

NEVE

Evoluzione e stabilità del manto nevoso



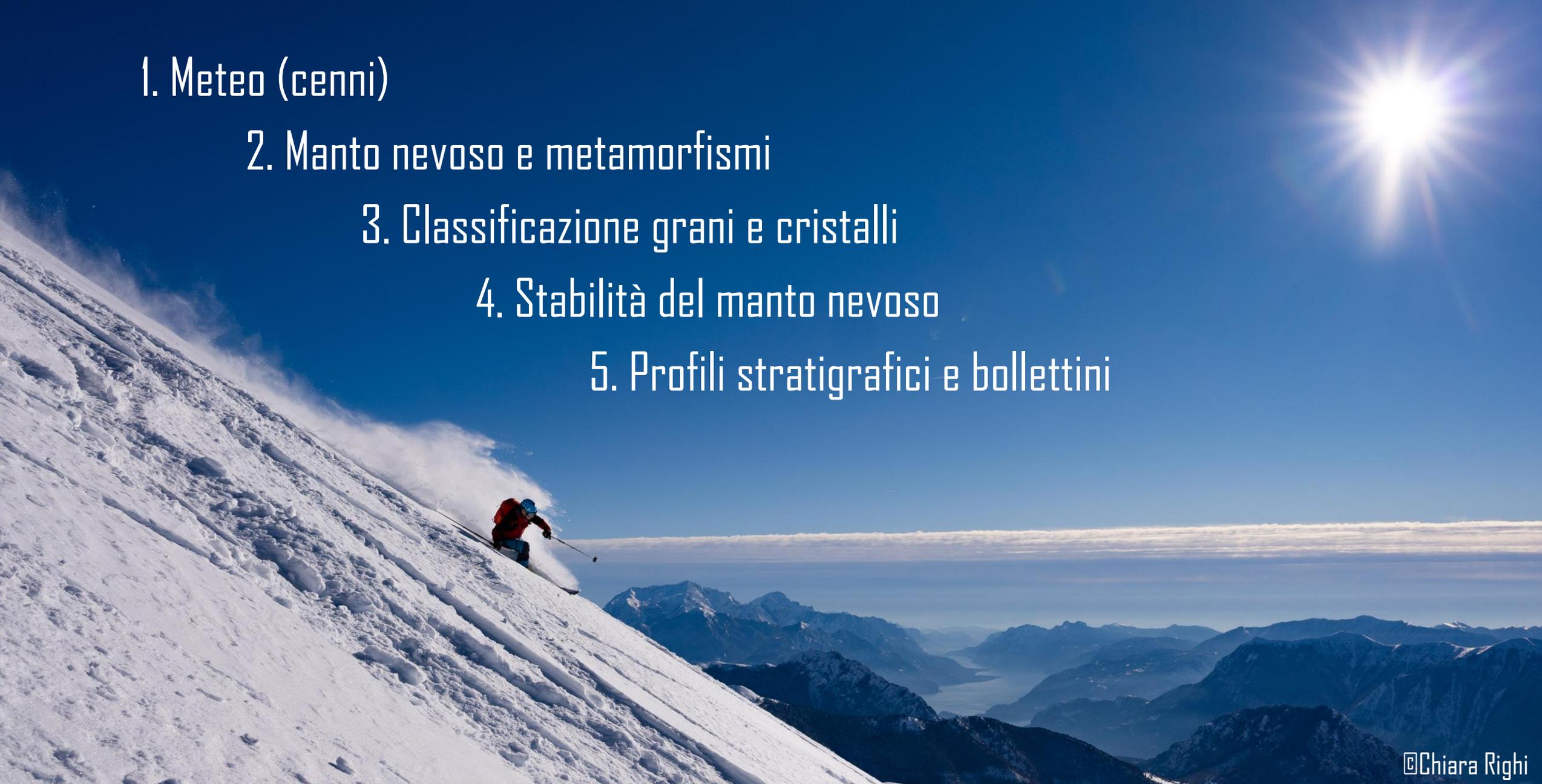
1. Meteo (cenni)

