



**CONVENZIONE TRA
LA PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI – DIPARTIMENTO PER LA PROTEZIONE
CIVILE
E
L'ASSOCIAZIONE INTERREGIONALE DI COORDINAMENTO PER I PROBLEMI INERENTI
ALLA NEVE E ALLE VALANGHE. (AINEVA)**

SECONDO ANNO DI ATTIVITA'.

ALLEGATI AL "DOCUMENTO D":

**INDIRIZZI METODOLOGICI PER LE STRUTTURE DI PROTEZIONE CIVILE DEPUTATE ALLA
PREVISIONE, AL MONITORAGGIO E ALLA SORVEGLIANZA IN CAMPO VALANGHIVO
NELL'AMBITO DEL SISTEMA NAZIONALE DEI CENTRI FUNZIONALI**



**A cura di:
arch. Giorgio Tecilla
Responsabile tecnico di Aineva**

Trento, settembre 2007



SOMMARIO

ALLEGATO A. CRITERI PER L'INTERPRETAZIONE DEL BOLLETTINO DELLE VALANGHE.	3
A.1 <i>Grado di pericolo.</i>	3
A.2 <i>Titolo principale del Bollettino Valanghe.</i>	6
A.3 <i>Descrizione del pericolo.</i>	6
A.4 <i>Informazioni aggiuntive.</i>	15
A.5 <i>Tendenza del pericolo.</i>	20
ALLEGATO B. RACCOLTA E ANALISI DEI DATI NIVOMETEOROLOGICI LOCALI.	23
B.1 <i>Il sistema locale di raccolta dei dati nivometeorologici.</i>	23
B.2 <i>Modalità di analisi e valutazione della stabilità del manto nevoso.</i>	27
ALLEGATO C. ELENCO INDICATIVO DI BENI IMMOBILI VUNERABILI.	41

Allegato A. Criteri per l'interpretazione del Bollettino delle Valanghe.

Estratto dal Manuale tecnico per le Commissioni Locali Valanghe della Provincia autonoma di Trento redatto da Aineva per conto della Provincia Autonoma di Trento. A cura di G. Tecilla e G. Poliandri; contributi specialistici di M. Barbolini e A. Cagnati. Sezione D:2.2

Un Bollettino Valanghe contiene un grande numero di informazioni, disposte secondo uno schema logico che ne definisce il layout. Siccome questo schema logico può subire modifiche nel tempo suggerite da esigenze diverse, nei paragrafi che seguono verranno esaminate le diverse tipologie di informazioni, indipendentemente dalla loro attuale rappresentazione. Tuttavia, per facilità di esposizione, verrà fatta una disamina partendo dalle informazioni più semplici o immediate (dal punto di vista dell'utente) per andare verso quelle più complesse che richiedono maggiore capacità interpretativa.

A.1 Grado di pericolo.

Nei Bollettini Valanghe il grado di pericolo viene espresso secondo la Scala europea del pericolo di valanghe adottata da tutti i Servizi di Previsione Valanghe europei a partire dal 1993.

La scala si compone di 5 gradi (con valori crescenti di pericolo da 1 a 5) cui corrispondono altrettante situazioni valanghive.

Lo stato attuale delle conoscenze nel campo della previsione valanghe consente una regionalizzazione del pericolo per cui il grado viene generalmente espresso come valore numerico, o con il colore corrispondente, su una base geografica (vedi Fig. 1).



Figura 1. Pericolo di valanghe regionalizzato sul territorio montano della Provincia Autonoma di Trento. (situazione del 28 febbraio 2005).

Il grado di pericolo è una informazione di sintesi che dà un'idea della situazione generale ma non risponde ad alcune domande fondamentali quali: "che tipo di valanghe devo aspettarmi? Dove è localizzato il pericolo?".

Il contenuto informativo in realtà è variabile con i gradi. Per i gradi estremi (1 e 5) le situazioni sono abbastanza ben definite dal grado stesso, mentre ciò non avviene con i

gradi intermedi (2, 3 e 4) dove lo stesso grado può essere rappresentativo di situazioni valanghive anche molto diverse.

Questo comporta che mentre per il grado 1 e 5 le informazioni supplementari sulla descrizione del pericolo non sono strettamente indispensabili per i gradi 2, 3 e 4 diventano basilari.

Oltre alla definizione e al numero corrispondente (1-debole, 2-moderato, 3-marcato, 4-forte, 5-molto forte) la scala di pericolo è definita da due elementi principali che sono:

- la stabilità del manto nevoso (distribuzione dei luoghi pericolosi);
- la probabilità di distacco di valanghe (distacchi spontanei e distacchi provocati).

In Tabella 1 è riportata la versione della scala per la stagione invernale 2005-2006.

	<u>Scala del pericolo</u>	<u>Stabilità del manto nevoso</u>	<u>Probabilità di distacco di valanghe</u>
1	debole	Il manto nevoso è in generale ben consolidato oppure a debole coesione e senza tensioni.	Il distacco è generalmente possibile solo con forte sovraccarico ** su pochissimi punti sul terreno ripido estremo. Sono possibili solo scaricamenti e piccole valanghe spontanee.
2	moderato	Il manto nevoso è moderatamente consolidato su alcuni pendii ripidi*, per il resto è ben consolidato.	Il distacco è possibile soprattutto con un forte sovraccarico ** soprattutto sui pendii ripidi indicati. Non sono da aspettarsi grandi valanghe spontanee.
3	marcato	Il manto nevoso presenta un consolidamento, da moderato a debole, su molti pendii ripidi*	Il distacco è possibile con un debole sovraccarico ** soprattutto sui pendii ripidi indicati. In alcune situazioni sono possibili valanghe spontanee di media grandezza e, in singoli, casi anche grandi valanghe.
4	forte	Il manto nevoso è debolmente consolidato sulla maggior parte dei pendii ripidi*	Il distacco è probabile già con debole sovraccarico ** su molti pendii ripidi. In alcune situazioni sono da aspettarsi molte valanghe spontanee di media grandezza e, talvolta, anche grandi valanghe.
5	molto forte	Il manto nevoso è in generale debolmente consolidato e per lo più instabile.	Sono da aspettarsi molte grandi valanghe spontanee, anche su terreno moderatamente ripido.

**)	forte (ad es. gruppo compatto di sciatori, mezzo battipista, uso di esplosivo escursionista senza sci) / debole (ad. es. singolo sciatore,)
*)	Nel Bollettino Valanghe vengono generalmente descritti in modo più dettagliato (quote, esposizione, forma del terreno). → Pendio poco ripido: pendio con inclinazione inferiore a 30° → Pendio ripido: pendio con inclinazione superiore a 30° → Terreno ripido estremo: pendii con caratteristiche sfavorevoli per quel che concerne l'inclinazione (in gran parte con inclinazione superiore a ca. 40 °), la forma del terreno, la vicinanza alle creste e la rugosità del suolo.
Spontaneo	senza l'intervento dell'uomo
Esposizione	punto cardinale, verso il quale è rivolto un pendio
Esposto	in questo caso significa: particolarmente esposto al pericolo

Tabella 1. Scala del pericolo di valanghe.



Un ausilio alla corretta interpretazione della scala di pericolo è fornito dalla cosiddetta Matrice Bavarese dove stabilità del manto nevoso e probabilità di distacco di valanghe costituiscono le due chiavi di entrata di una doppia matrice bidimensionale nella quale ad ogni combinazione plausibile corrisponde un determinato grado di pericolo (vedi Tabella D.2).

La matrice è doppia in quanto una sezione (quella di sinistra) è dedicata ai distacchi provocati mentre l'altra sezione (quella di destra) è dedicata ai distacchi spontanei. La matrice, oltre a costituire un valido ausilio nella fase previsionale può essere utilizzata anche a livello di utenti primari per una miglior comprensione della situazione valanghiva descritta nel bollettino.

Lawinerwarnzentrale		Probabilità di distacco valanghe							
	Generalmente solo con forte sovraccarico	Particolarmente con forte sovraccarico (possibile anche con debole sovraccarico)	Già con debole sovraccarico POSSIBILE	Con debole sovraccarico PROBABILE	or	Distacchi spontanei di piccole valanghe POSSIBILE	Distacchi spontanei di valanghe di medie dimensioni e in alcuni casi di grandi dimensioni POSSIBILE	Distacchi spontanei di molte valanghe di medie dimensioni e in diversi casi di grandi dimensioni PROBABILE	Distacchi spontanei di molte valanghe di grandi dimensioni PROBABILE
	Distribuzione dei luoghi pericolosi	Pochissimi luoghi pericolosi (specificabili nel bollettino valanghe*)	1	2	2	2	1	2	
Luoghi pericolosi su alcuni pendii ripidi (specificabili nel bollettino valanghe*)		2	2	3	3	2	3	3	
Luoghi pericolosi su molti pendii ripidi (specificabili nel bollettino valanghe*)		2	2	3	4	2	3	4	4
Luoghi pericolosi sulla maggior parte dei pendii ripidi **		2	3	4	4	3	4	4	5
Luoghi pericolosi anche su pendii moderatamente ripidi					5		4	5	5
*) Specificabili in relazione alla quota, esposizione, rilievo (morfologia)									
**) I luoghi pericolosi sono troppo numerosi o troppo diffusamente distribuiti per essere specificabili in relazione alla quota, esposizione e al rilievo									
Auxiliary matrix for the avalanche report									
20/06/2005									
Ricorda: Questa Matrice è stata adottata come uno strumento di lavoro dai Servizi Valanghe Europei (Davos, 2005) Le celle in bianco, non sono ancora state discusse in modo definitivo									

Tabella.2. Matrice bavarese

A.2 Titolo principale del Bollettino Valanghe.

Il titolo principale in un Bollettino Valanghe è una breve frase attraverso la quale viene espresso in forma sintetica e riassuntiva il pericolo di valanghe regionale.

Siccome le situazioni possono variare per aree diverse, normalmente il titolo si riferisce alla situazione più rappresentativa o a quella più critica.

Il titolo contiene generalmente un'indicazione sul grado di pericolo (espresso mediante l'aggettivo corrispondente), sul tipo di valanghe e sulla localizzazione del pericolo. Possono essere usate espressioni del tipo:

Forte pericolo generalizzato di valanghe spontanee di grandi dimensioni

oppure.....

Moderato pericolo di distacchi provocati di piccole e medie valanghe oltre i 2000 m di quota sui pendii esposti ai quadranti settentrionali

oppure.....

Il pericolo di valanghe è in generale debole e limitato ai pendii estremi oltre i 2500 m

Il titolo principale del Bollettino Valanghe mira a raggiungere, con una informazione minimale, l'utenza più distratta e meno propensa ad approfondire le questioni tecniche e a cogliere le diverse sfumature di un bollettino.

Per le Commissioni valanghe questa è una informazione di scarsa utilità anche perché riguarda tutto il territorio e non viene regionalizzata.

Il titolo del bollettino può essere espresso anche in forma grafica utilizzando una appropriata simbologia. Allo stato attuale non esistono tuttavia simboli standard condivisi a livello nazionale o internazionale.

A.3 Descrizione del pericolo.

