



CAI Ligure Genova

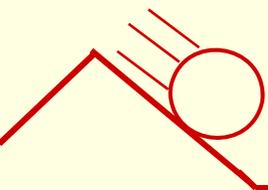
Scuola Alpinismo Giovanile



La neve al suolo

Gian Carlo Nardi - 2005

gianardi@tin.it



Sommario

- idrometeore e neviccate
- evoluzione della neve al suolo
- altre idrometeore interessanti
- caratteristiche della neve
- manto nevoso e metodi di esame
- spunti bibliografici



Vallone di Malatrà



Idrometeore e nevicate

M. Moretti Foggia, *Macugnaga*, 1954

Le idrometeore (solide)

Ciascuna delle forme con le quali si manifestano i fenomeni di condensazione e di precipitazione dell'**umidità** atmosferica

Sono di nostro interesse:

- la neve e il ghiaccio (grandine)
- la brina opaca
- la brina di superficie
- la nebbia
- la pioggia



Monte Reixa

Come nasce la neve

La **nevicata** è una precipitazione di cristalli di ghiaccio generatisi per condensazione e/o sublimazione dell'umidità della nube intorno ai nuclei di condensazione

I parametri termoigrometrici e la quota dello **zero termico** (ZT) determinano se la neve arriverà al suolo asciutta, bagnata o disciolta

Di regola nevica al suolo sino ad alcune centinaia di metri al di sotto della quota ZT



Centro storico di Genova

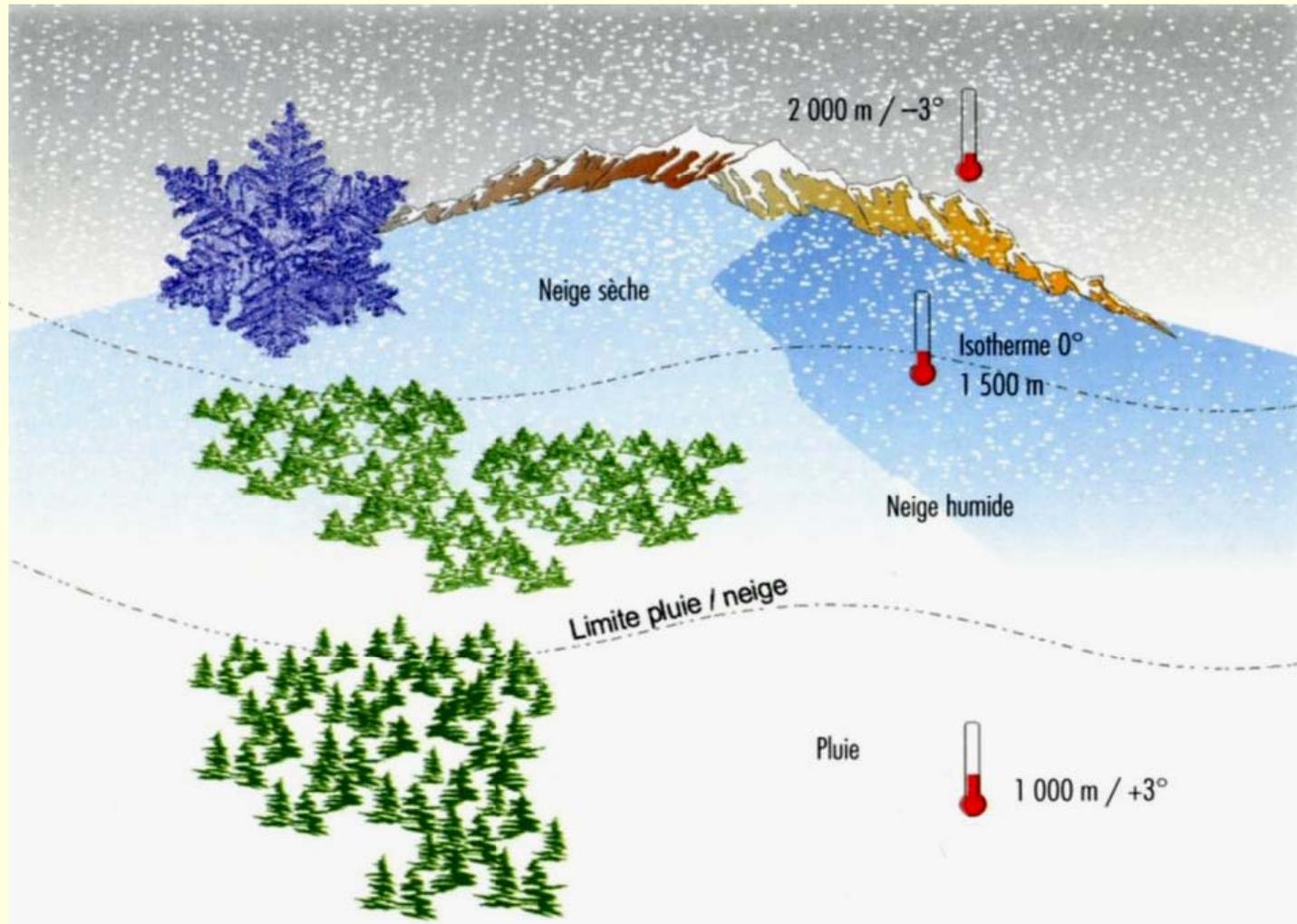
La quota della nevicata

neve
secca

Z T

neve
umida

neve
pioggia



J. M. Lamory

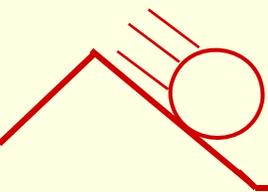
I cristalli di neve

La neve e il ghiaccio cristallizzano nel **sistema esagonale** in conseguenza diretta della struttura molecolare dell'acqua

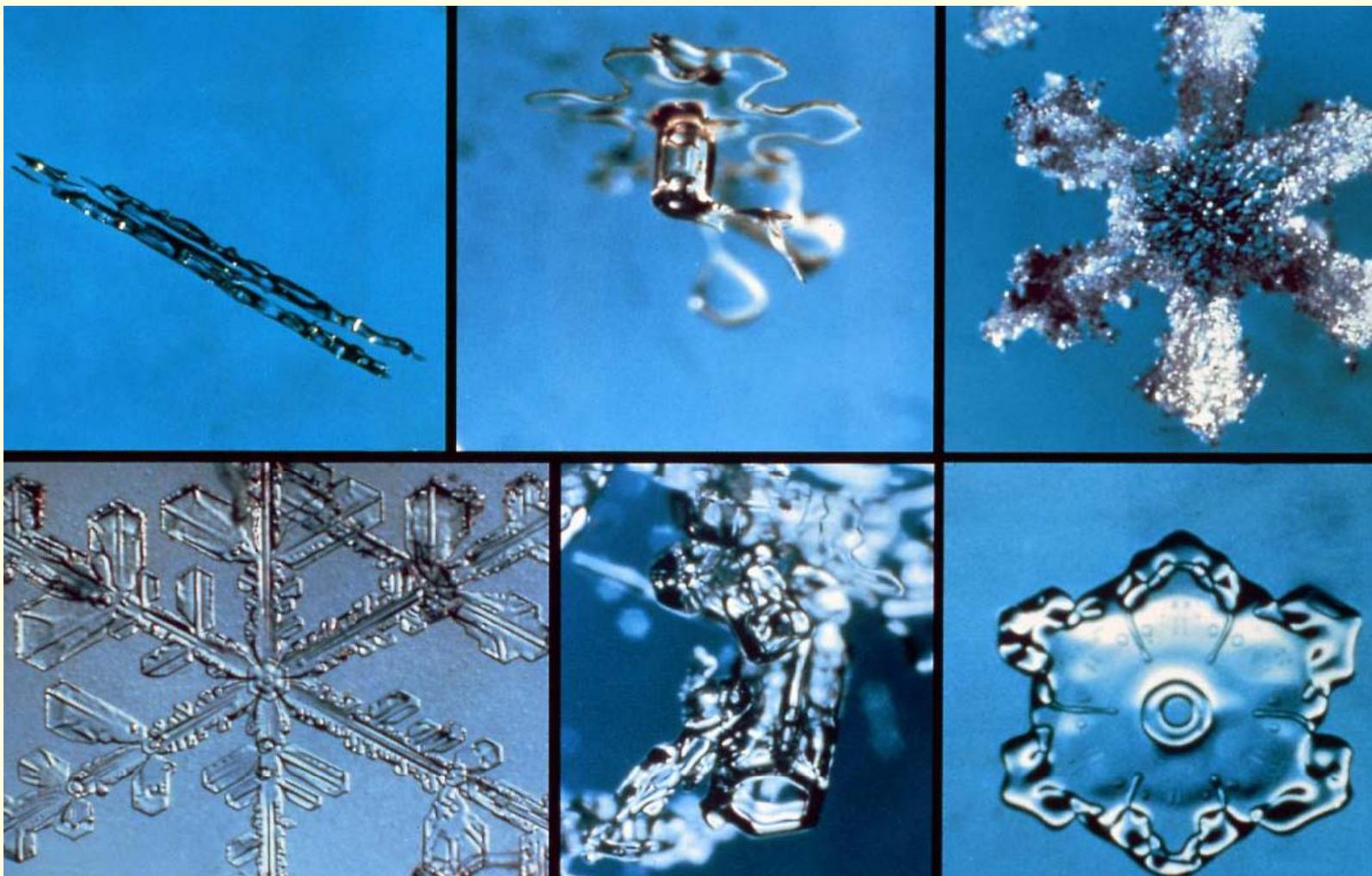
L'asse preferenziale di accrescimento dipende dalla temperatura del processo



da *Scialpinismo* (CAI)



Alcune forme dei cristalli di neve



da *Scialpinismo* (CAI)

Osservazioni?

Evoluzione della neve al suolo

Il manto nevoso

La neve al suolo costituisce **un manto nevoso**, più o meno spesso, che può essere mono o pluristrato

Il manto nevoso ha una faccia poggiata sul suolo, soggetta dal basso al flusso geotermico della Terra, e l'altra a contatto con l'atmosfera e soggetta all'azione di tre fattori:

- azioni meccaniche
- temperatura
- umidità

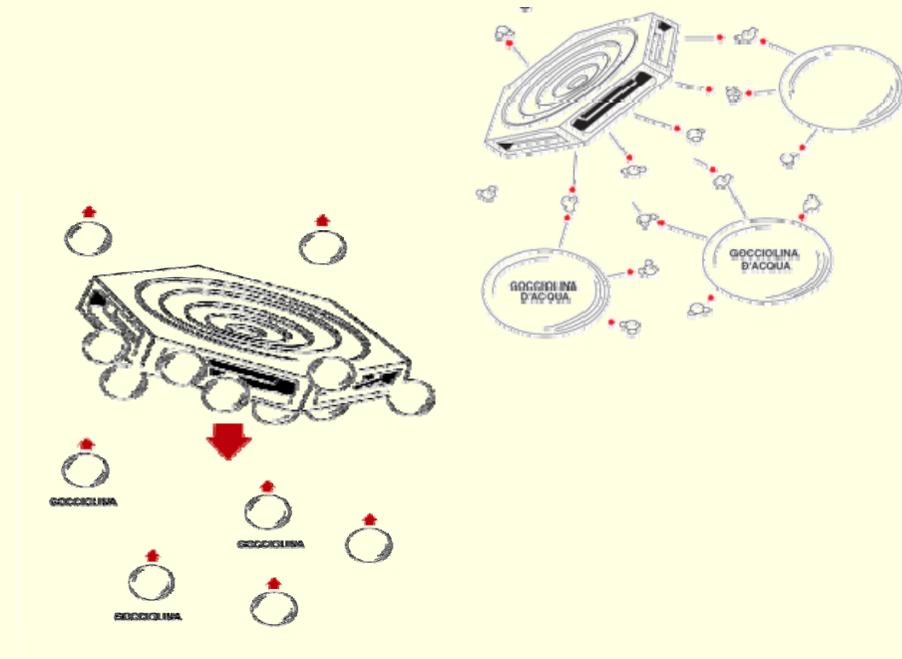


I metamorfismi

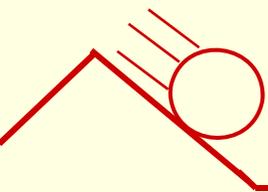
Le azioni esterne sul manto nevoso ne causano una complessa e continua trasformazione, influenzata anche del tenore di umidità del manto, detta **metamorfismo della neve al suolo**

Questa trasformazione è la risultante di quattro metamorfismi specifici:

- della neve secca (asciutta)
- della neve umida (di fusione)
- da vento
- di pressione (battitura)



da *Scialpinismo* (CAI)



Superfici del manto nevoso ...