2. Manto nevoso e metamorfismi

3. Classificazione grani e cristalli

4. Stabilità del manto nevoso

5. Profili stratigrafici e bollettini



©Chiara Righi

5500 m 1 hPa/16 m, atmosfera dimezzata

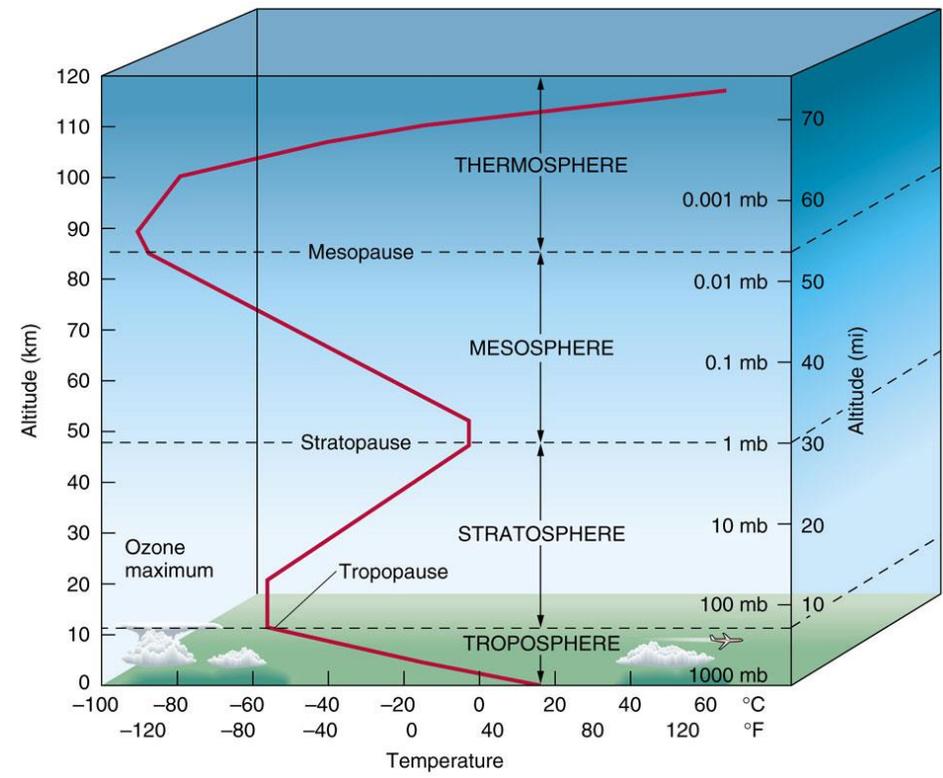
3000 m -4,5°C



ATMOSFERA STANDARD

0 m 15°C

Gradiente medio di temperatura 0,65°C / 100m



Aria secca: 1,0°C / 100 m



Aria umida: 0,5°C / 100 m



Media: 0,65 °C / 100 m



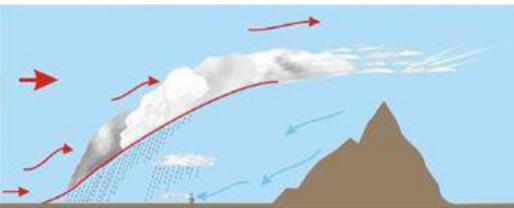
PRECIPITAZIONI: gradienti termici

Umidità

→ **Assoluta [g/m³]:** quantità di vapore acqueo contenuta nell'aria

→ **Relativa [%]:** rapporto tra quantità presente e quantità massima (varia con T e P)