Gli attuali metodi di previsione del pericolo di valanghe, basati sia sul metodo convenzionale sia sui modelli, non consentono di prevedere il distacco di singole valanghe ma consentono di definire una situazione valanghiva (attuale o prevista) per aree climatiche omogenee descritta da una serie di parametri che sono:

- tipologia di valanghe (cause del distacco, dimensioni delle valanghe, frequenza);
- numero dei luoghi pericolosi;
- localizzazione del pericolo (quota, esposizione, conformazione del terreno).

Alcune di queste informazioni sono numeriche mentre altre sono qualitative e descritte con degli aggettivi cui non corrisponde un valore numerico ma delle definizioni o



semplici concetti intuitivi. Queste informazioni possono essere contenute in diverse sezioni del Bollettino Valanghe, possono essere espresse in forma numerica, testuale o grafica, tuttavia un Bollettino completo dovrebbe contenerle tutte.

In alcuni casi si può omettere qualche dato o perché già compreso in altri o perché non determinerebbe alcun valore aggiunto all'informazione. Così, ad esempio, quando si descrive una situazione caratterizzata da grado di pericolo 5 si omettono in genere le informazioni sui distacchi provocati in quanto è evidente che in una situazione caratterizzata da molti distacchi spontanei di valanghe di grandi dimensioni a maggior ragione si possano avere distacchi provocati.

Un esempio di descrizione completa del pericolo di valanghe potrebbe essere del tipo:

.....Sono possibili distacchi provocati di molte medie valanghe a lastroni già con debole sovraccarico su alcuni pendii ripidi; il pericolo è localizzato alle quote elevate, sui pendii molto ripidi in prossimità di creste esposti ai quadranti settentrionali.....

Quando si descrive una situazione valanghiva, in relazione al verificarsi della stessa, normalmente si usano i termini probabilità e possibilità con il seguente significato:

- *evento probabile*: che ha più del 50% di probabilità di verificarsi (dove la probabilità esprime il rapporto fra il numero di casi favorevoli e il numero di casi possibili)
- *evento possibile*: che ha meno del 50% di probabilità di verificarsi.

Tipologia di valanghe.

Nei Bollettini Valanghe la tipologia di valanghe è espressa secondo i seguenti parametri:

1. causa del distacco;
2. dimensioni delle valanghe;
3. frequenza (numero) delle valanghe.

Nella scala europea del pericolo di valanghe, questi parametri sono combinati in modo diverso per cui ciascun grado di pericolo (con l'eccezione del grado 1) può essere rappresentativo di diverse tipologie.

1. Causa del distacco.

Secondo la distinzione classica basata sulla presenza o meno di un sovraccarico esterno al manto nevoso, la causa del distacco viene distinta nelle seguenti due tipologie: distacco provocato e distacco spontaneo.

- Per distacco provocato si intende il distacco di valanghe causato da carichi supplementari sul manto nevoso (per esempio: le onde d'urto in caso di esplosione, passaggio di macchine, di persone, etc.).
- Per distacco spontaneo si intende invece il distacco valanghe che avviene senza influenza esterna sul manto nevoso.

Siccome l'effetto dipende dall'entità del sovraccarico definito come la *Forza che si esercita sul manto nevoso attraverso la sua superficie*, si fa riferimento alle seguenti due tipologie:

- debole sovraccarico: snowboarder che effettua curve dolci, sciatore o snowboarder che non cade, gruppo che rispetta le distanze di sicurezza (minimo 10 m), escursionista con racchette da neve;
- forte sovraccarico: due o più sciatori o snowboarder che non rispettano le distanze di sicurezza, mezzo battipista, esplosione, escursionista a piedi.

E' necessario tenere presente che detta distinzione non si basa su misure fisiche ma su un concetto didattico basato sulla necessità di evidenziare adeguatamente l'effetto di un sovraccarico elevato sul manto nevoso.

Quando nei Bollettini Valanghe si usa la dicitura *.....Il distacco è possibile già (o anche) con debole sovraccarico.....* significa che, a maggior ragione, è possibile con forte sovraccarico.

2. Dimensioni delle valanghe.

Si tratta di un concetto di fondamentale importanza soprattutto per i distacchi spontanei in quanto dalle dimensioni delle valanghe dipendono gli effetti sulle persone e sulle infrastrutture.

Nei Bollettini Valanghe viene utilizzata una classificazione in base alla lunghezza, al volume e ai danni potenziali, secondo la seguente Tabella 3:

Tipo	Deposito	Danni potenziali	Dimensioni
Scaricamento	Deposito di neve a debole coesione senza pericolo immediato di travolgimento (pericolo di caduta senza possibilità di fermarsi)	Relativamente poco pericolosa per le persone	Lunghezza < 50 m Volume < 100 m ³
Valanga piccola	Si ferma su un pendio ripido (con inclinazione maggiore di 30°)	Può seppellire, ferire o uccidere una persona	Lunghezza < 100 m Volume < 1.000 m ³
Valanga media	Su un pendio ripido (più di 30°) raggiunge il fondo del pendio	Può seppellire e distruggere una automobile, danneggiare un camion, distruggere una piccola casa o piegare alcuni alberi	Lunghezza < 1000 m Volume < 10.000 m ³
Valanga grande	Percorre i terreni a ridotta inclinazione (nettamente inferiori a 30°) per una di-	Può seppellire e distruggere il vagone di un treno, un automezzo di grandi	Lunghezza > 1.000 m Volume > 10.000 m ³

Tratto da:

	stanza superiore a 50 m e può raggiungere il fondovalle	dimensioni, vari edifici o una parte di un bosco	
--	---	--	--

Tabella 3. *Classificazione delle valanghe in base alle dimensioni.*

Nella scala europea del pericolo di valanghe le dimensioni delle valanghe non sono rappresentate univocamente da ciascun grado (tranne per il grado 1) ma tipologie diverse di valanghe possono esprimere gradi diversi secondo la seguente casistica:

- | | |
|--------------------|----------------|
| • Scaricamenti | grado 1 |
| • Piccole valanghe | grado 2 o 3 |
| • Medie valanghe | grado 2, 3 o 4 |
| • Grandi valanghe | grado 3, 4 o 5 |

Di conseguenza, la sola indicazione delle dimensioni delle valanghe non è esaustiva per descrivere compiutamente una situazione valanghiva ma è necessario fornire anche un'indicazione di frequenza.

3. Numero di valanghe.

L'indicazione sulla frequenza, definita come *il numero ipotetico di valanghe per unità di superficie*, viene espresso secondo la seguente casistica:

- Poche, sporadiche valanghe
- Alcune valanghe
- Molte valanghe

Nonostante siano stati fatti dei tentativi per associare all'informazione qualitativa un valore numerico oggettivo, allo stato attuale non esiste ancora un accordo a livello europeo in quanto mancano dati sperimentali a riguardo e le realtà territoriali sono molto diverse da una regione all'altra.

L'individuazione completa della tipologia (o delle tipologie) di valanghe previste viene pertanto indicata nei Bollettini Valanghe con una combinazione dei tre fattori sopra descritti con espressioni del tipo:

.....Sono possibili distacchi spontanei di molte piccole valanghe.....

.....Sono probabili distacchi provocati di alcune medie valanghe anche con debole sovraccarico.....

Numero di luoghi pericolosi.

Una volta individuate le tipologie di valanghe che caratterizzano una determinata situazione valanghiva, occorre dare un'indicazione della distribuzione e localizzazione sul territorio dei pendii potenzialmente pericolosi. Per quanto riguarda il numero di luoghi pericolosi, si fa riferimento alla seguente casistica, tenendo conto che in questa accezione luogo è sinonimo di pendio:

Numero di luoghi pericolosi	Quantità percentuale
Singoli / isolati	meno del 10% dei pendii
Alcuni	10-30% dei pendii
Molti	più del 30% dei pendii
moltissimi (maggior parte dei pendii...)	più del 66% (2 / 3) dei pendii

In alcuni casi l'indicazione dei luoghi pericolosi può essere ulteriormente specificata con una caratterizzazione qualitativa che tiene conto della particolare esposizione alla radiazione solare o al vento.

Rispetto alla radiazione solare le situazioni comunemente individuate sono le seguenti:

Tipo di pendio	Definizione	Spiegazione più dettagliata
Pendio in ombra, versante all'ombra	Zona che risente solo marginalmente, o non risente affatto, della radiazione solare.	In pieno inverno, quando il sole è basso sull'orizzonte, le zone in ombra sono più numerose che in primavera, quando il sole si alza sempre più al di sopra dell'orizzonte. A seconda dell'ombra prodotta dall'orizzonte locale, le zone d'ombra possono trovarsi a tutte le esposizioni e non solo sui pendii settentrionali.
Pendio soleggiato, esposto al sole	Zona molto influenzata dalla radiazione solare. I pendii tipicamente soleggiati presentano esposizioni che vanno da est a ovest passando per il sud, in relazione al momento della giornata (posizione del sole).	Queste zone sono meno estese in pieno inverno, quando il sole è basso, rispetto alla primavera, quando il sole è più alto sull'orizzonte.

Rispetto all'azione di erosione, trasporto ed accumulo del vento si utilizza la seguente casistica:

- pendio sopravento (o pendio esposto al vento): pendio direttamente esposto all'azione del vento, rivolto verso la direzione da cui il vento spira, e dove la forza dello stesso è tale, nella maggior parte dei casi, da erodere/trasportare la neve;
- pendio sottovento (o pendio al riparo dal vento): pendio riparato rispetto all'azione diretta del vento, e su cui la neve ventata si deposita formando i lastroni.

Localizzazione del pericolo.

Nei Bollettini Valanghe la localizzazione del pericolo di valanghe viene generalmente espressa attraverso i seguenti parametri:

1. quota (o fascia altitudinale);
2. esposizione;



3. conformazione del terreno.

Siccome esiste una variabilità spazio-temporale della localizzazione del pericolo, analogamente al grado di pericolo anche questa informazione dovrebbe essere regionalizzata nei Bollettini Valanghe.

Se questo non avviene per mancanza di spazio, generalmente si fa riferimento alla *situazione più critica*.

1. Quota (o fascia altitudinale).

Il concetto di quota è utilizzato nei Bollettini Valanghe per definire un limite altitudinale espresso in m. s.l.m. oltre il quale, o al di sotto del quale, può manifestarsi una determinata situazione valanghiva. Siccome il pericolo di valanghe non è mai puntuale, ma interessa un'area più o meno vasta, nei Bollettini Valanghe viene però più spesso utilizzato il concetto di fasce altitudinali definite come *Fasce ubicate a quota paragonabile, definite in funzione della loro distanza verticale dal livello del mare (con una precisione di ± 100 m di quota) nel seguente modo:*

- alta quota: da 2000 a 3000 m. s.l.m.
- media quota: da 1000 a 2000 m. s.l.m.
- bassa quota: al di sotto di 1000 m. s.l.m.

A queste vanno ad aggiungersi le zone a quota molto alta definite come *Zone situate al di sopra dei 3000 m s.l.m.; vi si trovano in particolare gli ambienti glaciali*.

Ciascuna delle fasce altitudinali sopra definite presenta delle peculiarità proprie in relazione ai fenomeni valanghivi, riassunte nella seguente Tabella 4.