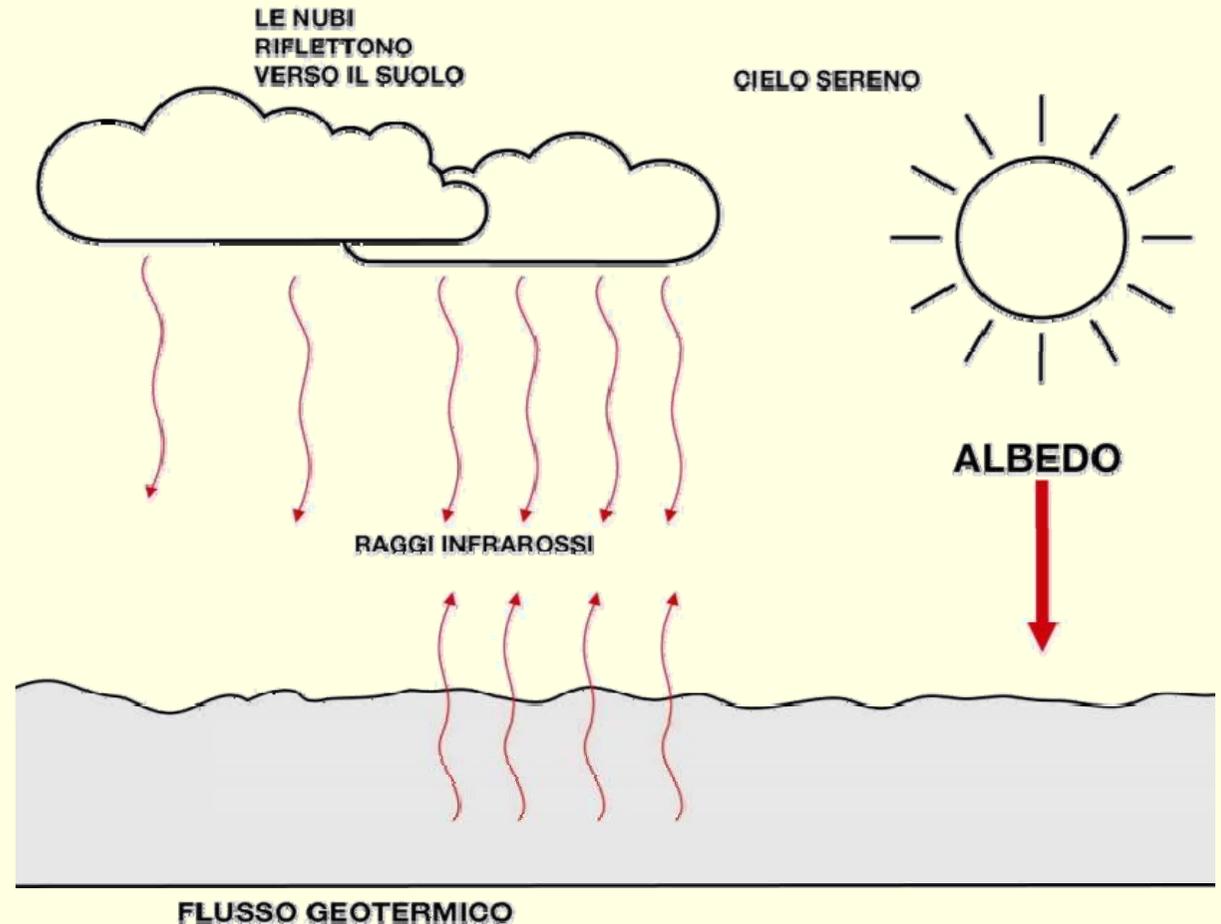


da *Scialpinismo* (CAI)

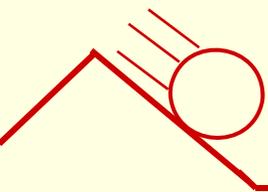


Il quadro energetico

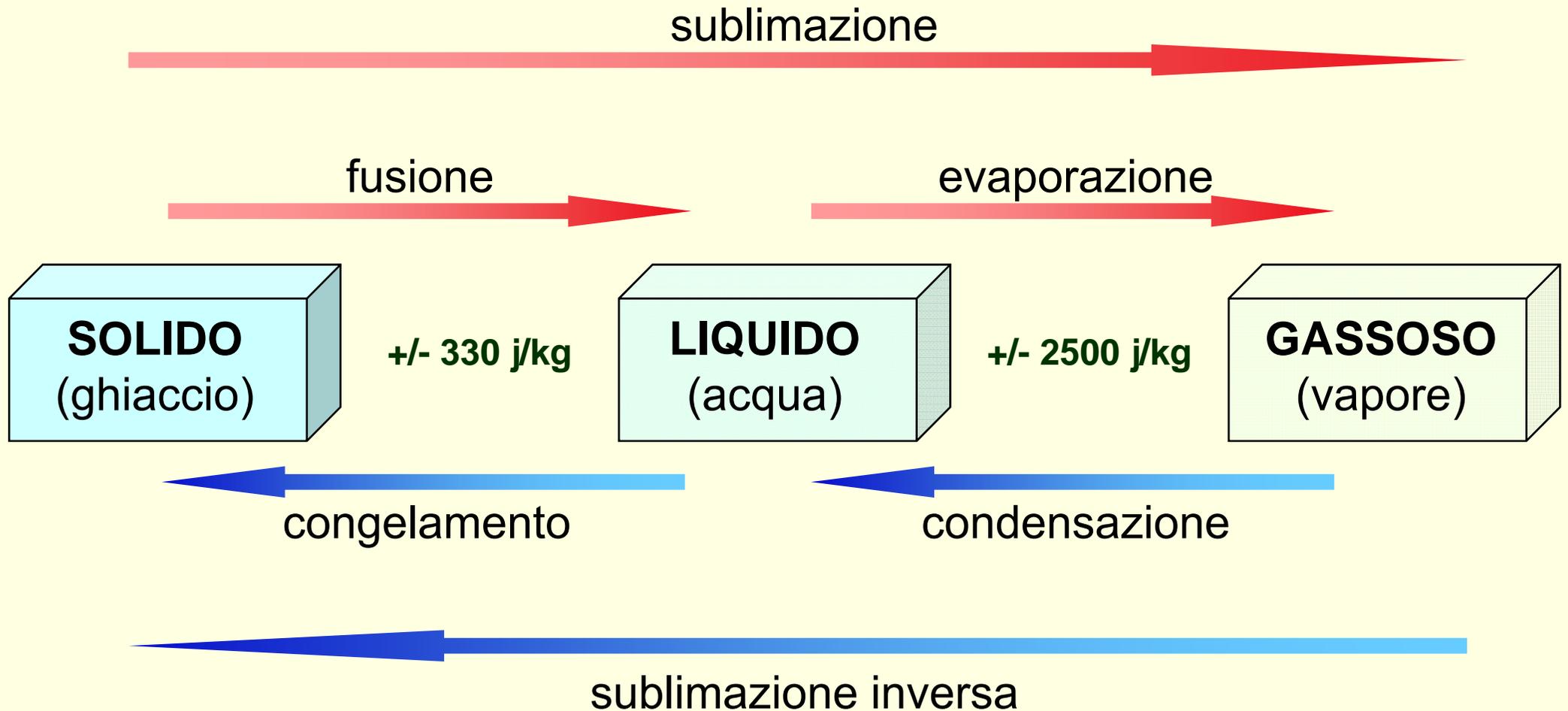
- irraggiamento solare
- albedo
- temperatura e umidità dell'aria
- irraggiamento notturno
- radiazione infrarossa
- flusso geotermico



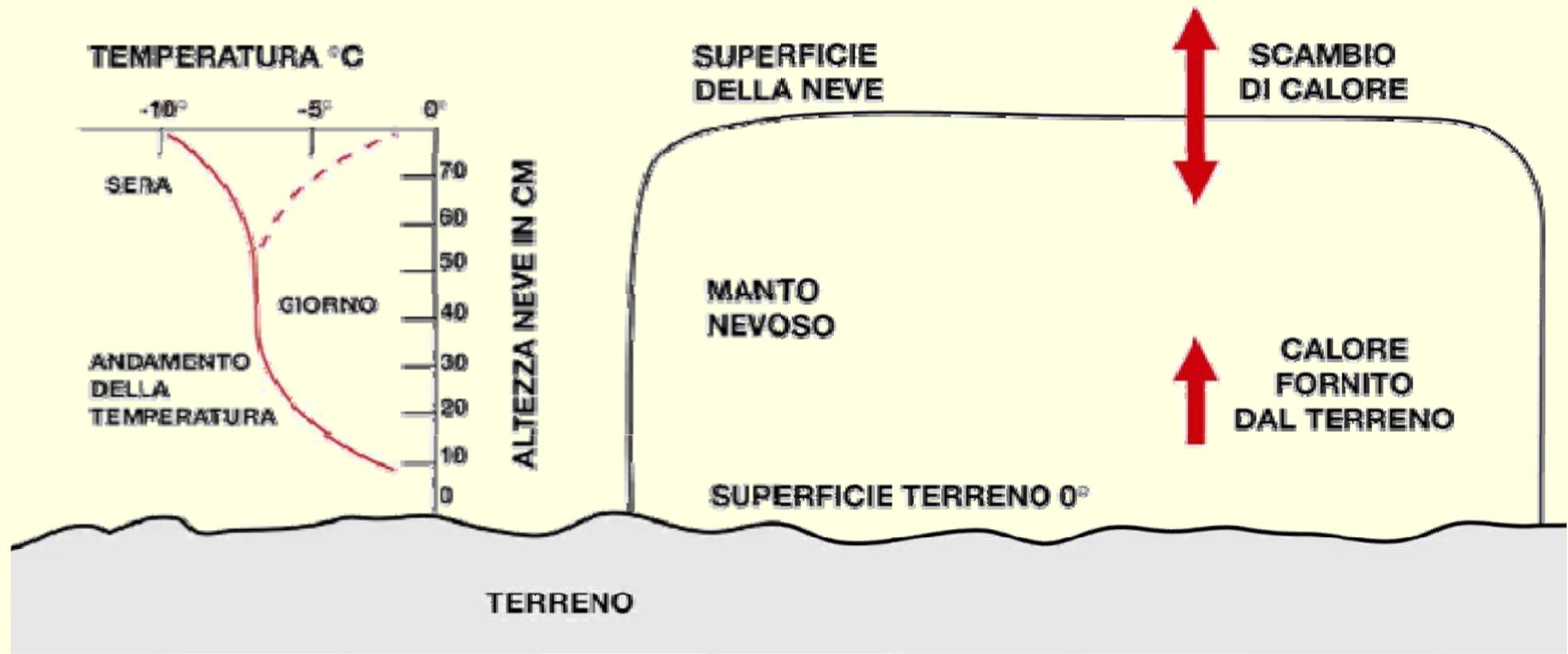
da *Scialpinismo* (CAI)