Sollevamento delle masse d'aria



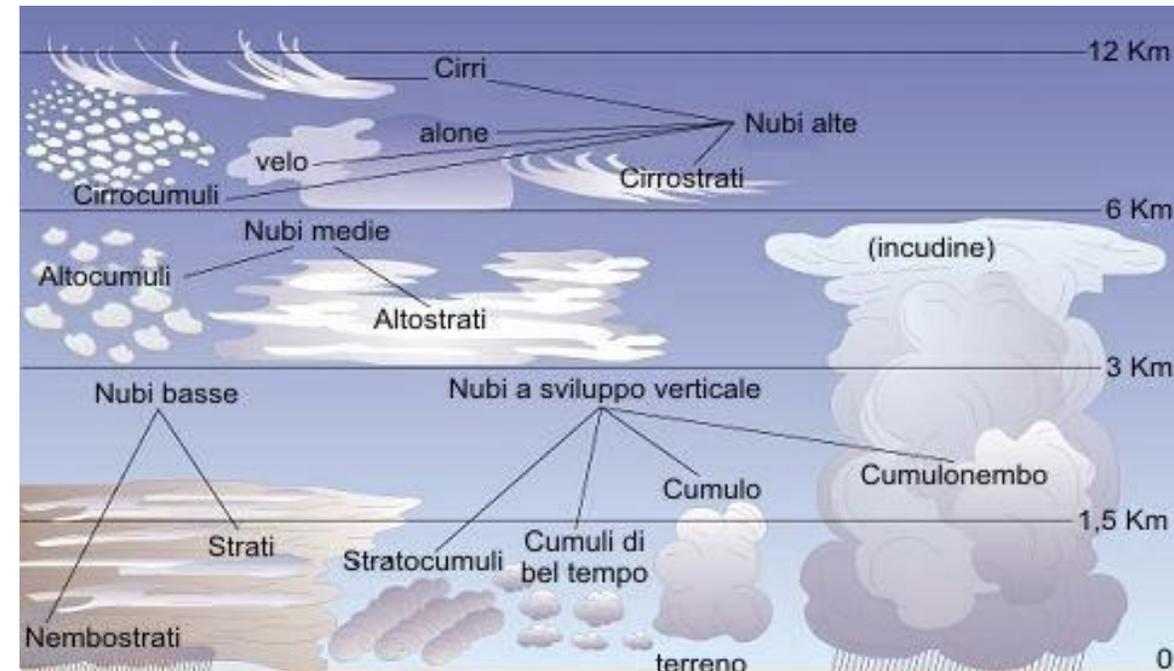
Orografico



Frontale



Convettivo



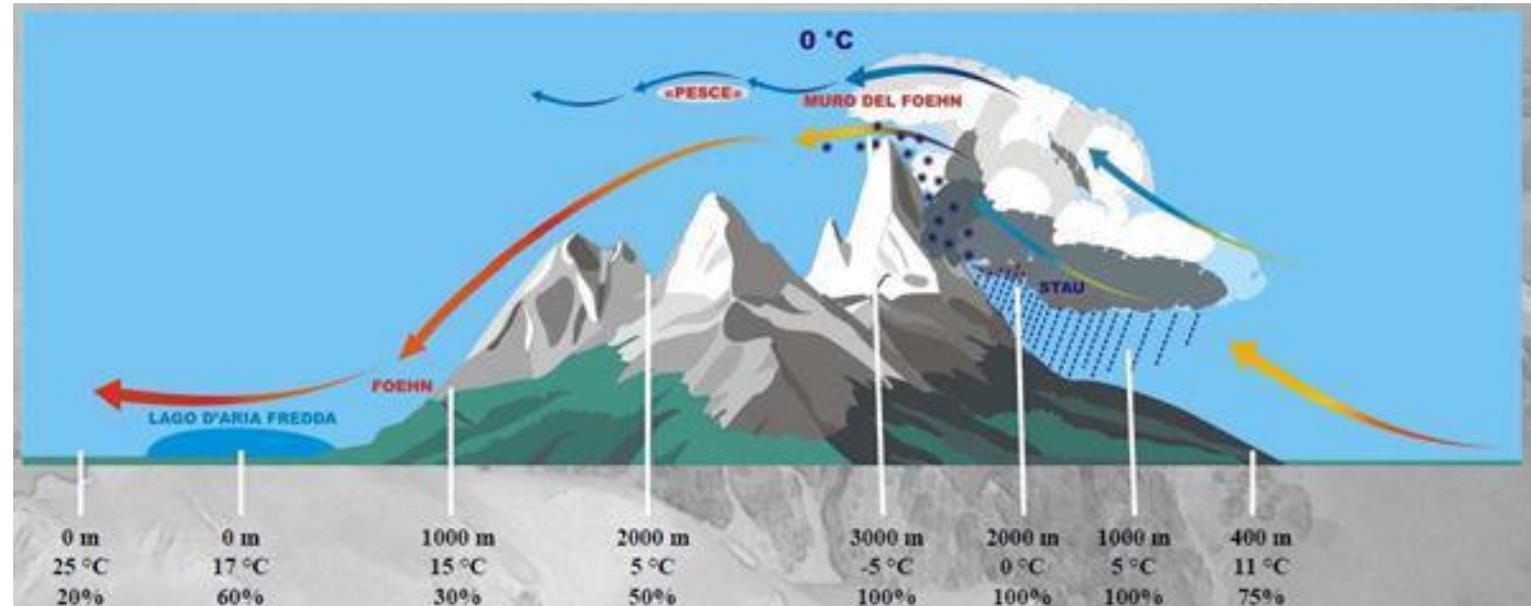
Stau

- Innalzamento di aria umida