DEFINIZIONE	RANGE ALTIMETRICO	CARATTERISTICHE
Quota molto alta	> 3000 m	Per il settore orientale delle Alpi sono aree marginali limitate alle parti sommatali delle cime più alte; in ogni caso, come conformazione del terreno, presentano le stesse caratteristiche delle zone di alta quota.
Alta quota	2000-3000 m	Vi ricadono le zone ubicate dal limite superiore della vegetazione forestale fino alle cime più alte. Spesso sono caratterizzate da pendii uniformi, inclinazioni elevate e scarsa rugosità del suolo (pendii erbosi, ghiaioni, roccia nuda) che le rendono quindi particolarmente adatte al distacco di valanghe. In questa zona ricadono la maggior parte dei pendii valanghivi
Media quota	1000-2000 m	In questa fascia altimetrica possono ricadere aree di fondovalle con insediamenti e vie di comunicazione importanti oppure zone caratterizzate da vegetazione forestale spesso attraversate dai percorsi delle valanghe; essendo gran parte della superficie occupata da vegetazione forestale, le aree valanghe sono in genere localizzate e limitate ai percorsi e alle zone di accumulo delle valanghe; verso il limite superiore della vegetazione fo-

Tratto da:

		restale, dove le piante si fanno più rade, vi sono vaste aree favorevoli al distacco di valanghe. Vi si trovano spesso le zone di accumulo di valanghe di grandi dimensioni. Nelle zone prealpine ricadono in questa fascia la maggior parte delle zone di distacco su ripidi pendii erbosi.
Bassa quota	< 1000 m s.l.m.	Si tratta delle zone di fondovalle dove sono ubicati i maggiori insediamenti e vie di comunicazione di notevole rilevanza che consentono l'accesso alle principali località turistiche. Vi si trovano talvolta zone di accumulo di valanghe di grandi dimensioni.

Tabella 4. *Classificazione delle valanghe in base alle dimensioni. La classificazione è valida con riferimento al settore orientale delle Alpi.*

Alcune espressioni comunemente usate nei Bollettini Valanghe:

....Sopra il limite del bosco....

Si tratta di un limite altimetrico definito con una precisione di ± 100 m fino al quale il bosco stesso può avere ancora una funzione di protezione efficace contro le valanghe. Nelle Alpi orientali il limite del bosco è ubicato normalmente tra i 1800-1900 m di quota, quindi comprende le zone di alta quota e parte delle zone di media quota. Normalmente questa espressione viene utilizzata quando si ravvisa un effetto preminente del bosco nel determinare le condizioni di stabilità del manto nevoso.

....A tutte le quote....

Con questa dicitura si comprendono tutte le fasce altimetriche e quindi in questo caso il pericolo è generalizzato e presente indistintamente a tutte le quote.

2. Esposizione.

Il concetto di esposizione viene utilizzato per definire un orientamento prevalente che caratterizza i pendii critici. Per esposizione si intende: *Il punto cardinale verso il quale è rivolto un pendio (per esempio un pendio esposto a nord è rivolto verso nord).*

Anche in questo caso, non essendo il pericolo localizzato, vengono spesso utilizzate delle classi di esposizione (o settori) che raggruppano esposizioni simili; così:

- l'esposizione ai quadranti meridionali comprende le esposizioni che vanno da SE a SW;
- l'esposizione ai quadranti occidentali comprende le esposizioni che vanno da SW a NW;
- l'esposizione ai quadranti settentrionali comprende le esposizioni che vanno da NW a NE;
- l'esposizione ai quadranti orientali comprende le esposizioni che vanno da NE a SE.

In qualche caso il pericolo di valanghe può interessare un insieme di settori, ad esempio i settori settentrionali ed orientali.



In tal caso si usa la dicitura*il pericolo di valanghe interessa i pendii esposti da NW a SE....*

In questo caso, convenzionalmente, si intende che l'angolo giro va percorso in senso antiorario e quindi, nell'esempio sopra indicato, passando da N.

Non sempre l'esposizione può essere indicata nei Bollettini; quando infatti i luoghi pericolosi sono talmente diffusi da interessare la maggior parte dei pendii ripidi (oltre il 66% dei pendii con inclinazione > di 30°) il pericolo è talmente diffuso da consigliare l'utilizzo della dicitura*in tutte le esposizioni....* intendendo in tal modo che il pericolo di valanghe non è limitato ad una determinata esposizione o a un determinato settore ma interessa i pendii in tutte le esposizioni.

Occorre tenere presente che il pericolo di valanghe in tutte le esposizioni non è prerogativa dei gradi di pericolo alti (4 e 5) ma, in casi particolari, può essere associato anche ai gradi bassi (2 e 3).

Questo accade, ad esempio, quando inverni con scarso innevamento determinano situazioni con bassa probabilità di distacchi spontanei ma con diffuse condizioni di instabilità del manto nevoso per cui la possibilità di provocare distacchi a causa di un sovraccarico esterno interessa la maggior parte dei pendii ripidi.

L'esposizione dei pendii pericolosi può essere talvolta soggetta ad una variabilità giornaliera. Questo accade normalmente in situazioni primaverili quando le condizioni di instabilità del manto nevoso sono strettamente legate al soleggiamento che varia nel corso della giornata per diverse esposizioni.

In questo caso spesso si usa la dicitura*Il pericolo di valanghe interessa i pendii rivolti ai quadranti meridionali.....*quindi da SE a SW ma è evidente che saranno dapprima interessati i pendii rivolti a SE che ricevono per primi la radiazione solare, poi i pendii rivolti a S e quindi quelli rivolti a SW.

L'esposizione dei pendii critici può essere espressa in forma testuale o in forma grafica.

Anche se sono attualmente allo studio delle soluzioni comuni da parte del gruppo di lavoro dei servizi valanghe europei non esistono ancora degli standard condivisi.

3. Conformazione del terreno.

L'indicazione della conformazione del terreno è il terzo elemento necessario per una corretta localizzazione del pericolo. Questa specificazione è necessaria in quanto non tutte le conformazioni sono favorevoli al distacco di valanghe.

Una conformazione del terreno favorevole al distacco di valanghe presenta generalmente alcune caratteristiche quali:

- mancanza di elementi che intercettino la deposizione della neve al suolo (es. piante);
- pendenza sufficiente (generalmente > di 30°);
- morfologia favorevole all'accumulo di neve ventata;

- bassa rugosità (rocce, detriti a matrice fine, cotico erboso);
- presenza di fattori in grado di indurre tensioni supplementari nel manto nevoso (cambi di pendenza, arbusti ecc.).

La seguente Tabella 5 riporta un elenco delle conformazioni più frequentemente utilizzate, con gli elementi aggiuntivi accessori per una maggior specificazione.

Tipo di conformazione	Descrizione	Specificazioni aggiuntive
Canalone	Incisione longitudinale del terreno più o meno profonda, situata spesso in prossimità di creste e delimitata da rocce nude. Contiene spesso detriti rocciosi. Luogo privilegiato per l'accumulo di neve ventata.	Inclinazione del canalone
Pendio aperto	Zona di terreno uniforme che corrisponde spesso al passaggio da un terreno estremamente ripido (in prossimità delle creste) a uno ripido. Generalmente, in pieno inverno, questa zona è caratterizzata da una copertura nevosa continua. I tratti ripidi e i piccoli rilievi che non sono in relazione diretta con il crinale fanno ugualmente parte di questa zona. Le aree prossime al crinale e quelle lontane dal crinale non sono separate nettamente le une dalle altre. Il limite tra le due deve essere considerato come una zona di transizione.	Inclinazione del pendio Ubicazione del pendio Struttura del suolo (detriti, erba ecc.)
Terreno ripido estremo	Terreno caratterizzato da una inclinazione superiore a 40°, dalla vicinanza di creste e dalla conformazione sfavorevole del terreno e della struttura del suolo. Per queste ragioni è particolarmente esposto al pericolo di valanghe.	
Conca (o impluvio)	Lieve depressione, dalla forma arrotondata o allungata, ubicata su un terreno pianeggiante o su di un pendio. Luogo privilegiato per l'accumulo di neve trasportata dal vento.	
Cresta o crinale	Stretta linea che divide due versanti di una montagna con esposizioni diverse. Importante in quanto spesso delimita pendii ripidi estremi.	
Dorsale	Zona tondeggiante e allungata, più elevata rispetto al terreno circostante.	

(*) le descrizioni si riferiscono alle zone di distacco delle valanghe.

Tabella 5. *Classificazione delle zone di distacco in base a fattori morfologici.*

Le conformazioni a canalone e pendio aperto vengono generalmente utilizzate con qualche informazione supplementare che serve da specificazione aggiuntiva.

Così, anziché dire semplicemente *...il pericolo di valanghe è localizzato sui pendii aperti....* si può dire ad esempio *...il pericolo di valanghe è localizzato sui ripidi pendii aperti erbosi situati alla base delle rocce....*

Come si vede, quest'ultima definizione contiene - oltre all'indicazione del tipo di terreno - tre ulteriori specificazioni che riguardano l'inclinazione dei pendii potenzialmente pericolosi, la struttura del suolo che caratterizza questi pendii e la loro ubicazione.



Per quanto riguarda l'inclinazione del pendio (o del canalone) si fa riferimento alla seguente casistica tenendo conto che essa è definita come *inclinazione misurata su cartografia 1: 25.000 nel punto più ripido sulla linea di massima pendenza, oppure misurata sul terreno*:

- pendio poco ripido: meno di 30°
- pendio ripido: da 30° a 35°
- pendio molto ripido: da 35° a 40°
- pendio estremamente ripido: più di 40°

Per quanto concerne l'ubicazione, tenuto conto che già la definizione di pendio aperto contiene in sé un'indicazione dell'ubicazione, possono essere talvolta utilizzate delle specificazioni che circoscrivono l'ubicazione dei pendii, le più usate delle quali sono:

- alla base delle rocce
- in prossimità delle creste

Generalmente la specificazione *alla base delle rocce*, luogo definito come *parte inferiore di una parete rocciosa che spesso si prolunga in un pendio di detriti*, viene utilizzata quando si ravvisa un effetto importante dovuto alla presenza della soprastante parete rocciosa determinato o dal cambiamento di pendenza o dalla caduta di massi e detriti dall'alto che possono innescare il distacco di valanghe.

La specificazione *in prossimità delle creste*, luogo definito come *parte sommitale di un pendio che confluisce nella linea di cresta*, viene utilizzata in situazioni di pericolo molto localizzato quando è ravvisabile un effetto importante delle zone di cresta (che sono particolarmente esposte all'azione del vento) nel determinare la formazione di accumuli instabili.

La conformazione *terreno ripido estremo* non richiede ulteriori specificazioni in quanto il riferimento all'inclinazione e alla struttura del suolo è già implicito nella definizione stessa.

Le conformazioni *cresta (o crinale)* e *dorsale* vengono utilizzate non per indicare la localizzazione del pericolo ma per escludere eventuali conformazioni in caso di pericolo generalizzato. Così ad esempio si può trovare l'espressione....*Il pericolo di valanghe è presente sulla maggior parte dei pendii ripidi tranne sulle dorsali....*

A.4 Informazioni aggiuntive.

Le informazioni contenute in questa sezione del Bollettino Valanghe riguardano quegli aspetti che concorrono nel determinare la situazione valanghiva in atto e la sua evoluzione futura.

Queste informazioni possono essere indistinte oppure trattate in sezioni separate definite da un titolo.