I passaggi di stato

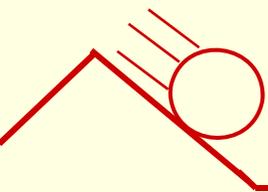


Il gradiente di temperatura (GT)



Il gradiente di temperatura (GT) è la variazione di temperatura per m (o cm) di spessore del manto nevoso

da *Scialpinismo* (CAI)



Prime trasformazioni

I cristalli di neve fresca (++) riducono rapidamente le ramificazioni per cause meccaniche, trasformandosi in particelle frammentate (//) e legandosi per feltratura. Il manto si assesta espellendo una parte significativa dell'aria in esso contenuto.



da *Scialpinismo* (CAI)

I metamorfismi della neve secca

Con temperature negative e assenza di acqua allo stato liquido nel manto, abbiamo la neve secca (o asciutta)

Il parametro fondamentale di trasformazione è la temperatura, e in funzione del gradiente avremo metamorfismi da:

- debole gradiente ($GT < 5^{\circ}\text{C/m}$)
- medio gradiente ($5^{\circ}\text{C/m} < GT < 20^{\circ}\text{C/m}$)
- forte gradiente ($GT > 20^{\circ}\text{C/m}$)



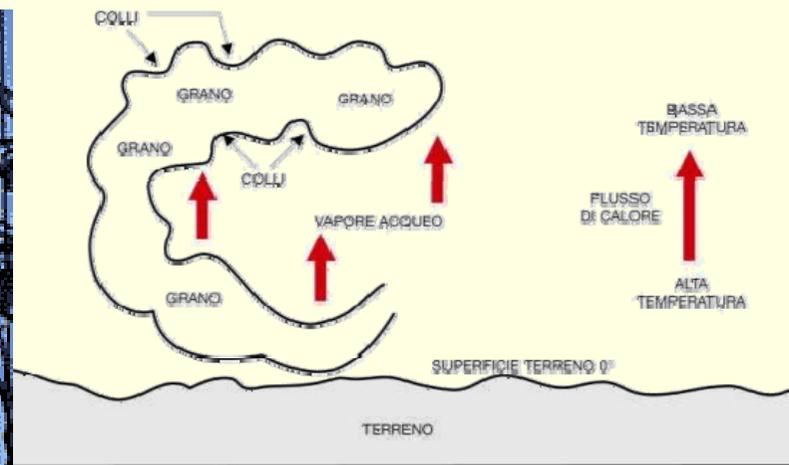
Cervino – Monte Rosa

Il metamorfismo da debole gradiente

Il metamorfismo da debole gradiente
(o da isotermità, ex “metamorfismo distruttivo”)

con $GT < 5^{\circ}\text{C/m}$

genera grani arrotondati (●●), causati dalle differenze di tensione di vapore, che si saldano fra loro con un processo di sinterizzazione



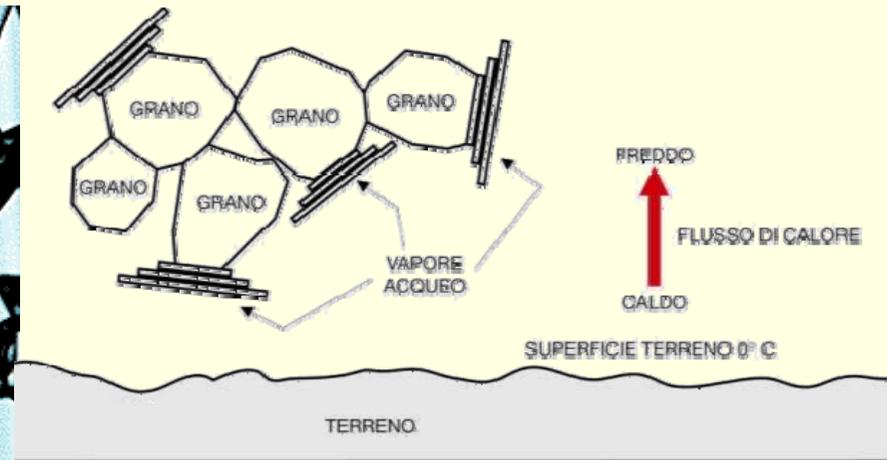
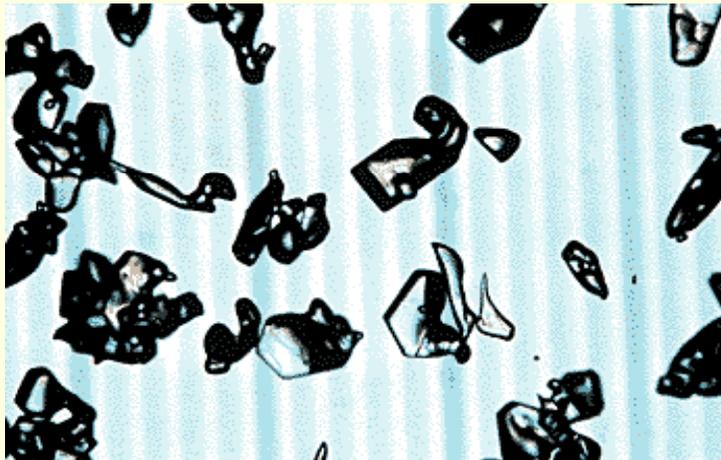
da *Scialpinismo* (CAI)

Il metamorfismo da medio gradiente

Il metamorfismo da medio gradiente
(ex “metamorfismo costruttivo”)

con $5^{\circ}\text{C}/\text{m} < \text{GT} < 20^{\circ}\text{C}/\text{m}$

genera cristalli sfaccettati (□□), causati dalle correnti di aria umida ascendenti, poco legati tra loro (“grani di sale”)



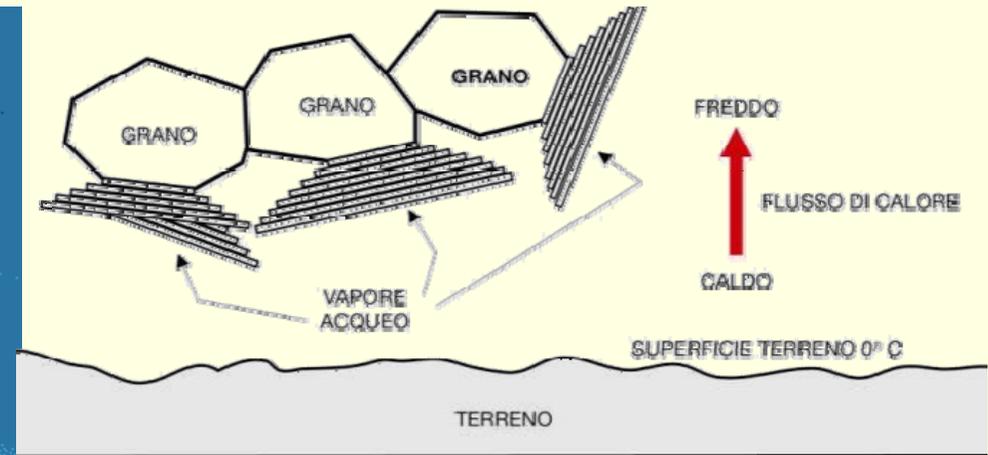
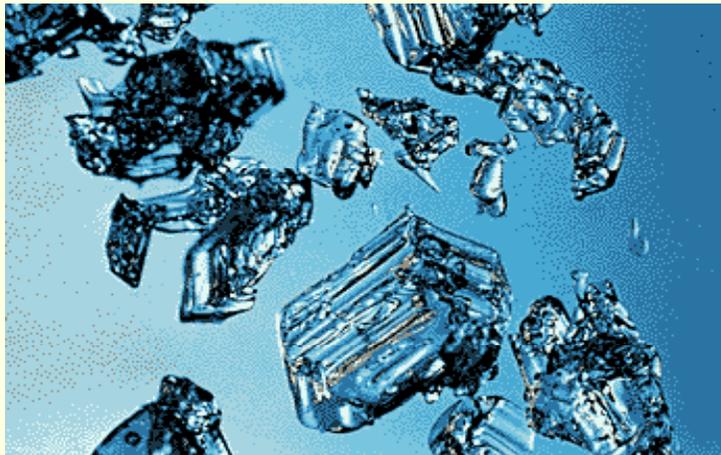
da *Scialpinismo* (CAI)

Il metamorfismo da forte gradiente

Il metamorfismo da forte gradiente
(ex “metamorfismo costruttivo”)

con $GT > 20^{\circ}\text{C/m}$

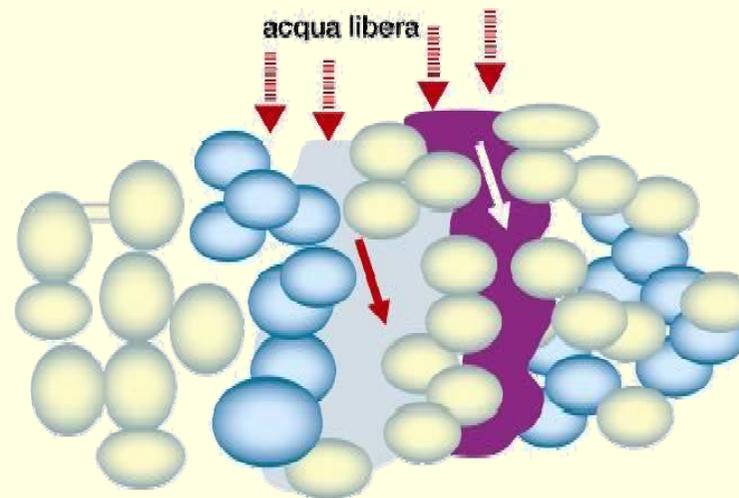
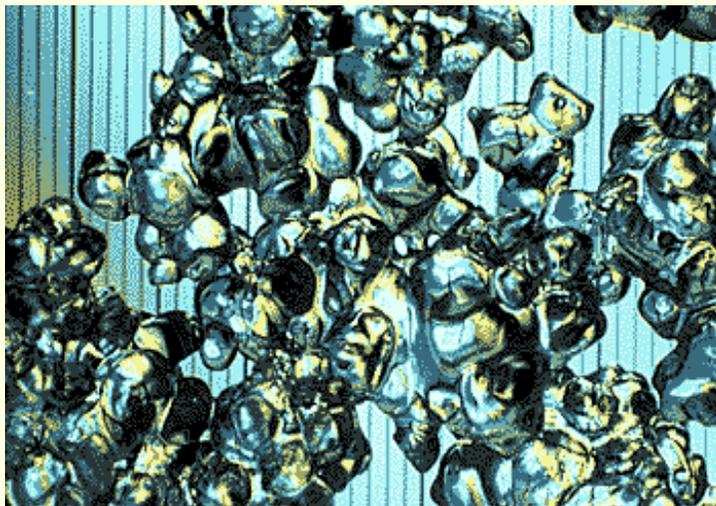
genera brina di profondità ($\wedge \wedge$), causata dalle elevate correnti di aria umida ascendenti, composta da fragili cristalli a calice



da *Scialpinismo* (CAI)