- Espansione, raffreddamento e condensazione
- Precipitazioni

Foehn

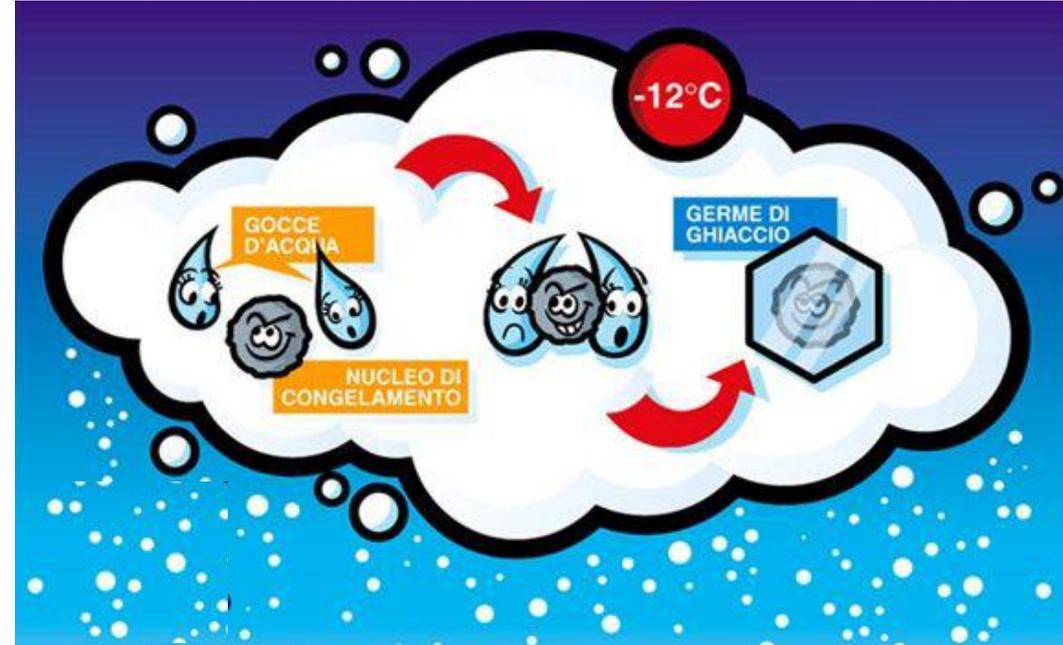
- Discesa di aria ormai secca
- Compressione e riscaldamento
- Caldo e secco