Si tratta di informazioni spesso specialistiche o di tipo previsionale che richiedono quindi una corretta interpretazione e/o una validazione locale.

Manto nevoso.

La descrizione del manto nevoso può essere fatta in modo completamente testuale oppure con l'ausilio di grafici e tabelle. Per facilità di esposizione verranno di seguito considerate due distinte sezioni:

1. le condizioni di innevamento;
2. i metamorfismi.

In alcuni casi queste sezioni possono essere comprese in un unico blocco, in altri casi trovarsi separate in parti diverse del Bollettino Valanghe.

1. Condizioni di innevamento.

In questa sezione del Bollettino Valanghe vengono forniti alcuni dati quantitativi che descrivono le condizioni di innevamento.

Essi si riferiscono in genere al limite della neve al suolo per diverse classi di esposizioni (normalmente N e S), all'altezza del manto nevoso al suolo a una o più quote di riferimento (normalmente 1000 e/o 2000 m), allo spessore della neve fresca.

Se esposte in forma di tabella o in forma grafica queste informazioni possono essere regionalizzate e presentate per aree omogenee.

Altre informazioni utili possono essere, per particolari situazioni, il limite altimetrico della neve in fusione (limite fino al quale si verificano processi di fusione nel manto nevoso), la data dell'ultima nevicata significativa, la distribuzione degli accumuli di neve ventata, la presenza di superfici particolari quali croste da rigelo, croste da vento, neve incoerente, brina di superficie, ecc..

I dati possono essere presentati in forma testuale, in forma tabellare o in forma grafica.

Un esempio di come possono essere organizzati in forma tabellare è riportato di seguito:

Zona	Neve al suolo a 2000 m (cm)	Neve fresca a 2000 m (cm)	Limite della neve al suolo	
			N	S
Zona xx
Zona xy
Zona xz



2. Metamorfismi.

In questa sezione viene fornita una descrizione dei metamorfismi in atto, di quei processi cioè che hanno una rilevanza fondamentale nel determinare le condizioni attuali di stabilità.

Si potrà dire ad esempio:

....Lo strato superficiale di neve fresca si va rapidamente assestando a causa della forte escursione termica diurna....

Commento: in questo caso, se non sono previste ulteriori precipitazioni, si va verso una stabilizzazione del manto nevoso, specie negli strati più superficiali; ciò comporta, presumibilmente, una riduzione dell'attività valanghiva spontanea (per es. da molti pendii ripidi instabili si può passare a pochi; c'è da aspettarsi una riduzione del grado di pericolo).

Oppure

....Il forte gradiente termico nel manto nevoso favorisce la ricostruzione dei grani con formazione di strati deboli di grani sfaccettati e brina di fondo....

Commento: si tratta di una situazione tipica dell'inizio inverno dove il metamorfismo costruttivo produce, all'interno del manto nevoso, la formazione di strati deboli; se questi strati deboli sono vicini alla superficie, anche se non sono stati osservati distacchi spontanei, si possono avere condizioni di instabilità in modo particolare sui pendii in ombra; le condizioni di instabilità possono essere ulteriormente aggravate da nuove nevicate o anche da un rialzo termico che può determinare una diminuzione delle resistenze nei lastroni superficiali.

Oppure, ancora

....Il manto nevoso è soggetto a fenomeni di fusione e rigelo notturno fino a 2200 m di quota....

Commento: in questo caso siamo in una situazione tipicamente primaverile; al di sotto dei 2200 m di quota, specie sui versanti soleggiati, è lecito attendersi condizioni di instabilità del manto nevoso a partire dalla tarda mattinata con distacchi di valanghe di neve bagnata nelle ore pomeridiane; la temporizzazione degli eventi e le dimensioni delle valanghe dipendono dai valori di temperatura, dalla durata del riscaldamento e dalla quantità di neve presente sui pendii; in questo caso occorre pertanto analizzare con attenzione i dati meteorologici.

Tempo previsto.

Il Bollettino Valanghe non è e non deve essere un bollettino meteorologico.



Tuttavia, esiste un legame molto stretto fra il tempo atmosferico e le condizioni di stabilità del manto nevoso per cui qualsiasi previsione per i giorni successivi non può prescindere dall'andamento meteorologico.

Le condizioni del tempo previste vengono generalmente riportate in forma riassuntiva dal bollettino meteorologico dando risalto, in modo particolare, a quei fattori che influenzano in modo diretto le condizioni di stabilità del manto nevoso.

Essi sono:

1. ammontare delle precipitazioni previste;
2. l'intensità delle precipitazioni;
3. il limite della nevicata;
4. l'andamento termico;
5. il vento.

1. Ammontare delle precipitazioni previste.

Questo dato è importante in quanto esiste una relazione diretta fra la quantità di neve fresca e il pericolo di valanghe.

Normalmente, il dato che viene fornito nei Bollettini Valanghe è il cumulo della neve fresca prevista misurato in cm. per la durata dell'evento che in ogni caso deve essere specificata (24 h, 48 h, 72 h, ecc.).

Occorre tenere presente che gli effetti della neve fresca sul manto nevoso dipendono, oltre che dallo spessore, anche dalla densità e dall'azione del vento che accompagna la precipitazione.

Un evento che apporta 20 cm di neve fresca leggera (densità < 80 kg/m³) con vento debole non apporta variazioni significative del pericolo di valanghe, mentre un evento che apporta 5-10 cm ma accompagnato (o immediatamente seguito) da forti venti può determinare diffuse condizioni di instabilità causa la formazione di nuovi accumuli di neve ventata.

Apporti maggiori di 60 cm nelle 24 h generalmente comportano un aumento del pericolo di valanghe fino a forte (grado 4) mentre cumuli compresi tra 30 e 60 cm determinano un pericolo marcato (grado 3).

Queste indicazioni di massima vanno comunque sempre rapportate alle condizioni iniziali di stabilità del manto nevoso e all'influenza degli altri fattori meteorologici.

2. Intensità delle precipitazioni.

Non sempre nei Bollettini Valanghe è possibile indicare l'intensità delle precipitazioni previste, specie su base oraria (cm/h).

I fenomeni di forte intensità (nevicata con intensità maggiore di 10 cm/h) determinano comunque sempre un repentino aumento del pericolo di valanghe in

quanto il sovraccarico sul manto nevoso si produce in maniera brusca senza che ci sia il tempo per una riorganizzazione della struttura interna del manto nevoso.

3. Limite della nevicata.

Anche questo dato è spesso difficile da stimare in quanto, oltre che dallo zero termico, dipende dall'intensità delle precipitazioni, dalla morfologia e geografia locale e dalla presenza di inversioni termiche.

Quando nei bollettini meteorologici viene fornito un unico valore occorre comunque tenere presenti alcune regole di carattere generale che sono:

- nelle valli alpine il limite delle nevicata è generalmente più basso rispetto alle zone prealpine;
- durante il passaggio di una perturbazione il limite inferiore si raggiunge verso la fine dell'evento, quando transita il fronte freddo;
- la neve al suolo generalmente attacca 200-300 m al di sopra del limite della nevicata.

La conoscenza del limite della nevicata è anche di fondamentale importanza per stimare l'effetto della pioggia sul manto nevoso, specie quando il limite si colloca più in alto del limite della neve già presente al suolo.

Occorre tenere presente che la pioggia determina un appesantimento e un riscaldamento del manto nevoso ma occorre che piova tanto (es. > 10 mm).

4. Andamento termico.

Il perdurare di basse temperature mantiene attivi i processi di ricostruzione cinetica dei grani.

Temperature medie dell'aria di -12/-15°C con spessori medi del manto nevoso intorno a 80 cm producono un gradiente sufficiente per formare strati di brina di fondo o cristalli sfaccettati.

Aumenti di temperatura dell'ordine di 5°C producono una sensibile diminuzione delle resistenze dei lastroni superficiali.

In situazioni invernali con neve fresca al suolo un aumento della temperatura può determinare invece, nel medio periodo (qualche giorno) una stabilizzazione del manto nevoso.

L'andamento termico è particolarmente importante nelle situazioni primaverili quando si tratta di stimare la temporizzazione dell'attività valanghiva.

Un parametro che talvolta viene fornito nei Bollettini è la quota dello zero termico definito come la quota, nella libera atmosfera, oltre la quale la temperatura è al di sotto di 0°C.



Questo parametro aiuta a definire il livello di gelo (o di fusione del manto nevoso al suolo nonché il limite della nevicata in caso di precipitazioni).

La corretta interpretazione di questo parametro richiede tuttavia conoscenze approfondite di meteorologia alpina e va correlato con altri parametri come ad esempio la nuvolosità o la conformazione della valle.

Così, ad esempio, mentre in una notte nuvolosa la quota dello zero termico e l'isoterma di 0°C al suolo coincidono, nel caso di una notte invernale serena il livello di gelo al suolo può scendere fino a 1000 m al di sotto della quota dello zero termico a causa dell'irraggiamento notturno.

5. Vento.

L'azione del vento sul manto nevoso è ben nota ma una stima degli effetti non è semplice in quanto dipende, oltre che dall'intensità del vento stesso, anche dalle caratteristiche dello strato superficiale e dalla morfologia locale.

Un vento è considerato forte già a partire da velocità maggiori di 30 km/h.

Anche in questo caso alcune regole generali possono essere utili per una corretta interpretazione degli effetti del vento sulla neve:

- il trasporto di neve, in caso di strato superficiale a debole coesione, avviene già con vento debole (velocità intorno a 10 km/h);
- uno strato di neve fresca con densità intorno a 150 kg/m³ ha già valori di coesione sufficiente per essere considerato un lastrone;
- in caso di strato superficiale compatto caratterizzato da croste da fusione e rigelo il trasporto inizia con velocità intorno a 100 km/h;
- valori cumulati di neve fresca di <5 cm con venti forti possono portare ad accumuli fino a qualche metro di spessore.

Gli episodi di vento sono quindi particolarmente temibili quando lo strato superficiale è a debole coesione cioè quando l'azione del vento si manifesta durante o subito dopo gli apporti nevosi.

Venti molto forti o estremi che si protraggono per più di 3-4 giorni possono portare alla stabilizzazione del manto nevoso in quanto l'azione ripetuta produce la formazione di lastroni superficiali compatti che fungono da ponte impedendo che le tensioni raggiungano gli strati deboli.

A.5 Tendenza del pericolo.

Il miglioramento delle previsioni meteorologiche consente oggi di fare una previsione sul pericolo di valanghe anche per giorni successivi a quello dell'emissione del Bollettino Valanghe.

I dati di base sono la situazione attuale del manto nevoso e il tempo previsto.

La bontà di questa valutazione dipende strettamente dalla bontà delle previsioni meteorologiche e per questo è buona norma non spingersi oltre T + 72.

Nei casi più generici viene fornita una semplice tendenza del pericolo espressa in forma testuale o grafica con le tre possibilità standard:

TENDENZA DEL PERICOLO PER I PROSSIMI GIORNI		
Pericolo stazionario	Pericolo in aumento	Pericolo in diminuzione

Quando necessario la tendenza del pericolo viene accompagnata da un commento testuale che fornisce ulteriori specificazioni come ad esempio, volendo evidenziare un fenomeno che interessa un'area particolare, si può dire:

....il pericolo di valanghe rimarrà in generale stazionario e quindi moderato (grado 2) tranne nelle Prealpi dove, a causa delle precipitazioni nevose previste, potrà aumentare fino a marcato (grado 3)....