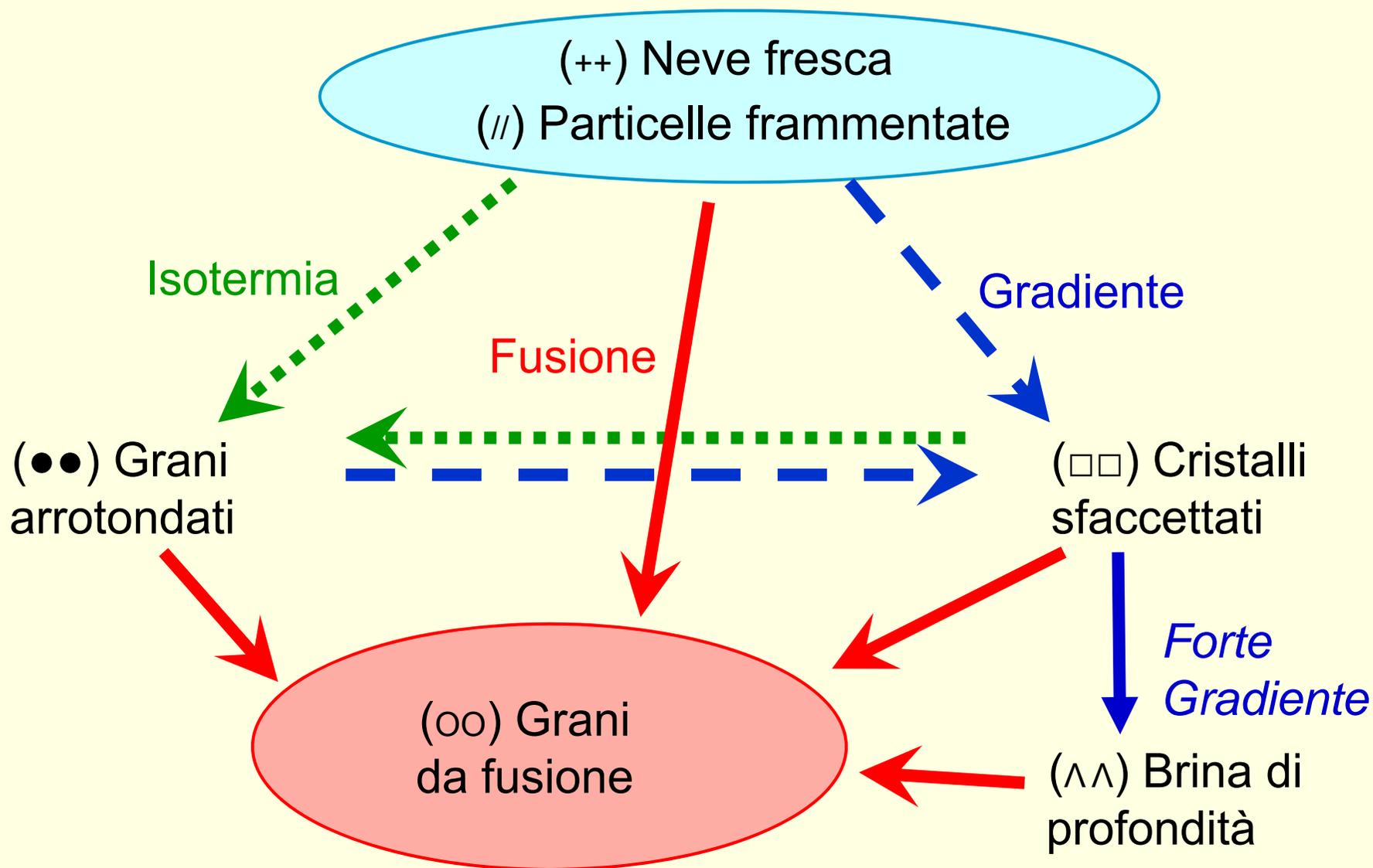
Il metamorfismo della neve umida

Il metamorfismo da fusione e rigelo (o della neve umida) si verifica con temperature del manto prossime allo 0°C e con presenza di acqua liquida nel manto
Genera grani da fusione (OO), la cui coesione è funzione della temperatura (ciclo fusione e rigelo)



da *Scialpinismo* (CAI)

Riepilogo dei metamorfismi igrotermici



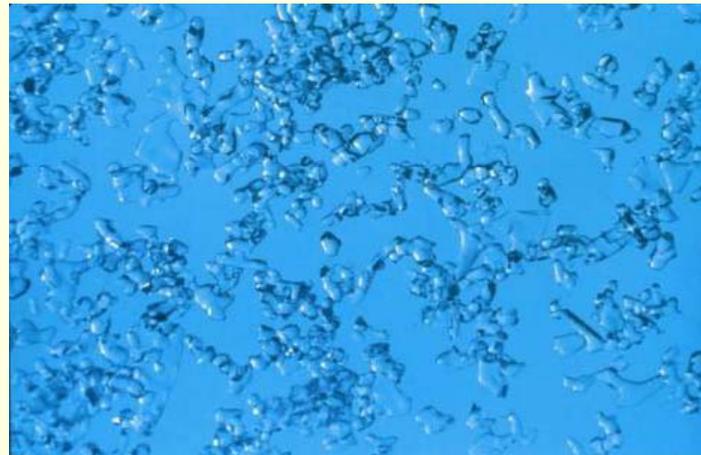


**Facciamo il punto
Osservazioni**

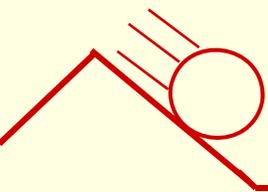
Trasformazione da vento

Il vento causa profonde trasformazioni meccaniche della neve, sia in fase di precipitazione, sia in fase di trasporto

I cristalli originari si trasformano in grani fini e il manto si compatta, anche notevolmente, per sinterizzazione



da *Scialpinismo* (CAI)

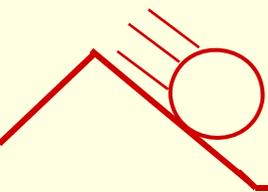


Trasporto eolico della neve

I meccanismi di trasporto della neve

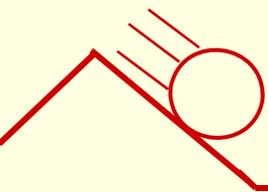


da *Scialpinismo* (CAI)

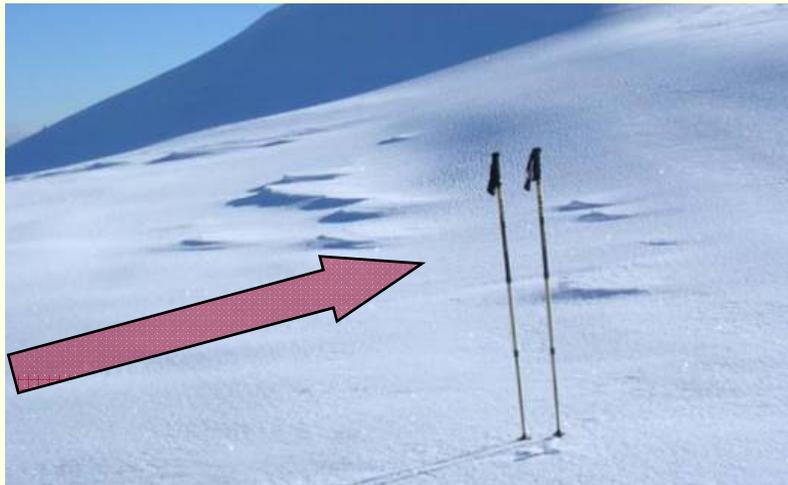


L'azione del vento





Effetti del vento



Trasformazione da pressione

La pressione esercitata da uno scialpinista, da un gruppo o da un mezzo meccanico comprime e compatta la neve nella zona di appoggio



Osservazioni?

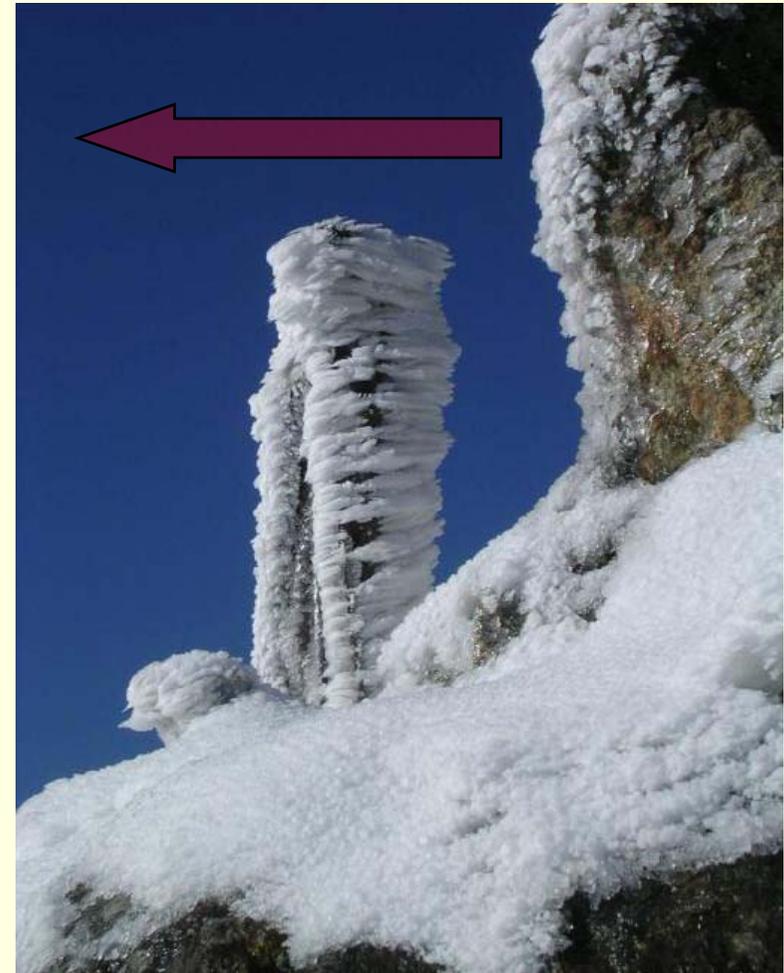


Altre meteore interessanti

La brina opaca

Affine alla brina di superficie, si forma sul lato sopra vento di oggetti e strutture

Insignificante per le valanghe, è un ottimo indicatore della direzione del vento significativo



Monte Reixa

La brina di superficie

La brina di superficie è composta da cristalli molto fragili che si formano al suolo nelle notti fredde per sublimazione dell'umidità dell'aria

Insignificante in superficie, costituisce un pericoloso strato fragile se inglobata nel manto da successive nevicate



La nebbia

La nebbia in genere apporta calore e umidità al manto nevoso per trasmissione diretta dall'aria soprastante

Lo strato superficiale del manto tende a diventare gessoso



Valle di Entremont

La pioggia

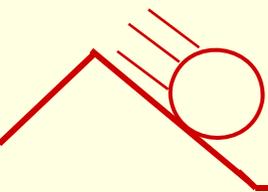
La pioggia aumenta il peso del manto negli strati superficiali, favorisce la percolazione negli strati inferiori e aumenta la lubrificazione interna



Osservazioni

A photograph of a snowy mountain landscape. In the center, a small, light-colored house with a dark roof is nestled among snow-covered trees. The foreground is a smooth, snow-covered slope. The background shows a dense forest of tall, thin trees on a hillside. The sky is clear and blue.

