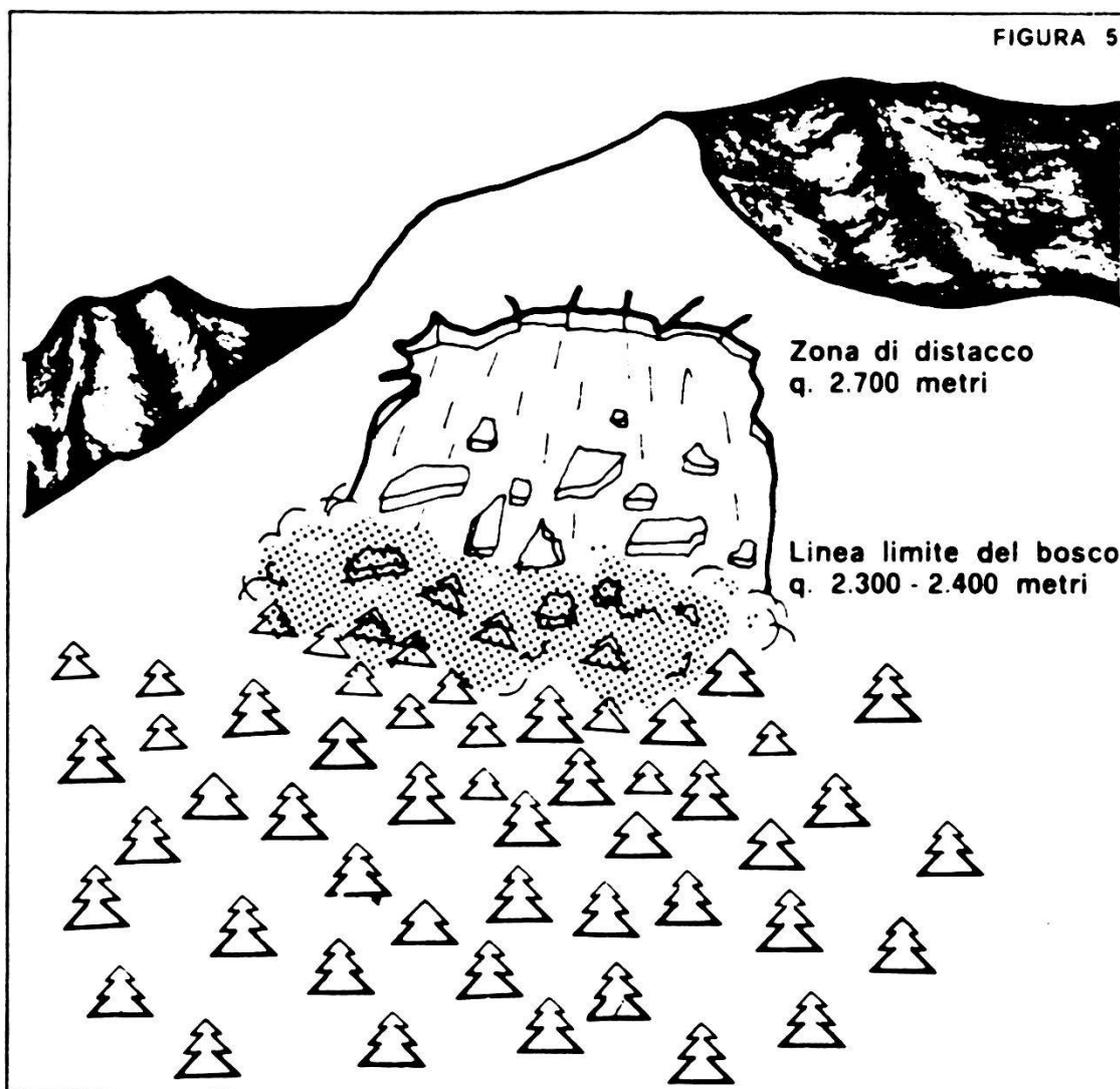
Possiamo affermare, pertanto, che sui versanti di nord-est il pericolo sarà costante e persistente nel tempo e andrà man mano accentuandosi con la caduta di neve fresca che andrà a deporsi, quasi certamente, sugli strati di brina superficiali.