Nei casi più specifici viene fatta una previsione giorno per giorno con altri elementi quali:

- il grado di pericolo specifico per il giorno;
- una descrizione sintetica del tipo di valanghe e/o della localizzazione del pericolo.

Una sintesi, in una situazione dove è previsto un aumento del pericolo tra il primo e il secondo giorno a causa di una nevicata moderata, può essere espressa nel seguente modo:

PERICOLO PER I PROSSIMI GIORNI		
Giorno xx	Giorno xy	Giorno xz
2	3	2
Possibilità di distacchi provocati particolarmente con forte sovraccarico sui pendii a N oltre i 2000 m	Probabilità di distacchi di valanghe medie su molti pendii ripidi oltre i 1800 m di quota	Residui distacchi spontanei. Possibilità di distacchi provocati già con debole sovraccarico oltre i 2000 m



Anche in questo caso eventuali distinzioni areali possono essere fatte nella parte testuale.

Una regionalizzazione del grado di pericolo previsto dal Bollettino Valanghe sarebbe auspicabile ma in genere non può essere attuata per mancanza di spazio e per garantire le caratteristiche di sintesi richieste generalmente dall'utenza.



Allegato B. Raccolta e analisi dei dati nivometeorologici locali.

Estratto dal Manuale tecnico per le Commissioni Locali Valanghe della Provincia autonoma di Trento redatto da Aineva per conto della Provincia Autonoma di Trento. A cura di G. Tecilla e G. Poliandri; contributi specialistici di M. Barbolini e A. Cagnati. Sezione D:2.3

Il passaggio di scala dalla previsione regionale alla previsione locale comporta l'acquisizione e l'analisi, a livello locale, di una serie di dati che consentono un affinamento della previsione.

Questo affinamento è possibile in quanto i dati raccolti:

- riguardano in modo specifico le aree a rischio;
- sono orientati principalmente a definire le condizioni di stabilità del manto nevoso;
- le aree a rischio, nelle diverse fasi di criticità, possono essere tenute costantemente sotto controllo.

Il principale riferimento per la raccolta e l'analisi dei dati è il manuale AINEVA per i rilevatori dei Servizi di previsione valanghe "Strumenti di misura e metodi di osservazione nivometeorologici" (Cagnati A., 2003) cui si rimanda per tutti gli approfondimenti in relazione al significato dei vari parametri e alle tecniche di misura in campo.

Nei paragrafi seguenti verranno invece trattati alcuni aspetti specifici relativi all'organizzazione e alla gestione di un sistema di monitoraggio locale nonché alle tecniche di analisi dei dati nelle diverse fasi di criticità.

B.1 Il sistema locale di raccolta dei dati nivometeorologici.

Diversamente dai sistemi di monitoraggio a carattere regionale, che sono per lo più fissi in quanto hanno fra gli obiettivi anche la raccolta di dati storici - pur considerando auspicabile la diffusione di pratiche routinarie di raccolta dati anche a livello locale e la conseguente creazione di banche dati locali (indispensabili per supportare l'utilizzo di modelli previsionali o sistemi esperti) - un sistema locale di raccolta dei dati nivometeorologici è caratterizzato da una certa flessibilità in quanto la sua organizzazione e gestione dipende:

- dall'estensione e dalle caratteristiche geomorfologiche e valanghive dell'area a rischio da tenere sotto controllo;
- dal grado operativo nell'ambito del quale sta agendo la Commissione valanghe.



Ne consegue che parametri misurati, tipologie di rilievi e osservazioni, ecc., possono variare nello spazio e nel tempo a seconda delle esigenze particolari del momento.

Un sistema di raccolta dati è costituito da:

una o più Stazioni Nivometeorologiche Tradizionali (SNT):

si tratta di stazioni dotate di alcuni semplici strumenti per la misura della neve al suolo (asta graduata), della neve fresca (tavoletta da neve) e di alcuni parametri meteorologici quali temperatura dell'aria, velocità e direzione del vento (solo per stazioni in quota); per la misura dei parametri meteorologici possono essere installate, all'interno della SNT, delle stazioni a basso costo con sensori ubicati su una struttura a palo temporanea che trasmettono i dati ad una unità centrale posta ad una certa distanza in luogo protetto e riscaldato;

una SNT deve soddisfare alcuni requisiti in relazione a rappresentatività del sito, accessibilità, ubicazione, pendenza, esposizione, morfologia, natura del suolo, vegetazione e rugosità della superficie (per una trattazione dettagliata di questi requisiti, si rimanda al manuale rilevatori AINEVA);

il numero di stazioni da attivare dipende dalla quantità di aree valanghiva da tenere sotto controllo e dall'estensione delle stesse (dove per area valanghiva si intende un'area omogenea dal punto di vista geomorfologico, altitudinale e di esposizione caratterizzata da una o più valanghe);

un'area valanghiva omogenea va controllata con almeno una stazione rappresentativa della zona di distacco delle valanghe ma la densità ottimale dovrebbe essere di 1 staz./10 km²;

nel caso di aree valanghiva estese che raggiungono i fondovalle è opportuno disporre anche di una o più stazioni ubicate a quote diverse;

presso le SNT, vengono misurati i seguenti parametri

- altezza della neve al suolo;
- altezza della neve fresca nelle 24 ore;
- altezza della neve fresca nei 3 gg;
- temperatura dell'aria;
- velocità e direzione del vento (solo nelle stazioni oltre i 2000 m di quota);

uno o più Campi Neve Occasionali (CNO):

si tratta di luoghi particolarmente adatti per l'esecuzione, su pendio, dei profili della neve e dei test di stabilità;

in questi campi, privi di strumentazione fissa, ma dotati di recinzione temporanea per delimitare un'area di rispetto, i dati vengono raccolti manualmente da osservatori



mediante strumenti portatili (sonda penetrometrica, kit per l'esecuzione di profili della neve, kit per l'esecuzione di test di stabilità);

anche i CNO devono soddisfare alcuni requisiti: in particolare, per quanto riguarda la pendenza, al fine di consentire l'esecuzione di alcune tipologie di test di stabilità (es. blocco di slittamento) devono avere un'inclinazione del pendio compresa tra 27 e 45°;

ciascuna area valanghiva omogenea dovrebbe avere almeno un CNO rappresentativo delle zone di distacco delle valanghe;

nel caso di aree valanghive estese è opportuno disporre di più campi neve per area omogenea; tuttavia questi, a differenza delle SNT, vanno sempre ubicati in aree rappresentative delle zone di distacco delle valanghe;

presso i CNO vengono misurati i seguenti parametri

con l'esecuzione dei profili della neve (lungo il profilo verticale)

- stratificazione;
- durezza della neve;
- forma e dimensione dei grani;
- contenuto in acqua liquida;
- densità della neve;
- temperature della neve.

con l'esecuzione dei test di stabilità

- grado di stabilità;
- spessore del lastrone dalla superficie di rottura.

un sistema di controllo e osservazione (SCO):

si tratta di un'attività di monitoraggio visivo effettuata dagli osservatori con l'ausilio di semplici strumenti quali binocolo, carta topografica, bussola, altimetro, inclinometro, che ha come obiettivo il controllo, all'interno dell'area a rischio, dell'attività valanghiva spontanea e provocata e dei depositi da vento nelle zone di distacco;

si tratta di un'attività itinerante che può essere svolta solo in determinate condizioni meteorologiche;

per ciascuna area valanghiva omogenea vanno tuttavia preventivamente individuati i punti di osservazione che devono rispondere sia ai requisiti tecnici (es. visibilità delle zone di distacco) sia a requisiti di sicurezza (accessibilità in condizioni sicure anche in caso di criticità elevata);

vanno inoltre posizionati, prima dell'inizio della stagione invernale, tutti i riferimenti necessari per effettuare le osservazioni, come ad esempio le aste graduate nelle zone di accumulo per la stima dei depositi di neve ventata;



un aiuto al sistema di controllo e osservazione può venire dalla presenza nell'area, o dall'installazione ad hoc, di fotocamere fisse o a brandeggio con le quali è possibile ottenere, via radio o via telefono, informazioni qualitative sul tempo presente, sull'attività valanghiva e sulle condizioni generali di innevamento;

il sistema di controllo e osservazione permette di raccogliere dati relativi ai seguenti parametri

- attività valanghiva spontanea e provocata (tipologia, dimensioni e frequenza delle valanghe, cause del distacco, spessori dei lastroni al distacco);
- segni indicatori delle condizioni di instabilità (slittamenti, fratture nel manto nevoso, presenza di cornici o altri elementi scatenanti);
- entità degli accumuli da vento nelle zone di distacco;

strumentazione aggiuntiva:

in casi particolari, e per risolvere determinate necessità di monitoraggio, può essere necessaria l'installazione di strumenti specifici come ad esempio driftometri per la misura del trasporto eolico, pluviometri per la misura della precipitazione liquida, ecc.;

l'ubicazione e la modalità di gestione della strumentazione aggiuntiva vanno tuttavia studiate caso per caso a seconda delle necessità particolari;

questi strumenti possono essere installati in modo indipendente con sistemi di registrazione locale dei dati oppure possono far parte integrante di una Stazione Nivometeorologica Automatica (SNA);

una SNA si caratterizza per la presenza di sensori nivologici quali il nivometro (misuratore di altezza del manto nevoso), la sonda termometrica (misuratore della temperatura della neve a diversi livelli di profondità);

la peculiarità di queste stazioni risiede nel fatto che le misure vengono effettuate in modo automatico dalla stazione a scadenza prefissata, senza quindi richiedere un operatore sul posto. La trasmissione dei dati ad una centrale di acquisizione può avvenire via radio, via telefono o via satellite;

si tratta in ogni caso di sistemi dagli elevati costi di installazione e di gestione che possono essere previsti in casi particolarmente critici dove ad esempio i dati, a causa della inaccessibilità dei siti, non possono essere raccolti con i sistemi convenzionali;

per maggiori ragguagli in merito all'installazione e alla gestione delle Stazioni Nivometeorologiche Automatiche si rimanda al capitolo II.3 del manuale AINEVA;

il sistema locale di raccolta dati va attivato ogni stagione invernale dopo la prima nevicata significativa (es. > di 10 cm) nell'area da controllare;

la manutenzione del sistema richiede tuttavia una serie di interventi anche al di fuori del periodo di attivazione (per gli aspetti particolari relativi alla manutenzione si rimanda al manuale AINEVA).

B.2 Modalità di analisi e valutazione della stabilità del manto nevoso.

Il sistema di raccolta dati per effettuare le valutazioni locali sulle condizioni di stabilità del manto nevoso, la definizione dei livelli di operatività ed il controllo delle soglie d'evento comporta l'esecuzione delle seguenti misure/osservazioni:

1. misura del cumulo di neve fresca;
2. osservazione dell'attività valanghiva;
3. osservazione degli accumuli da vento o stima del vento in quota;
4. controllo della temperatura dell'aria (in caso di situazioni primaverili);
5. effettuazione dei profili della neve;
6. effettuazione dei test di stabilità.