Caratteristiche della neve



La densità

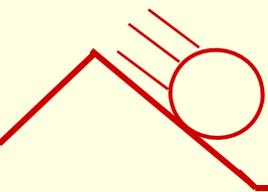
La **densità** della neve varia in funzione delle quantità di aria e di acqua presenti

A titolo esemplificativo:

- fresca ~ 30 kg/m³
- assestata ~ 100 kg/m³
- trasformata ~ 250 kg/m³
- firn ~ 400 kg/m³
- ghiaccio > 500 kg/m³



Monte Beigua



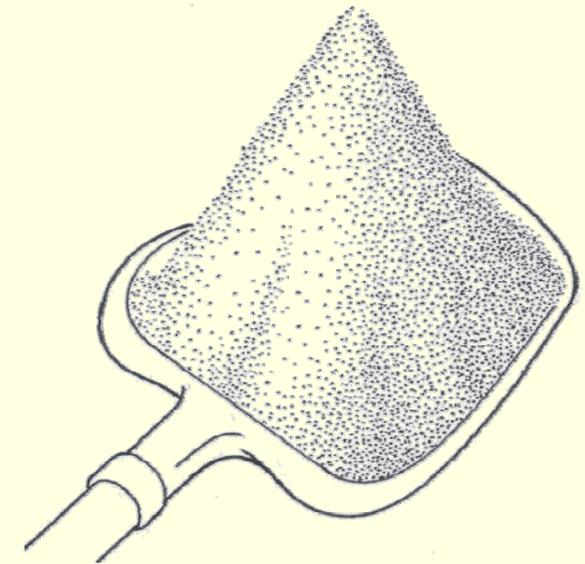
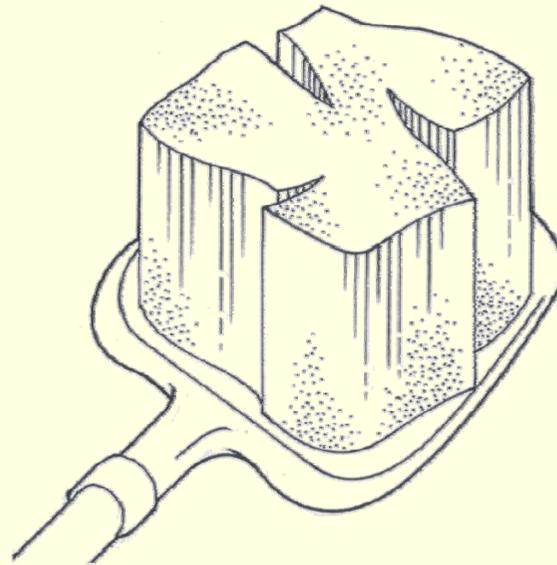
Caratteristiche della neve

La coesione

Coesione: per coesione si intende la capacità dei cristalli di neve di restare uniti tra loro

La coesione può essere per:

- feltratura
- sinterizzazione
- capillarità
- rigelo



Il test della pala

La durezza

La **durezza** della neve indica con buona approssimazione la resistenza a compressione dello strato in esame

Il test della mano è un metodo di valutazione speditivo

TEST DELLA MANO	Termine Sci alpinistico Termine tecnico	Sonda a percussione (N) (10 N ~ 1 kg)	Ordine di grandezza della pressione (Pa)	Simbolo	Simbolo grafico
Pugno	<u>molto soffice</u> molto bassa	0-20	$0-10^3$	R1	
4 Dita	<u>soffice</u> bassa	20-150	10^3-10^4	R2	///
1 Dito	<u>semi dura</u> media	150-500	10^4-10^5	R3	XX
Matita	<u>dura</u> alta	500-1000	10^5-10^6	R4	////
Lama coltello	<u>molto dura</u> molto alta	>1000	> 10^6	R5	XXXX
	ghiaccio			R6	—



Test della mano

L'umidità

Con la mano guantata è anche possibile valutare empiricamente la quantità di **umidità** della neve

La neve può essere:

- asciutta
- umida
- bagnata
- molto bagnata
- fradicia



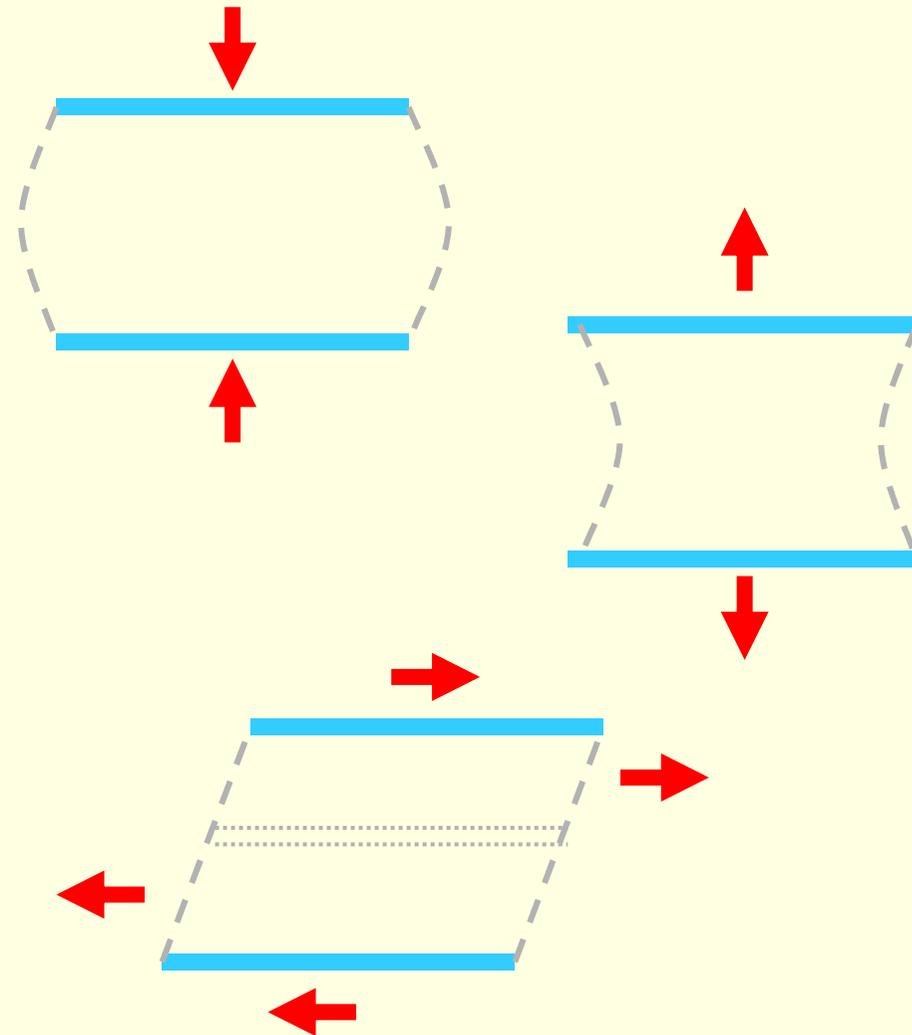
Monte Penna

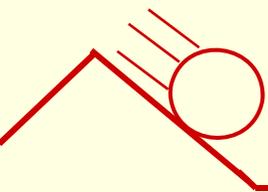
La resistenza

Resistenza: capacità di resistere a sollecitazioni che tendono a mutare le posizioni reciproche dei cristalli:

- compressione
- trazione
- taglio

La resistenza a trazione è circa un decimo di quella a compressione





Altre proprietà

Altre caratteristiche della neve sono di nostro interesse:

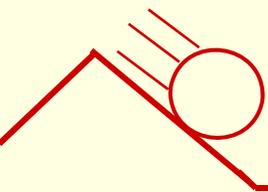
- isolamento
- albedo
- propagazione elettromagnetica



A wide-angle photograph of a snowy mountain slope. The snow is bright white and shows numerous tracks and depressions, suggesting animal movement. In the upper left, there are some dark, snow-covered bushes. The sky is not visible, but the lighting suggests a bright day. The text 'Osservazioni?' is overlaid in yellow in the middle-left area.

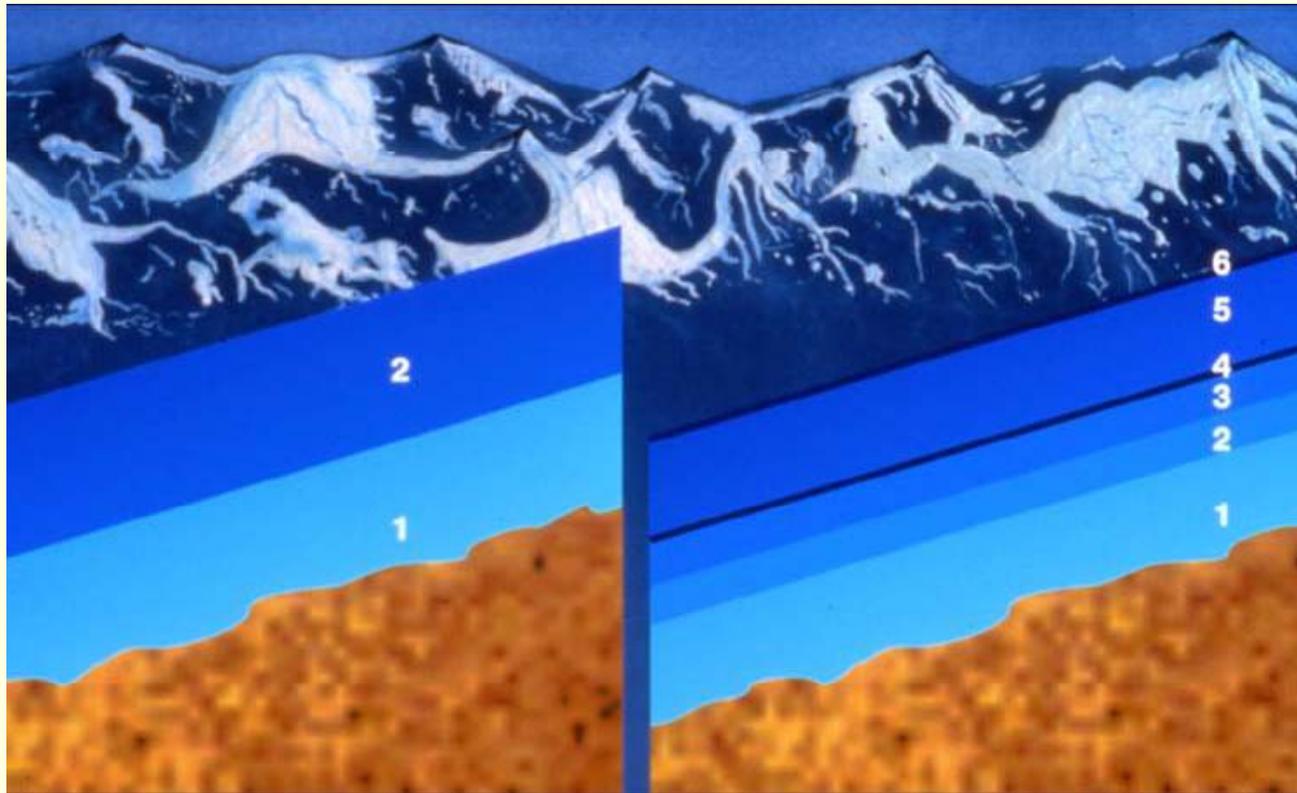
Osservazioni?