Altitudine

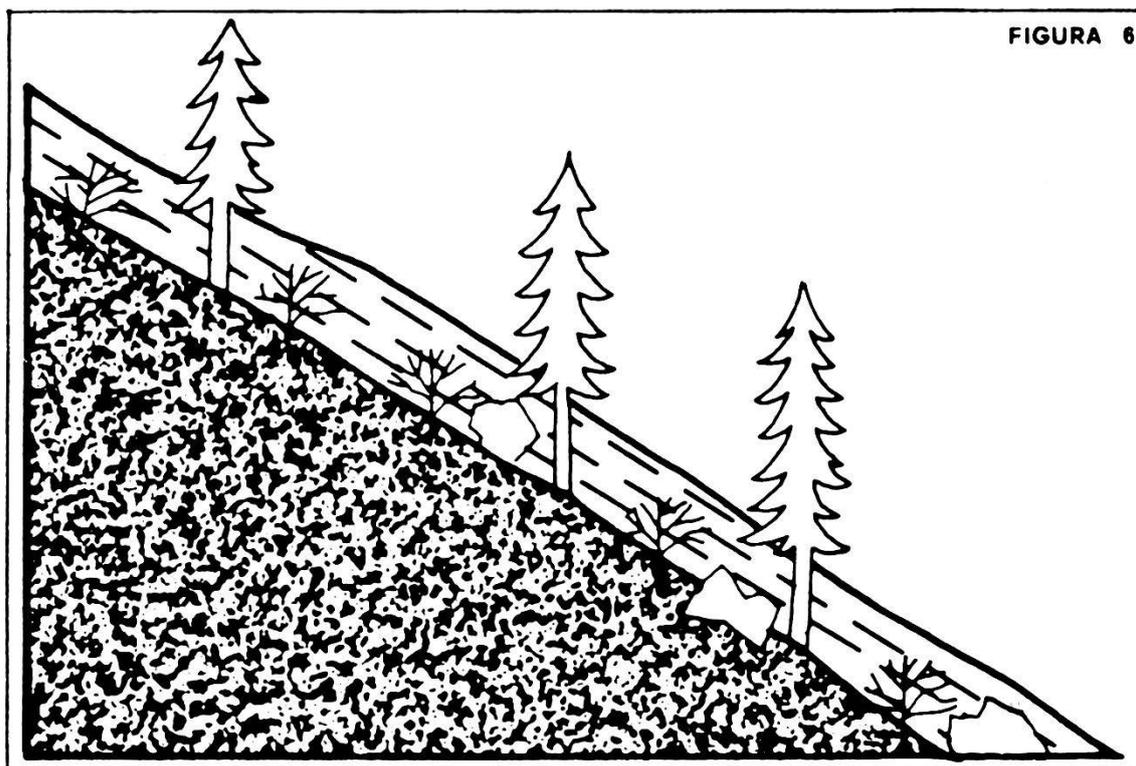
In merito all'altitudine possiamo dire che sulle Alpi le valanghe si staccano con maggior frequenza entro la fascia fra i 2.000 e 3.000 metri ad eccezione delle Alpi Orientali, meno elevate ma più esposte all'influsso delle perturbazioni calde e umide provenienti dai quadranti meridionali, ove le stesse hanno origine verso i 1500 metri.

La vegetazione

Rilevante importanza ha il ruolo della vegetazione nella difesa delle valanghe. Pendii ricoperti d'alberi d'alto fusto (abeti, larici, pini), specialmente se fitti, trattengono quelle valanghe la cui zona di distacco coincide con la linea limite del bosco.



Gli alberi forniscono una buona protezione dalle valanghe quando crescono fitti in corrispondenza di una zona di distacco di valanghe.



Finché le cime degli arbusti emergono dalla coltre nevosa, il pericolo di valanghe è limitato.

Allorquando lo stacco avviene 300-400 metri oltre il margine del bosco, quasi sempre la valanga penetra all'interno del bosco stesso sradicando tutto quello che trova lungo il suo passaggio (figura 5).

Versanti ricoperti da vegetazione bassa (mughi, ontani, rododendri, ecc.) favoriscono l'insorgere di tensioni locali e la metamorfosi costruttiva, agevolando i moti convettivi dell'aria negli strati del manto nevoso; si originano, in tale modo, strati di neve a debole coesione e molto scorrevoli.

Finché le sommità delle frontiere emergono dalla coltre nevosa il pericolo di valanghe è limitato (figura 6). Pendii erbosi e senza asperità hanno un alto grado di pericolosità, soprattutto per valanghe di fondo di neve bagnata.