1. Misura del cumulo di neve fresca.

La misura del cumulo di neve fresca va fatta presso tutte le SNT afferenti all'area valanghiva da tenere sotto controllo (sia interne che esterne all'area) da 1 a 3 volte al giorno.

Una tavoletta di legno o metallica, delle dimensioni indicative di 40 x 40 cm, viene appoggiata sulla superficie del manto nevoso dopo ogni misurazione per fornire il livello di riferimento per la misura.

A scadenze prefissate viene effettuata da un osservatore la lettura dell'altezza della neve fresca depositata dopo aver infisso un'asta graduata (sonda a punta conica o metro da falegname) nella neve fresca al centro della tavoletta in modo tale che il valore 0 corrisponda al livello di riferimento rappresentato dalla tavoletta.

La tavoletta deve essere preferibilmente di colore bianco in modo tale da limitare gli effetti dovuti all'irraggiamento.

Una volta effettuata la misura la tavoletta va ripulita e riposizionata sulla superficie del manto nevoso.

Il cumulo di neve fresca viene generalmente riferito alle 24 (1 giorno) o alle 72 ore (3 giorni) precedenti: il valore si calcola sommando le misure parziali effettuate nell'arco di 1 giorno o di 3 giorni.

Rapportando il cumulo di neve fresca al tempo necessario per la deposizione è possibile calcolare l'intensità della precipitazione nevosa con la seguente equazione:

$$I = \text{HN}_T / T$$

dove I = intensità della precipitazione nevosa in cm/h
 HN_T = cumulo di neve fresca depositata sulla tavoletta nel tempo T
 T = tempo della deposizione espresso in ore

Valutazione dei dati:



- questo parametro è di fondamentale importanza nella valutazione del pericolo di valanghe in quanto la stabilità del manto nevoso e la sua evoluzione temporale sono strettamente legate all'intensità della precipitazione nevosa;
- inoltre, unitamente alla massa volumica, il cumulo di neve fresca definisce il sovraccarico addizionale prodotto sul manto nevoso da una nuova precipitazione;
- in generale, nevicata fino a 30 cm nelle 24 ore che avvengono in assenza di vento o con vento debole non determinano situazioni di particolare criticità, mentre cumuli maggiori di 60 cm nelle 24 ore possono portare situazioni di criticità elevata a scala locale;
- un ruolo decisivo è comunque svolto dal vento che compattando la neve porta ad un aumento della massa volumica e ad una distribuzione differenziata dei depositi;
- per questa ragione in caso di precipitazioni che avvengono con condizioni di vento da moderato a forte è consigliabile abbassare i limiti sopra indicati anche se le valutazioni devono essere effettuate caso per caso.

2. Osservazione dell'attività valanghiva.

L'osservazione dell'attività valanghiva spontanea va effettuata non solo nell'area da tenere sotto controllo ma anche nelle zone contermini che presentano caratteristiche simili.

Le valanghe vanno osservate secondo la loro tipologia (a debole coesione o a lastroni), secondo le loro dimensioni (scaricamenti, piccole valanghe, medie valanghe e grandi valanghe) e secondo la loro frequenza (numero di valanghe per chilometro quadrato di territorio).

Spesso è utile raccogliere altri dati quali gli spessori dei lastroni al distacco e le cause del distacco (valanghe spontanee o provocate).

Per quanto riguarda le dimensioni è necessario fare riferimento alla classificazione introdotta con la scala europea del pericolo di valanghe (...)¹.

Valutazione dei dati:

- la presenza di valanghe di medie o grandi dimensioni è uno dei requisiti richiesti per l'identificazione dei livelli di operatività (...)¹;
- quando vengono osservate molte valanghe di medie o grandi dimensioni ci sono i presupposti per attivare un grado operativo 3 (...)¹;

¹ Parte modificata o omessa rispetto al documento originale redatto da Aineva per la Provincia autonoma di Trento

- per assegnare una valanga ad una determinata categoria dimensionale si fa riferimento alla classificazione introdotta con la Scala europea del pericolo di valanghe (...)¹;
- a puro titolo indicativo, per quanto riguarda la densità territoriale delle valanghe, è possibile far riferimento alla seguente Tabella 6

Aggettivo	Numero di valanghe per unità di superficie
Poche/sporadiche	0-10 valanghe/100 km ²
Alcune	10-30 valanghe/100 km ²
Molte	30-100 valanghe/100 km ²

Tabella 6. *Classificazione in base alla densità territoriale delle valanghe*

- vanno osservate non solo le valanghe staccatesi in modo spontaneo ma anche quelle provocate (specialmente in modo controllato con esplosivi o altri sistemi di distacco programmato) in quanto i distacchi possono essere indicativi delle condizioni di stabilità del manto nevoso.

3. Osservazione degli accumuli da vento o stima del vento in quota.

La valutazione degli accumuli da vento nella zona di distacco non può essere fatta con la sola misura dell'intensità del vento in quanto la formazione dei depositi dipende anche dalla micro-topografia della zona e dalle caratteristiche degli strati superficiali del manto nevoso.

Per questa ragione l'osservazione diretta degli accumuli è un metodo più corretto anche se presenta una grave limitazione dovuta alla mancanza di visibilità che spesso accompagna le situazioni più critiche specie in caso di precipitazioni abbondanti.

Il sistema tradizionale di valutazione degli accumuli da vento consiste nell'effettuare, da appositi punti di osservazione, una lettura dell'altezza del manto nevoso al suolo su aste graduate preventivamente installate in punti significativi delle zone di distacco.

Le aste graduate, oltre che ben visibili e con una graduazione di colore alternato (es. giallo/nero) ogni 10 cm per poter effettuare una stima dei valori a distanza, devono essere ubicate in posti significativi e rappresentativi degli accumuli ma anche non interessati dai percorsi delle valanghe che potrebbero facilmente sradicarle anche se ben ancorate al suolo.

In alternativa all'osservazione diretta degli accumuli può essere effettuata una stima del vento in quota.

L'osservazione comporta una stima degli effetti del vento sul manto nevoso in quota riferita alle ultime 24 ore. Essa si basa sulla valutazione di due elementi:

- tipo e attività del vento;
- localizzazione di accumuli e cornici.

La presenza e le dimensioni di accumuli e cornici possono essere osservate direttamente con l'ausilio di un binocolo o in modo indiretto mediante l'individuazione dell'azione di trasporto per sospensione turbolenta (es. creste che fumano).

In caso di manto nevoso compatto e difficilmente erodibile l'osservazione delle nubi può essere un buon indicatore del vento in quota.

Anche la localizzazione dei fenomeni può essere osservata direttamente, specie in presenza di cornici.

In caso di accumuli sui versanti l'osservazione diretta è più difficile per cui la localizzazione viene determinata per via induttiva ricordando che la formazione prevalente di accumuli avviene sottovento rispetto alla direzione del vento.

Il rilievo giornaliero dei Servizi di previsione valanghe dell'arco alpino italiano prevede un sistema di codificazione del vento in quota composto da:

- tipo e attività del vento (codici 0, 1...4, oltre al caso di dato non rilevabile indicato con /) (Tabella 7);
- localizzazione dei fenomeni (codici 0,1...5, oltre al caso di dato non rilevabile indicato con /) (Tabella 8);

Tipo e attività del vento	Codice
Non rilevabile	/
Attività eolica nulla	1
Föhn	2
Attività eolica con formazione di accumuli e cornici	3
Forte attività eolica (grandi accumuli e cornici)	4
Attività eolica senza trasporto	5

Tabella 7. Codifica dell'attività eolica e dei suoi effetti sul manto nevoso.

Localizzazione dei fenomeni (accumuli e cornici)	Codice
Non rilevabile	/
Nessun accumulo o cornice	0
Prevalentemente sui versanti settentrionali (NW-N-NE)	1
Prevalentemente sui versanti orientali (NE-E-SE)	2

Tratto da:

Prevalentemente sui versanti meridionali (SE-S-SW)	3
Prevalentemente sui versanti occidentali (SW-W-NW)	4
Su tutti i versanti	5

Tabella 8. Codifica della localizzazione degli accumuli da vento.

Valutazione dei dati:

- anche se la neve fresca misurata presso le SNT viene utilizzata come indicatore principale per definire un determinato livello di criticità (specie in caso di eventi valanghivi dovuti principalmente agli apporti di neve fresca) è evidente che la stima degli accumuli nella zona di distacco e/o la stima degli effetti del vento in quota dà un'idea più realistica delle ipotetiche altezze di distacco delle valanghe nelle diverse situazioni;
- occorre considerare che la crescita degli accumuli varia con la terza potenza della velocità del vento per cui anche neviccate deboli o moderate (5-10 cm) possono portare a forti depositi;
- pertanto, le soglie relative ai cumuli di neve fresca sono state fornite come valori indicativi in assenza di vento o con vento debole situazione che, nella realtà, si verifica assai raramente;
- per questa ragione le soglie devono essere opportunamente valutate caso per caso in funzione degli accumuli effettivamente presenti in zona di distacco e, qualora non siano osservabili, in funzione della velocità e della direzione del vento.

4. Controllo della temperatura dell'aria.

Il controllo della temperatura dell'aria è particolarmente importante in caso di situazioni valanghive primaverili, quando l'instabilità del manto nevoso è legata principalmente al riscaldamento dello stesso e alla produzione di acqua liquida.

La temperatura dell'aria può essere misurata con diverse tipologie di termometri e secondo diverse modalità.

Nelle stazioni automatiche generalmente ci si avvale di termometri elettrici montati su supporti a braccio.

Nell'osservazione nivometeorologica giornaliera o nell'esecuzione dei profili della neve le misure vengono invece eseguite manualmente mediante strumenti portatili.

Fra questi, i termometri a liquido (di solito a mercurio per misure di temperatura maggiore di -38°C) sono oggi usati raramente mentre normalmente vengono impiegati termometri bimetallici o termometri elettrici con lettura digitale.



Un controllo in continuo della temperatura dell'aria richiede tuttavia strumenti a registrazione continua, come ad esempio un termografo che può essere installato in una capannina meteorologica presso la Stazione Nivometeorologica Tradizionale.

Al fine di limitare l'attività manuale di raccolta dati da parte degli osservatori e rendere quindi più oggettive alcune misure, una SNT può essere dotata di uno o più sensori meteorologici installati su una struttura temporanea a palo in grado di trasmettere i dati ad una unità centrale posta ad una certa distanza in luogo protetto e riscaldato.

Nelle tipologie in uso prevalente i sensori sono autoalimentati a celle solari e batterie tampone mentre la trasmissione dei dati avviene senza fili in radiofrequenza fino ad una distanza massima di 80-100 m.

L'unità centrale, oltre a consentire una lettura istantanea dei dati relativi ai vari parametri, può essere dotata di alcune semplici funzioni quali la gestione controllata dell'ora e della data, la gestione di eventuali allarmi, la memorizzazione dei valori minimi e massimi per ciascun parametro, ecc.

Un connettore RS232 può inoltre consentire il collegamento dell'unità centrale con un PC.