Manto nevoso e metodi di esame



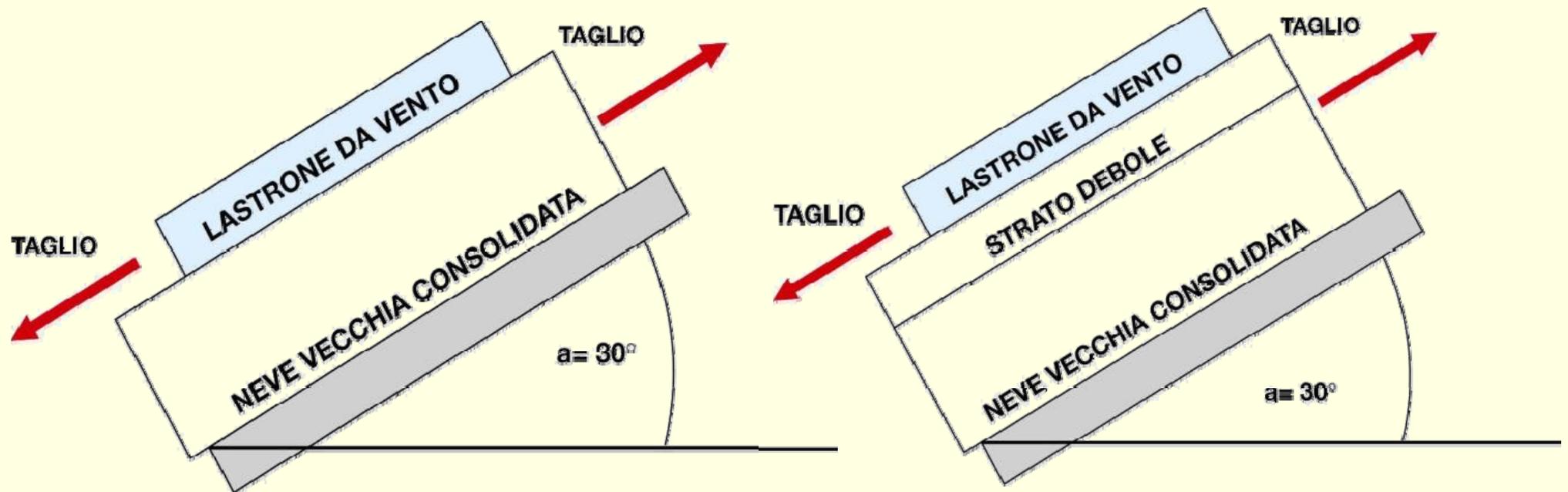
La stratificazione del manto nevoso

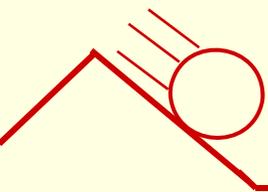
Nevicata successive e accumuli da vento formano strati sovrapposti, anche numerosi, che evolvono continuamente in base ai metamorfismi



L'attrito fra gli strati

L'attrito esprime la resistenza al movimento tra strati adiacenti. In funzione di molteplici fattori, può variare tra limiti considerevoli.

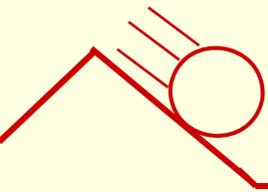




Il neviflusso

Il manto nevoso, soggetto a sollecitazioni applicate lentamente, ha un comportamento plastico simile ad un fluido molto viscoso



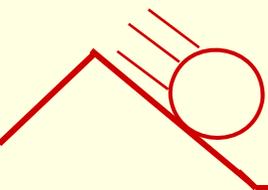


I movimenti veloci

Una massa di neve in movimento (veloce) lungo un pendio, piccola o grande che sia, è una **valanga**.

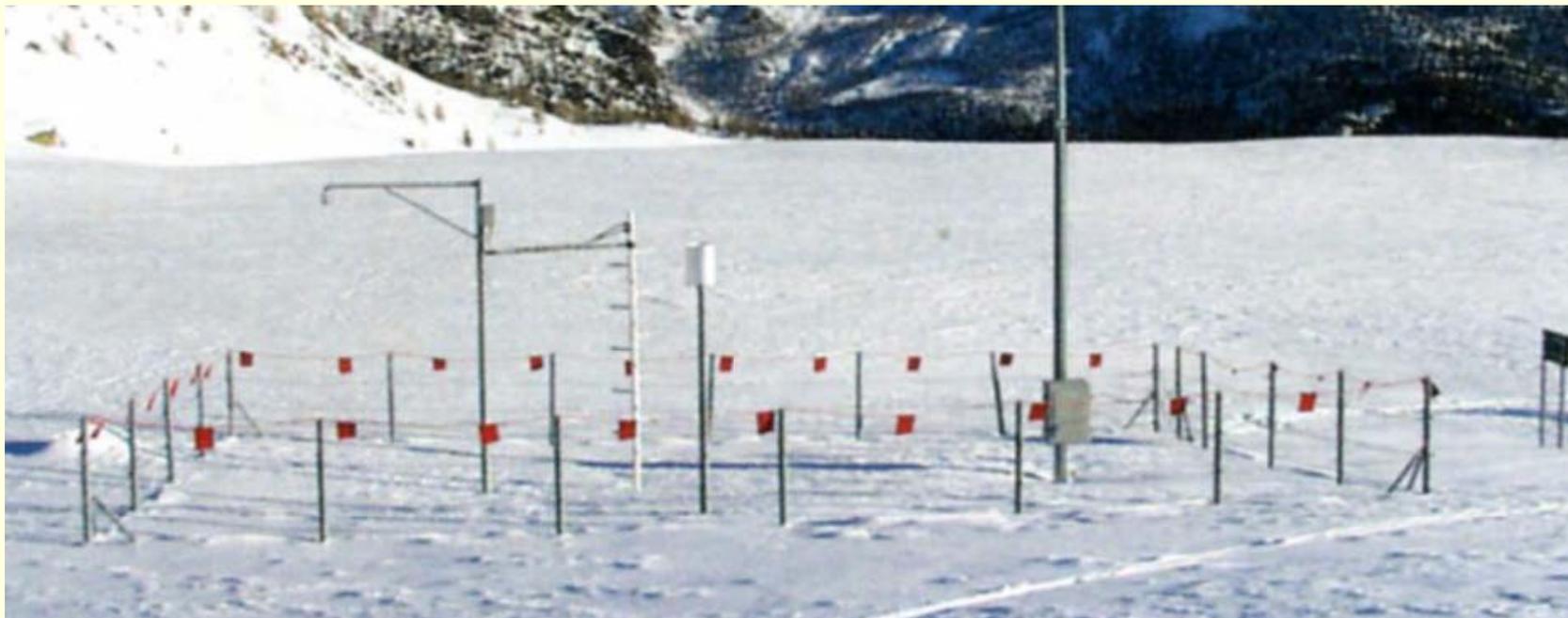
Definizione AINEVA





Lo studio della neve

Conoscere la neve, la sua evoluzione e quella del manto nevoso è importante per comprendere il linguaggio del bollettino meteo e per scegliere e condurre correttamente la gita invernale



Indagini speditive

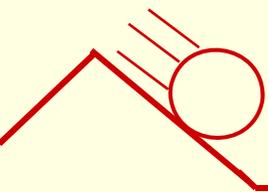
L'alpinista può ricorrere ad alcuni importanti metodi di indagine **speditiva** per meglio comprendere i processi di evoluzione del manto nevoso

Abbiamo già visto il test della pala (per la coesione) e i test della mano (durezza e umidità)

Sono ancora di nostro interesse:

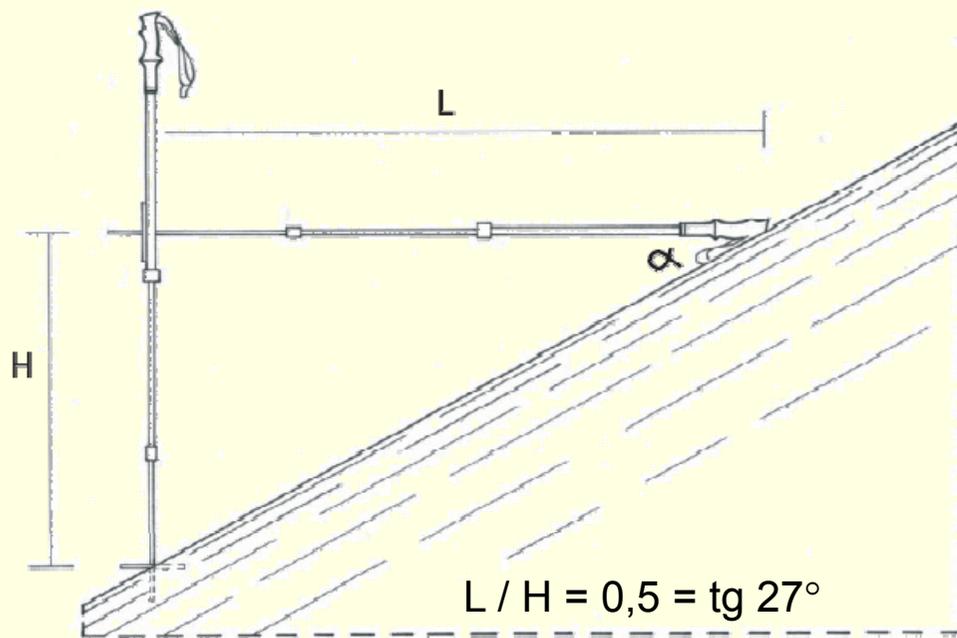
- inclinazione del pendio
- osservazione dei cristalli
- test della sonda
- profilo stratigrafico
- blocco di slittamento

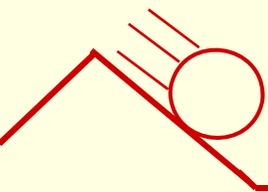




Inclinazione del pendio

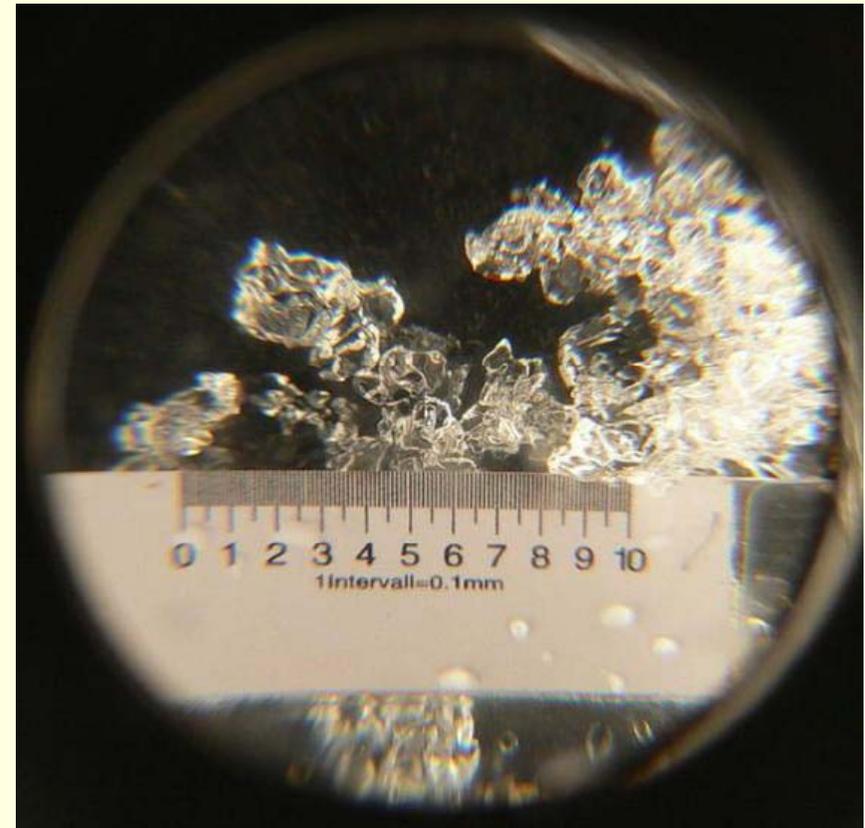
L'inclinazione del pendio $> 27^\circ$ è una delle tre condizioni necessarie per il distacco della **valanga di lastroni**





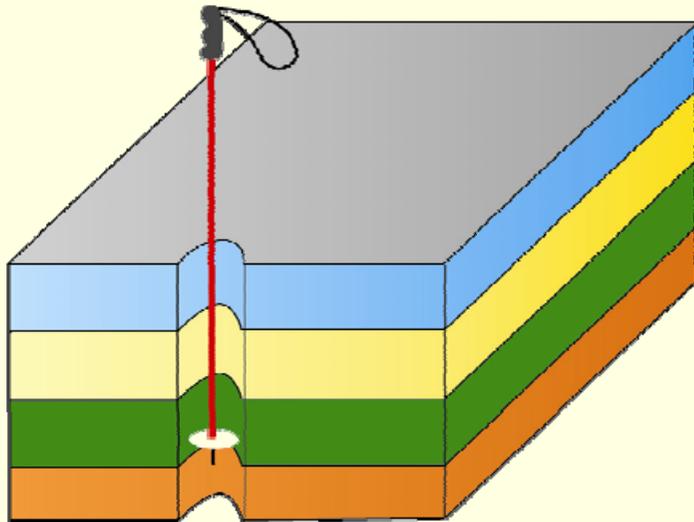
L'osservazione dei cristalli

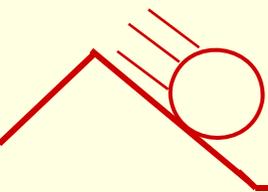
Lentino, tavoletta, e si scopre un mondo...