Le forze armate al servizio del paese

Si ritiene opportuno dare un particolare cenno all'importante e validissimo contributo fornito dal «Servizio informazioni valanghe» (Meteomont) istituito dal

«Comando 4° Corpo d'Armata Alpino» e dal «Centro Meteorologico di Milano Linate» dell'Aeronautica Militare con la preziosa collaborazione delle Regioni Alpine, del «Club Alpino Italiano», del Corpo Forestale dello Stato, dei Carabinieri, della Guardia di Finanza, nonché dell'Enel. Il Meteomont ha come finalità primaria la salvaguardia e la protezione della vita non solo dei militari che operano sulle Alpi, ma quella di tutti gli alpinisti, gli operatori turistici, i valligiani, mediante la diffusione giornaliera, da dicembre ad aprile, di un «Bollettino informazioni valanghe» che informa sui fenomeni che si svolgono nell'atmosfera, sulle condizioni della neve con particolare riguardo alle previsioni del pericolo di valanghe.

Inoltre ogni venerdì alle 13.30 la televisione nazionale, rete TG1, con la collaborazione del centro meteorologico Milano-Linate e del Comando 4° Corpo d'Armata Alpino, diffonde una trasmissione dedicata alla situazione generale delle valanghe, alle condizioni dell'innevamento, al tempo e all'eventuale pericolo di valanghe specificando, quanto possibile, l'ampiezza del fenomeno e la localizzazione.

Sembra doveroso puntualizzare inoltre, la preziosa e umanitaria opera svolta dalle Squadre di Soccorso delle unità del 4° Corpo d'Armata Alpino e in particolare del 4° Raggruppamento Aviazione Leggera dell'Esercito «Altair» che con ogni condizione di tempo, e spesso, al limite delle prestazioni, si prodigano in difficili operazioni di soccorso in stretta collaborazione ed in perfetto affiatamento con gli altri Corpi Armati dello Stato e con il Corpo Nazionale di Soccorso del CAI, alla ricerca e salvataggio delle persone travolte dalle valanghe.

A tale proposito è stato istituito già da parecchi anni presso gli aeroporti di Bolzano, Belluno, Udine-Campofornido, Venaria Reale e Aosta un servizio di soccorso a favore degli infortunati della montagna, siano essi militari o civili. Per questa esigenza, ogni giorno dall'alba al tramonto, è pronto a partire su allarme, da ciascun aerocampo, un elicottero medio EM-206 adeguatamente attrezzato e con a bordo un ufficiale medico per prestare le prime cure agli infortunati.

L'attività di soccorso che si compie ogni qualvolta si presenta la necessità, con spirito d'altruismo, coscienza del rischio ed abnegazione, è un vero e proprio servizio di pubblica utilità a favore delle popolazioni valligiane, dei cittadini alle armi e di tutti coloro, alpinisti e operatori, che subiscono incidenti in qualsiasi parte del territorio nazionale.

Senza entrare nel dettaglio, si ricorda che l'intervento delle Forze Armate non si limita solo al soccorso di persone travolte dalle valanghe, ma è proiettato anche

verso quelle popolazioni colpite da grandi calamità naturali come per esempio nel Vajont, a Firenze, nel Belice, nel Friuli e, recentemente, durante il sisma dell'Irpinia, dove lo slancio e l'abnegazione dei militari a tutti i livelli sono stati altissimi, e il loro intervento determinante ai fini del soccorso alle popolazioni colpite dal catastrofico terremoto.

(da «Rivista Militare» no. 6, novembre-dicembre 1981)

Bibliografia

- C. CAPELLO: «Le ricerche sulle valanghe in Italia», Università di Torino, 1968.
MARIO PINNA: «L'atmosfera e il clima», edizioni UTET, 1978.
C. FRASER: «L'enigma delle valanghe», Edizione Zanichelli, 1970.
F. M. VIVONA: «Considerazioni preliminari per uno studio sistematico del fenomeno delle valanghe», pubblicazione IFA-CP, n. 218, Roma, 1970.
GIORGIO ZANON: «Considerazioni sulle valanghe», Università di Padova.
O. G. SUTTON: «La Nuova Meteorologia», Edizioni Scientifiche e Tecniche Mondadori, 1973.
SERGIO BORGHI: «Appunti di Meteorologia generale e sinottica», Linate, 1974.
RIVISTA N. 11: «Neige et avalanches», juin 1975, edito dall'A.N.E.N.A., Grenoble.