Valutazione dei dati:

- nel periodo primaverile il riscaldamento del manto nevoso avviene dalla superficie verso l'interno;
- in linea generale i primi cicli di fusione/rigelo, che interessano gli strati più superficiali, non sono particolarmente critici e hanno anzi un effetto stabilizzante sul manto nevoso;
- quando tuttavia il riscaldamento procede e il manto nevoso è in condizioni di isotermità a 0°C per parte della giornata possono presentarsi situazioni critiche con distacchi di valanghe anche di fondo;
- un controllo della temperatura dell'aria deve comprendere non solo la valutazione delle temperature massime e delle temperature minime ma anche la durata della fase di riscaldamento diurno ed i dati devono inoltre essere rapportati all'evoluzione dei profili della neve;
- la valutazione delle condizioni di stabilità del manto nevoso è contemplata per i livelli di operatività (...)¹ ;
Essa si concretizza attraverso l'analisi dei dati provenienti dai profili della neve e dai test di stabilità.

5. Profili della neve.

Il profilo della neve è una sistematica osservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei diversi strati effettuata su un manto nevoso indisturbato.



Lungo un profilo verticale, scavato fino al terreno, vengono evidenziati i diversi strati e, per ciascun strato, vengono eseguite una serie di osservazioni e/o misure (contenuto in acqua liquida, forma e dimensione dei grani, indice di durezza, densità).

Inoltre, a distanze prefissate (generalmente ogni 10 o 20 cm) vengono misurate le temperature della neve al fine di poter costruire un profilo delle temperature.

L'indice di durezza può essere determinato a livello di singolo strato mediante il cosiddetto test della mano o in modo continuo mediante l'uso di una sonda a percussione.

Un profilo della neve viene utilizzato primariamente per l'individuazione di eventuali strati deboli e rappresenta quindi un metodo indiretto per la valutazione della stabilità del manto nevoso.

La ripetizione periodica dei profili della neve all'interno della SNT consente di seguire l'evoluzione del manto nevoso nel corso della stagione invernale.

Per una trattazione esaustiva delle procedure di effettuazione di un profilo della neve si rimanda al capitolo II.5 del Manuale AINEVA.

Valutazione dei risultati:

□ gli andamenti delle durezze rilevate lungo il profilo attraverso la prova penetrometrica (o il test della mano nel caso del profilo semplificato) possono dar luogo ad una moltitudine di andamenti differenti che tuttavia possono essere raggruppati in 9 tipologie principali afferenti a 3 diverse categorie

- profili stabili (classe ST);
- profili moderatamente instabili (classe MI);
- profili fortemente instabili (classe FI);

□ le diverse tipologie sono riportate nella seguente Tabella 9

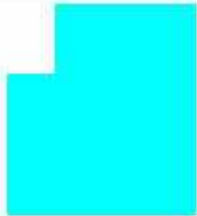



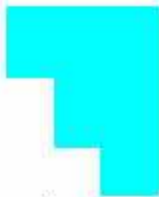

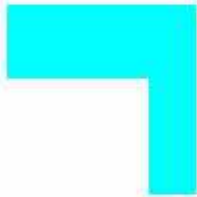


PROFILI STABILI	PROFILI MODERATAMENTE INSTABILI	PROFILI FORTEMENTE INSTABILI
<p>ST1</p>  <p>Profili massicci a forte resistenza: il manto nevoso è generalmente stabile ad eccezione se poggia su una superficie liscia o lubrificata (nevicata autunnali su terreno ancora caldo).</p>	<p>MI1</p>  <p>Profili a debole resistenza superficiale: lo strato superficiale a debole resistenza denota spesso la presenza di una nevicata da debole a moderato. A causa del limitato sovraccarico le eventuali rotture avvengono generalmente sopra la parte a forte resistenza centrale.</p>	<p>FI1</p>  <p>Profili filiformi: questi profili sono tipici di un manto nevoso a debole resistenza lungo tutto il profilo a causa di riscaldamento o a causa di forti precipitazioni nevose. Può mancare il manto nevoso vecchio o può essere anch'esso a debole resistenza.</p>
<p>ST2</p>  <p>Profili a resistenza crescente verso il basso: il manto nevoso è generalmente stabile salvo possibili scaricamenti superficiali. Tipico delle zone prealpine</p>	<p>MI2</p>  <p>Profili a resistenza decrescente verso il basso: questi profili sono tipici della fase iniziale dell'inverno. In generale le valanghe spontanee sono poco probabili ma il manto nevoso è sensibile a sovraccarichi esterni.</p>	<p>FI2</p>  <p>Profili filiformi con moderata resistenza superficiale: questi profili sono tipici di un manto nevoso che ha subito l'azione del vento dopo precipitazioni nevose (lastroni superficiali)</p>
<p>ST3</p>  <p>Profili con forte resistenza superficiale: sono tipici della fase di rigelo a seguito di fusione o pioggia. Le valanghe sono poco probabili finché dura la fase di rigelo; a fusione avanzata si trasformano in profili del tipo FI1</p>	<p>MI3</p>  <p>Profili con una parte centrale debole: questi profili sono tipici di un manto nevoso invernale evoluto e la parte centrale debole è costituita spesso da grani da ricostruzione cinetica</p>	<p>FI3</p>  <p>Profili filiformi con resistenza moderata nella parte centrale: anche questi profili si formano a seguito di abbondanti precipitazioni nevose su un manto nevoso evoluto (caratterizzato ad esempio da un lastrone superficiali). Sono i profili tipici delle valanghe catastrofiche.</p>

Tabella 9. *Classificazione dei profili in funzione della stabilità.*

- ciascuna tipologia è inoltre rappresentativa di una certa sequenza stratigrafica che può essere più o meno supportata dai risultati dell'analisi degli strati;
- alcuni fattori aggravanti della stabilità non evidenziabili con il profilo delle durezze ma attraverso l'analisi stratigrafica sono i seguenti
 - presenza di strati di brina di superficie ricoperta;
 - presenza di strati di cristalli sfaccettati o brina di fondo immediatamente sotto strati più resistenti;
 - condizioni di isotermità a 0°C lungo tutto il profilo;
 - processi di riscaldamento in atto con conseguente diminuzione delle resistenze dei lastroni;
 - discontinuità nei valori di densità di diversi strati di neve fresca dovuta ad apporti successivi (tipicamente neve più densa sopra neve meno densa);
 - lastroni superficiali poco spessi e a scarsa coesione poggianti su strati più deboli;
 - presenza di acqua liquida fra le superfici di separazione dei vari strati;
- in linea generale, tutti i profili delle categorie MI e FI contengono uno o più di questi fattori aggravanti;
- il primo passo nella valutazione della stabilità del manto nevoso consiste pertanto nell'assegnare ciascun profilo rilevato ad una delle categorie sopra indicate.

6. Test di stabilità.

I test di stabilità costituiscono un insieme di procedure operative che consentono di definire le condizioni di equilibrio del manto nevoso (stabilità), l'eventuale presenza e la collocazione di strati deboli lungo il profilo, nonché lo spessore del lastrone che potrebbe originarsi in seguito ad una rottura.

Il limite di tutti i test di stabilità è che essi sono applicabili quando le condizioni strutturali del manto nevoso sono tali da produrre valanghe a lastroni di neve asciutta (presenza di un lastrone superficiale, presenza di uno strato debole, scarsa presenza di acqua allo stato liquido nel manto nevoso).

Tuttavia, pur con questa rilevante limitazione, i test di stabilità sono di fondamentale importanza in nivologia in quanto è dimostrato che la maggior parte degli incidenti (eventi con persone travolte) sono dovuti al distacco di valanghe a lastroni di neve asciutta.

I test di stabilità vengono generalmente effettuati su CNO (pendii rappresentativi delle condizioni di distacco delle zone controllate). Essi vanno preferibilmente eseguiti su pendii con inclinazione da 27 a 35° anche se alcuni di essi (test della pala, test di compressione) possono essere eseguiti su pendii con inclinazione inferiore.

Il luogo scelto per l'esecuzione di un test di stabilità deve presentare un manto nevoso indisturbato, anche in profondità, non deve essere quindi stato interessato da battitura con mezzi meccanici, pratica di sci fuori pista, depositi da valanghe, ecc., ed inoltre deve trovarsi ad una distanza di almeno 5 m da alberi o rocce affioranti.

Un singolo test eseguito alla sommità di un pendio, dove gli effetti del vento sono più evidenti, può essere meno indicativo della stabilità di un test eseguito nella parte bassa dello stesso pendio. La causa di ciò risiede nel fatto che la parte superiore di un pendio è più esposta al vento rispetto alla parte bassa e quindi vicino alla sommità interi strati possono essere asportati e la velocità di crescita dei cristalli di brina di superficie rallenta per venti con velocità superiore a $2-4 \text{ m s}^{-1}$.

Prescindendo dal metodo che prevede l'impiego del telaio di taglio e che viene normalmente utilizzato solo nell'ambito della ricerca, tutti i metodi speditivi diretti per la valutazione della stabilità, chiamati test di stabilità, si basano sul principio di isolare un campione di neve e di indurre su questo una forza addizionale di taglio nello strato debole al fine di provocare la rottura. L'entità della forza applicata determina il *grado del test (GR)* che viene generalmente espresso secondo una scala di valori crescenti (1,2,3.....7) in cui i valori bassi esprimono condizioni di instabilità e i valori alti condizioni di stabilità.

Le ricerche più recenti hanno inoltre dimostrato che la rappresentatività di un test di stabilità è legata, oltre che al grado del test stesso, anche alla qualità della superficie di taglio che si produce nel campione di neve analizzato. La qualità della superficie di taglio è particolarmente importante per spiegare risultati di test che indicano condizioni relativamente stabili (gradi alti) cui però corrisponde un'elevata instabilità.

La qualità della superficie di taglio (*Q*) viene indicata secondo una scala di valori crescenti (1, 2, 3) in cui i valori bassi indicano minore stabilità e i valori alti maggiore stabilità in riferimento alla seguente Tabella C.13 proposta da *Johnson e Birkeland*

Qualità della superficie di taglio	Descrizione
Q1	Superficie di taglio insolitamente pulita, planare, liscia, e netta; lo strato debole può collassare durante la frattura. Tipicamente il lastrone scivola facilmente nella buca dopo la frattura su pendii con pendenza maggiori di 35 gradi e talvolta fino a 25°. Il test con strati deboli poco spessi e collassabili, può mostrare una superficie di taglio più ruvida a causa dell'erosione degli strati basali quando il blocco superiore scivola via, ma la frattura iniziale è ancora planare e netta.
Q2	Taglio "medio"; la superficie di taglio appare per lo più liscia, ma il lastrone non scivola così prontamente come in Q1. La superficie di taglio può avere alcune piccole irregolarità, ma non così evidenti come in Q3. La frattura interessa l'intero lastrone/strato debole testato. L'intero lastrone tipicamente non scivola dentro la buca.
Q3	Superficie di taglio non planare, disuguale, irregolare e ruvida. La frattura tipicamente non interessa l'intero lastrone/strato debole testato. Dopo la

	frattura dello strato debole il lastrone scivola lentamente, o non si muove per niente, anche su pendenze maggiori di 35°.
--	--

Tabella D. 10. *Classificazione della superficie di taglio secondo Johnson e Birkeland.*

Il risultato di un test di stabilità viene pertanto espresso secondo la forma:

GRx1 Qx2

dove x1 sta ad indicare il grado del blocco (che varia a seconda della tipologia di test) e x2 sta ad indicare la qualità della rottura di taglio.