Il test della sonda

L'uso accorto della sonda, con **una certa esperienza** maturata nei profili stratigrafici, consente una preliminare idea della successione degli strati





La stratigrafia

Un buco nella neve, fino al suolo o almeno a 1,5 m di profondità, con una parete lisciata (in ombra)

Identificazione degli strati e della loro consistenza

In particolare, ricerca degli **strati deboli** e dei piani di slittamento



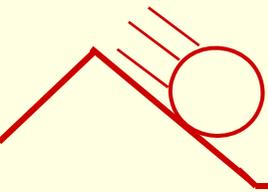
Corso INV-AG al Pordoi (2004)

Il profilo stratigrafico



Tonale

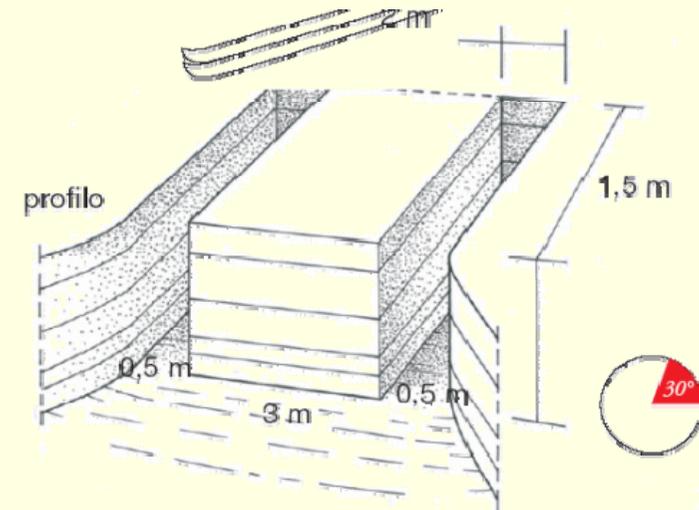
Classificazione di base	Simbolo grafico	Simbolo numerico
Particelle di precipitazione forma iniziale dei cristalli di neve fresca (colonne, aghi, piastre, dendriti stellari, cristalli irregolari, neve pallottolare, grandine, sferette di ghiaccio).	+	1
Particelle di precipitazione frammentate e decomposte arrotondamento e/o separazione delle particelle di precipitazione; la forma iniziale del cristallo è parzialmente riconoscibile. Un tempo si usava il termine neve feltrata.	/	2
Grani arrotondati (monocristalli) piccole particelle arrotondate (<0,5 mm) oppure grosse particelle arrotondate (>0,5 mm); si tratta di grani rotondi con poche sfaccettature e spesso ben legati tra loro. (Stadio finale del metamorfismo distruttivo - GT debole).	●	3
Cristalli sfaccettati cristalli pieni con superfici piane; di solito prismi esagonali; con il diminuire del gradiente termico si arrotondano le facce. Forma di crescita cinetica. (Stadio iniziale del metamorfismo costruttivo - GT medio).	□	4
Brina di fondo - cristalli a forma di calice cristalli a forma di calice e striati, normalmente cavi o parzialmente pieni. Forma di crescita cinetica. (stadio finale del metamorfismo costruttivo - GT forte).	^	5
Grani da fusione e rigelo policristalli arrotondati, sia bagnati che rigelati; grani arrotondati a grappoli; neve fusa. I grani sono legati gli uni agli altri da processi di fusione e rigelo.	○	6
Cristalli a piuma brina di superficie e brina di cavità. Cristalli striati a piuma, allineati, di solito piani, a volte aghiformi.	∨	7
Masse di ghiaccio strati di ghiaccio orizzontale, verticale o sul fondo.	—	8
Depositi in superficie e croste galaverna, crosta da pioggia, crosta da sole, crosta da vento, crosta da fusione e rigelo.	∇	9

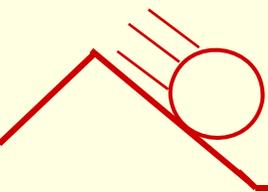


Il blocco di slittamento

Il blocco di slittamento consente di valutare la resistenza di base al taglio in quel particolare punto del pendio

Il test non è generalizzabile





Validità dei test

I test offrono molte indicazioni importanti, ma non estensibili all'intero pendio

Non consentono quindi valutazioni operative del tipo *vado o non vado*

Sono invece indispensabili per capire i meccanismi che regolano l'evoluzione del manto nevoso e il distacco delle valanghe



Valle Stretta

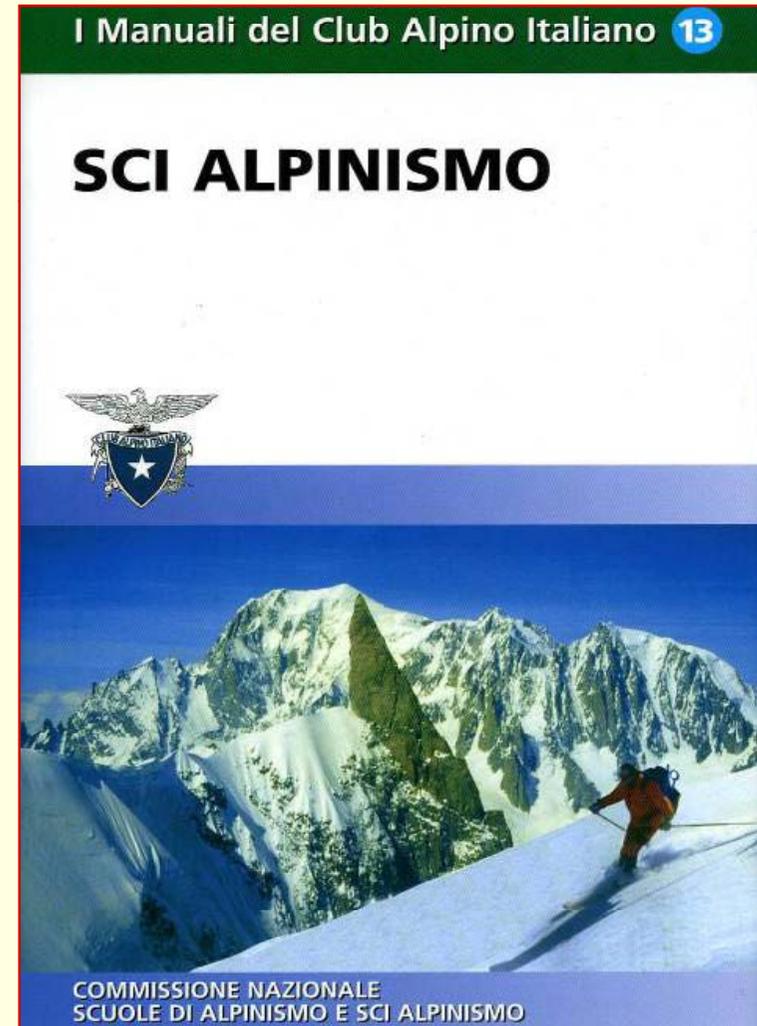
Osservazioni?

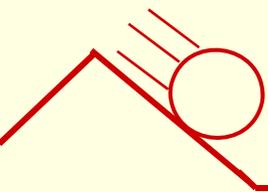
Suggerimenti bibliografici

Scialpinismo

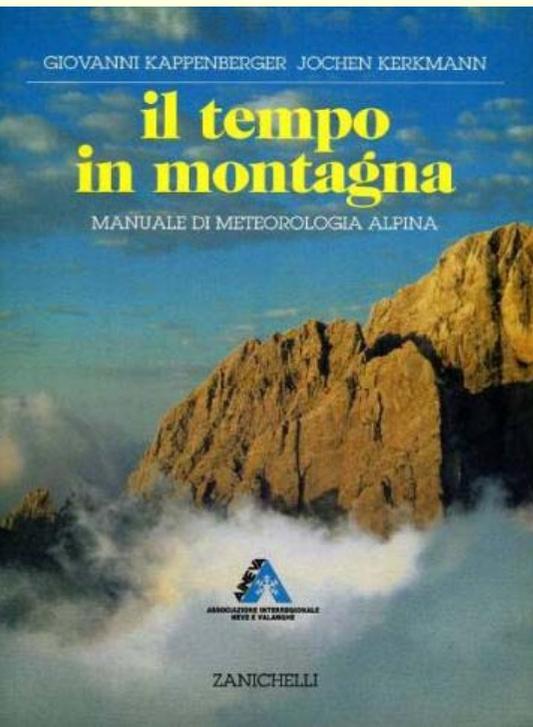
della Commissione nazionale
Scuole di Alpinismo e Scialpinismo
del Club alpino italiano

Questa presentazione è basata
sul manuale “Scialpinismo”, che
costituisce il riferimento
scientifico e operativo
irrinunciabile