Le tipologie di test attualmente impiegate operativamente nell'attività professionale (in quanto suffragate da dati sperimentali) sono le seguenti:

- test della pala (o "Drop hammer test");
- test del blocco di slittamento.
- Test di compressione e "Drop hammer test".

Questo test è stato sviluppato dai guardaparco canadesi negli anni 1970 ed è stato successivamente ripreso e approfondito da Jamieson e Johnston (1996) che, con una serie di misure sperimentali in campo, hanno correlato i risultati del test con i gradi del blocco di slittamento e con l'attività valanghiva provocata da sciatori. Come nel caso del test della pala, viene isolato dal manto nevoso un parallelepipedo di neve secondo le dimensioni standard utilizzate in Nord America (base 30 x 30 cm). Anche in questo caso il livello di carico minimo, definito "molto debole", si riferisce ad una rottura che si verifica durante la costruzione del parallelepipedo. Viene quindi collocata una pala da neve sulla sommità della colonna e su di essa si battono una serie di colpi secondo livelli di carico crescenti che corrispondono a "debole" (si batte con le dita muovendo il polso della mano), "moderato" (si batte con le nocche muovendo il gomito) e "forte" (si batte con la mano aperta). Il passaggio da un livello di carico al successivo, in osservanza alle linee guida fornite dall'Associazione valanghe canadese, viene effettuato dopo una serie di 10 colpi. La compressione esercitata sulla colonna di neve induce una forza di taglio parallela al pendio e una eventuale rottura in corrispondenza dello strato debole. Anche questo test consente di evidenziare la presenza nel manto nevoso di strati deboli e l'eventuale spessore del lastrone.

Il criterio interpretativo del test di compressione comunemente adottato è il seguente

Livello di carico	Numero di colpi	Grado del test
molto debole	0	1
debole	1-10	2
moderato	11-20	3



forte	21-30	4
-------	-------	---

Come sviluppo del test di compressione e al fine di ovviare alle limitazioni imposte dal blocco di slittamento (tempi elevati di esecuzione, poca oggettività nei livelli di caricamento ecc.) in Nord-America è stato recentemente messo a punto un nuovo test di stabilità chiamato *drop hammer test*. Un parallelepipedo di neve di 30 x 30 cm preventivamente isolato dal manto nevoso, viene sottoposto a carichi crescenti di compressione tramite una tavoletta delle stesse dimensioni dotata di un'asta di guida alta 60 cm su cui viene fatto scorrere e lasciato cadere da diverse altezze un martello del peso di 1 o 3 kg. Facendo riferimento ad altezze di caduta del martello fisse di 5, 10, 15 e fino a 55 cm, l'altezza di lancio che determina la rottura di taglio nello strato debole costituisce lo score (o grado) del test.

- Test del blocco di slittamento.

Il test del blocco di slittamento (Rutschblock) può essere considerato una forma particolare di test eseguito con gli sci. Esso è stato impiegato per la prima volta dall'esercito svizzero negli anni '60 per mettere in evidenza la presenza di strati deboli all'interno del manto nevoso (Föhn, 1987b) e successivamente, grazie alla facilità di esecuzione e al fatto che l'applicazione del sovraccarico viene eseguita in scala 1:1 (con il peso reale di uno sciatore), è diventato uno strumento di valutazione molto popolare, apprezzato soprattutto dagli sci alpinisti. Esso si basa sul principio di separare, dal resto del manto nevoso, un blocco di neve di dimensioni prefissate e di sottoporlo ad una sequenza progressiva di carichi crescenti da parte di uno sciatore. Il grado del blocco (che esprime anche le condizioni di stabilità) è dato dal valore del livello di carico al quale nello strato debole si produce una rottura consentendo alla parte superiore del manto nevoso (lastrone) di slittare lungo il pendio sulla rimanente parte che rimane in loco.

Su un manto nevoso indisturbato di un pendio rappresentativo inclinato più di 25°, viene separato dal resto del manto nevoso un blocco di neve a pianta rettangolare delle dimensioni di 2 m x 1,5 m = 3 m² scavando con una pala sul lato a valle e su entrambi i fianchi; anche il lato a monte viene separato dal resto del manto nevoso con un cordino o con la coda di uno sci. Il lavoro di scavo con il metodo tradizionale (pala da neve + cordino) dura mediamente dai 20 ai 30 minuti per profondità del manto nevoso di 1-1,5 m. Al fine di ridurre questo tempo Jamieson e Johnston hanno messo a punto delle tecniche di scavo più rapide che prevedono l'impiego di una sega da neve o di un cordino del diametro di 4-6 mm lungo 8 m con dei nodi ogni 3 m fatto scorrere da due operatori attorno a due bastoncini da sci o a due sonde da valanga poste ai vertici superiori del blocco. Il blocco deve essere scavato fin sul terreno o, almeno, fino alla profondità degli strati deboli o delle ipotetiche superfici di slittamento (se sono stati preventivamente individuati). Se il blocco viene tagliato utilizzando una sega da neve o un cordino, Jamieson e Johnston consigliano una distanza tra i fianchi di 1,9 m sul lato a monte e 2,1 m sul lato a valle al fine di ridurre al minimo gli effetti dell'attrito negli stretti tagli laterali.



Dopo aver isolato il blocco, questo viene sollecitato con livelli progressivi di carico fino a provocare una eventuale rottura di taglio nello strato debole e il conseguente slittamento della parte di manto nevoso posta al di sopra di esso.

Il livello di carico necessario per provocare la rottura identifica il grado del blocco di slittamento. Föhn ha proposto 7 diversi livelli di carico:

- Grado 1 Si verifica una rottura con conseguente slittamento del lastrone già durante l'operazione di scavo del blocco;
- Grado 2 Lo sciatore si avvicina al blocco con gli sci ai piedi dalla parte superiore e vi sale sopra con cautela a circa 35 cm dal bordo superiore;
- Grado 3 Senza sollevarsi sui talloni, lo sciatore esegue una flessione esercitando una forza verso il basso;
- Grado 4 Lo sciatore esegue un salto con gli sci ai piedi ricadendo nello stesso punto;
- Grado 5 Lo sciatore ripete il salto nello stesso punto;
- Grado 6 Lo sciatore esegue un salto senza gli sci (aumentando così il sovraccarico)²;
- Grado 7 Nessuna delle azioni precedenti ha determinato una rottura.

Il grado del blocco di slittamento rilevato su un determinato pendio può essere aggiustato per pendii vicini con le stesse caratteristiche ma con diversa inclinazione. In pratica, una diminuzione di 10° nell'inclinazione del pendio porta ad aumentare il grado del blocco di una unità (Jamieson e Johnston, 1993). A seguito di numerose prove di calibrazione su blocchi di slittamento effettuate in Svizzera, è stato proposto il criterio di interpretazione del test riportato nella seguente Tabella 11

GRADO DEL BLOCCO	VALUTAZIONE E PROVVEDIMENTI
1-2-3	Situazione pericolosa. Sui pendii corrispondenti vi possono essere numerose zone con manto nevoso instabile. Essi vanno quindi di norma evitati.
4-5	Situazione sospetta. Sui pendii corrispondenti vi possono essere delle zone con locale instabilità e sono possibili singoli distacchi provocati. È necessario considerare altri elementi di valutazione. È necessaria inoltre una corretta scelta dell'itinerario.
6-7	Situazione più o meno sicura. Sui pendii corrispondenti il manto nevoso è per lo più stabile e vi è una bassa probabilità di provocare distacchi di lastroni. Vanno comunque rispettate le norme di sicurezza più elementari.

² In caso di strati superficiali poco compatti (lastroni soffici) l'operatore potrebbe penetrare nel manto nevoso raggiungendo o oltrepassando lo strato debole e l'attendibilità della prova verrebbe quindi falsata. Per ovviare a questo inconveniente, in caso di lastroni soffici Jamieson e Johnston consigliano di attuare il livello di carico corrispondente al grado 6 eseguendo un terzo salto con gli sci ai piedi 35 cm più a valle (quasi a metà blocco).

Tabella 11. *Valutazione dei risultati del test con blocco di slittamento.*

Valutazione dei risultati:

□ in riferimento alle tre classi di stabilità adottate per la classificazione dei profili della neve, i risultati dei test di stabilità possono essere valutati secondo la seguente Tabella 12

Stabilità	GR del Test di compressione	GR del Blocco di slittamento
Manto nevoso stabile	4	6, 7
Manto nevoso moderatamente instabile	3	4, 5
Manto nevoso fortemente instabile	1, 2	1, 2, 3

Tabella 12. *Valutazione della stabilità in base agli esiti dei test.*

□ per quanto riguarda la qualità della superficie di taglio, non essendo ancora disponibili sufficienti dati sperimentali in merito, essa può essere utilizzata come ulteriore conferma di una determinata classe o per meglio caratterizzare situazioni con elevati gradi dei test ma con stabilità bassa determinata secondo gli altri criteri.



Allegato C. Elenco indicativo di beni immobili vulnerabili.

Insedimenti residenziali e immobili assimilabili	Impianti ricreativi
Zone e nuclei residenziali	Impianti di risalita nei comprensori per gli sport invernali
Edifici residenziali singoli	Piste da sci di discesa
Zone di servizi frequentate da persone	Piste da sci di fondo
	Piste da slittino
Edifici pubblici e di pubblico interesse	Campi da gioco
Municipi	Altri impianti per l'esercizio di sport anche non agonistici
Strutture della protezione civile	Impianti per il tempo libero
Sedi di enti locali quali Comunità montane, Enti parco, ecc.	Installazioni per sagre ed attività all'aria aperta
Sedi delle Forze di polizia	Edifici di ricreazione, sale da gioco, discoteche ed edifici assimilabili
Sedi del Corpo forestale	
Ospedali e case di cura	Impianti turistici
Tribunali	Esercizi alberghieri
Scuole	Altri impianti turistici alloggiativi
Uffici postali	Esercizi di somministrazione di pasti e bevande
Auditorium, teatri, biblioteche, sale multimediali, centri civici, centri sociali, centri socio-assistenziali, sale polifunzionali	Campeggi
Musei, strutture espositive	Insedimenti produttivi
Stazioni per il trasporto pubblico	Impianti produttivi di trasformazione
Carceri	Attività commerciali
Cimiteri	Attività di servizi
Zone militari e strutture delle Forze Armate	Allevamenti
Edifici per i culti religiosi	Costruzioni e impianti di supporto all'agricoltura
Altri edifici pubblici adibiti a servizi civili	Impianti estrattivi
Infrastrutture di trasporto	Impianti tecnologici
Autostrade	Impianti di depurazione acque
Strade statali	Impianti di smaltimento e riciclaggio di rifiuti
Strade provinciali	Centrali e altri impianti per la produzione di energia
Strade comunali	Centrali per il teleriscaldamento
Viabilità minore	Impianti di deposito, trasporto e distribuzione di fonti di energia
Piste ciclabili	Impianti di adduzione, accumulo e distribuzione di acque
Strade pedonali	Impianti di telecomunicazioni
Spazi di sosta e di parcheggio	Altri impianti tecnologici rilevanti
Ferrovie	
Aeroporti	
Eliporti	
Impianti di risalita per trasporto pubblico locale	