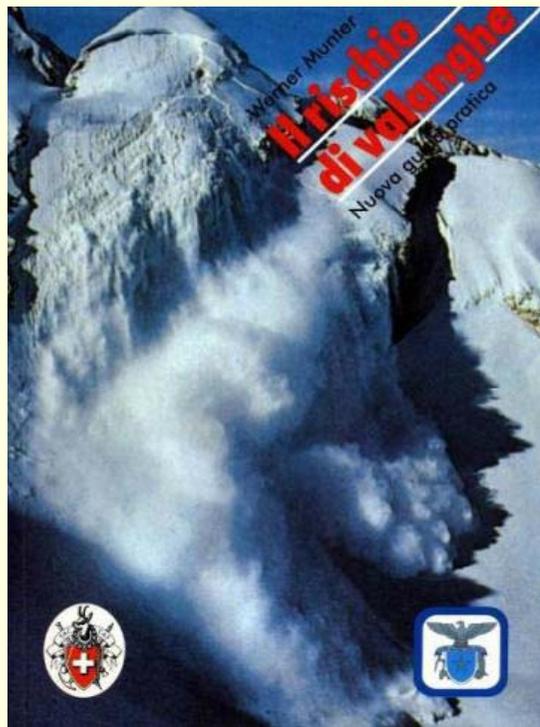




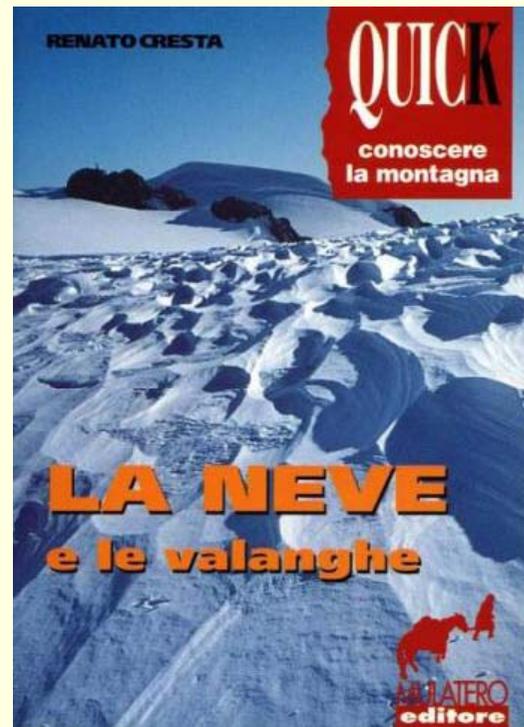
Manuali di approfondimento



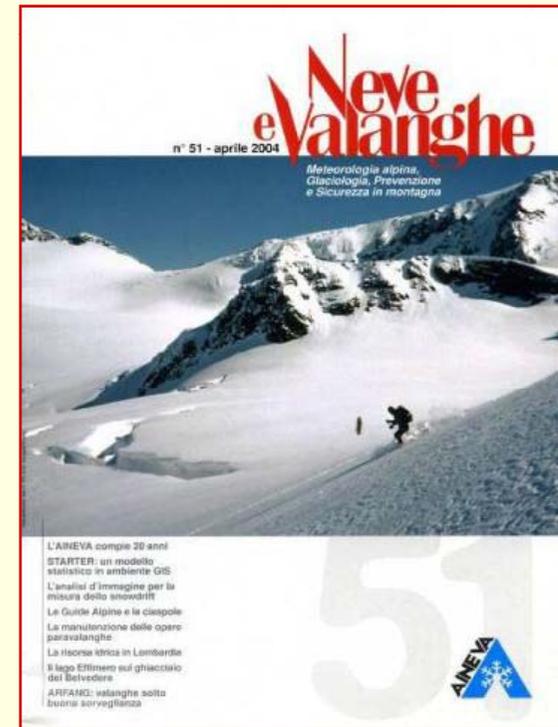
Kappenberger



Munter

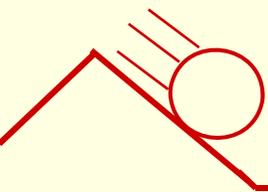


Cresta

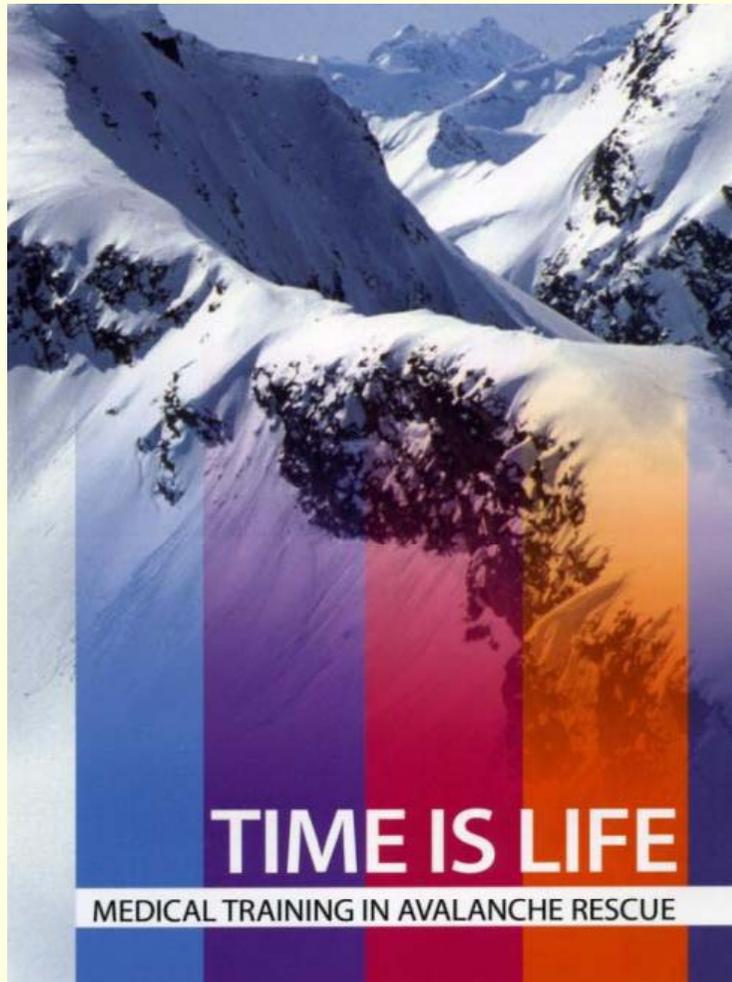


AINEVA

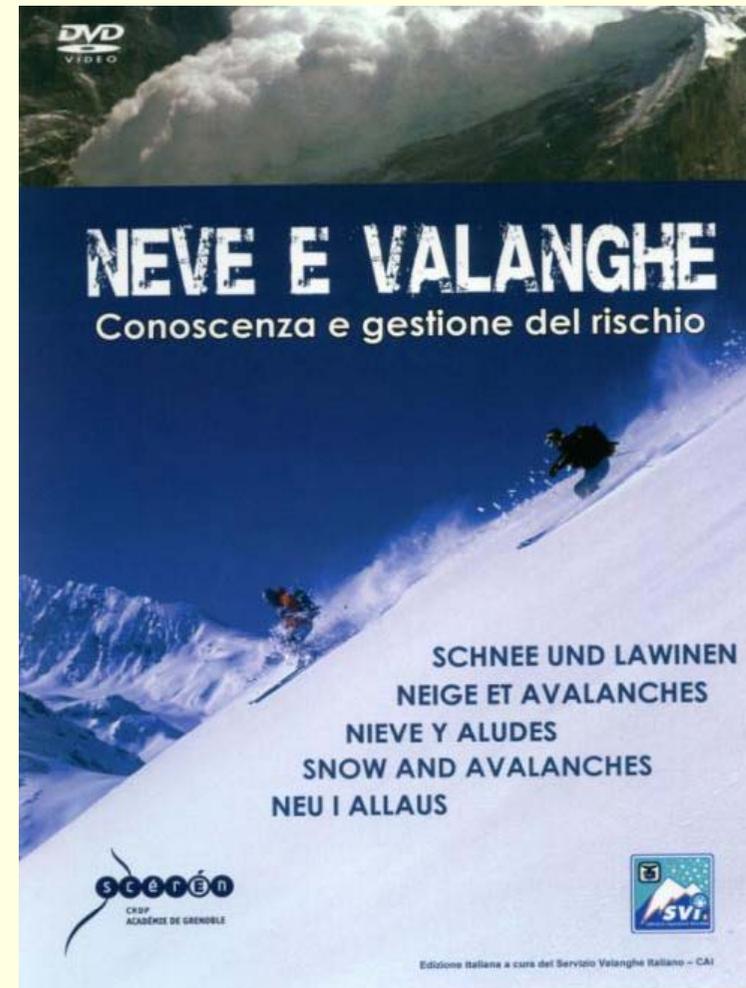




Spunti bibliografici
Testi multimediali



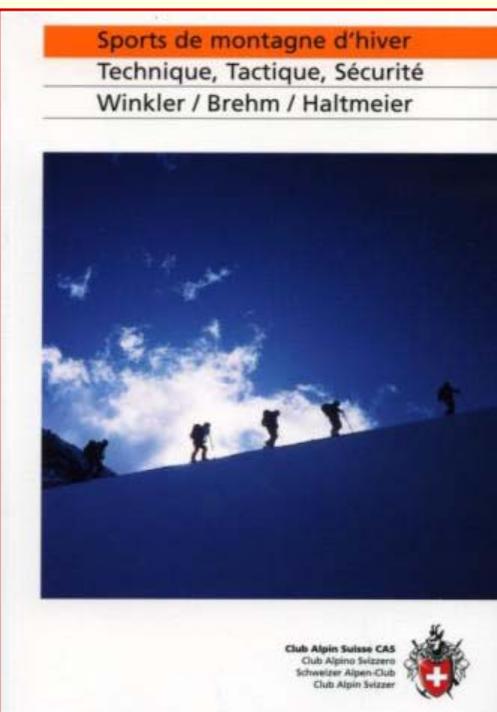
IKAR-CISA



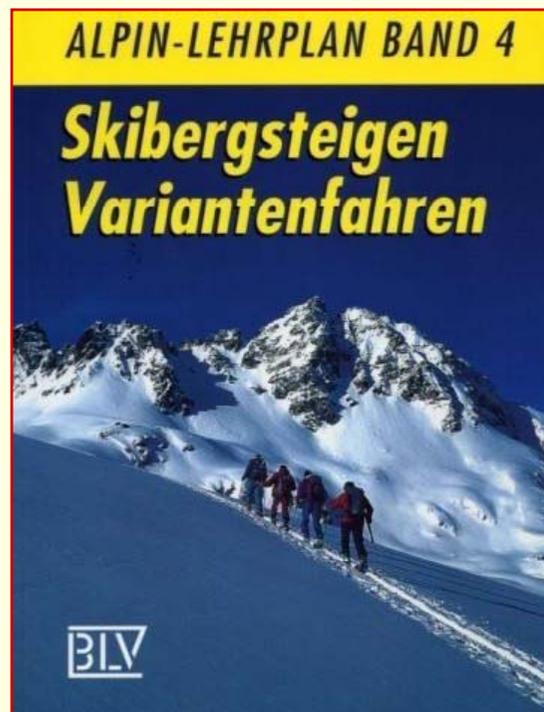
ANENA (SVI)



Testi esteri di riferimento



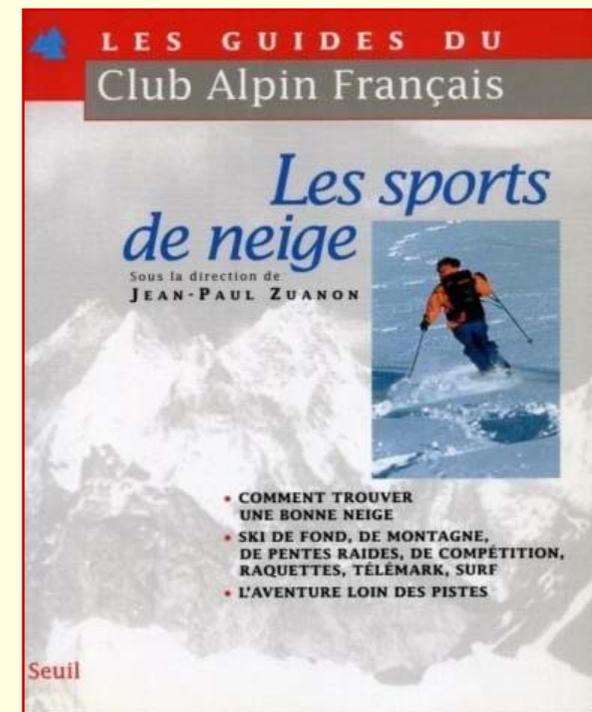
SAC/CAS



DAV e AVS



ÖAV e DAV



CAF

Molte immagini sono dell'autore. Altre immagini e tabelle sono tratte dal manuale **Scialpinismo** del Club Alpino Italiano

Alcune altre immagini o schematizzazioni sono tratte da:

- SVI-CAI (Servizio Valanghe Italiano)
- AINEVA (Associazione Italiana Neve e Valanghe)
- SLF (Centro studi valanghe, Davos)
- CAS/SAC (Club Alpin Suisse)
- MeteoFrance e CEMAGREF
- *Randonner*, J.M. Lamory
- *Les sport de neige*, CAF
- *3x3 Lawinen*, Werner Munter
- *Skibergsteigen Variantenfahren*, DAV e AVS
- *Lawinen und Risikomanagement*, E. Wassermann e M. Wicky

... e buone gite
in sicurezza