Può esserci Stau senza Foehn, ma non può esserci Foehn senza Stau

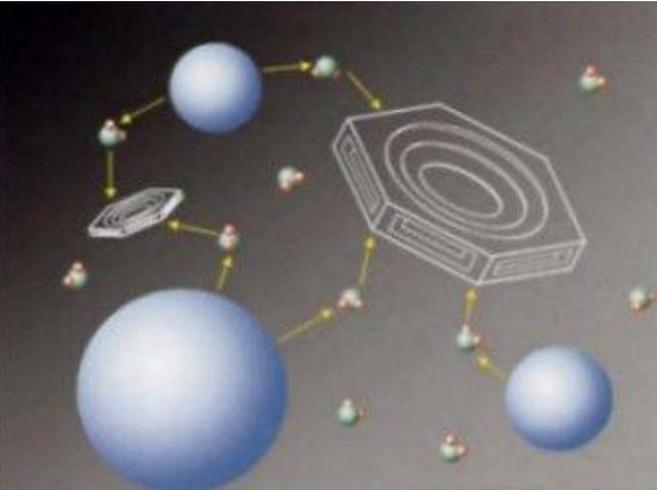


Neve

- Si forma all'interno delle nuvole (particolari condizioni di temperatura e umidità + **nuclei di congelamento**)
- Nella nuvola goccioline di acqua allo stato soprafuso fino a **-41°C**
- Con **nuclei di congelamento** le goccioline riescono a congelare a temperature maggiori
- In caduta può attraversare strati di aria a $T > 0^{\circ}\text{C}$ e rimanere allo stato solido
- Può arrivare al suolo allo stato solido anche a $2 - 4^{\circ}\text{C}$

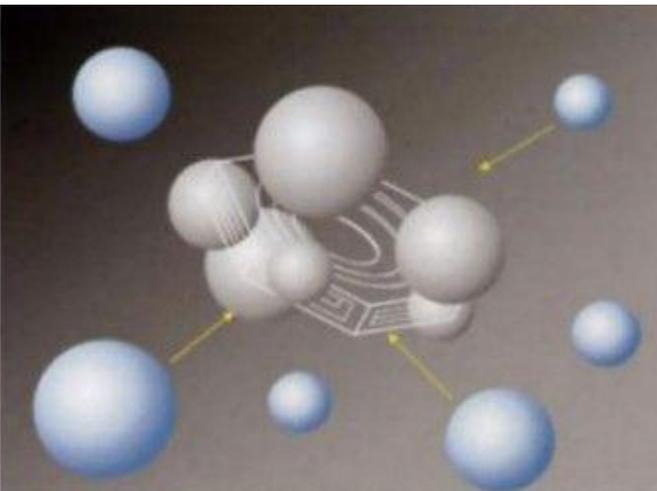


Goccioline sopraffuse
+
nuclei di congelamento → germe di ghiaccio



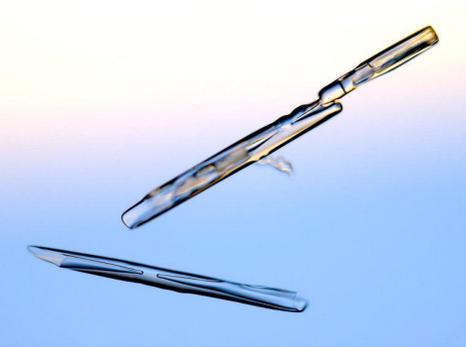
Processo di Bergeron-Findeisen

Le molecole d'acqua che evaporano dalle goccioline sopraffuse vengono captate dalle goccioline ghiacciate (differenza di tensione di vapore saturo tra acqua e ghiaccio). Si formano **cristalli di neve di struttura prevalentemente esagonale, a volte complessi e ramificati.**

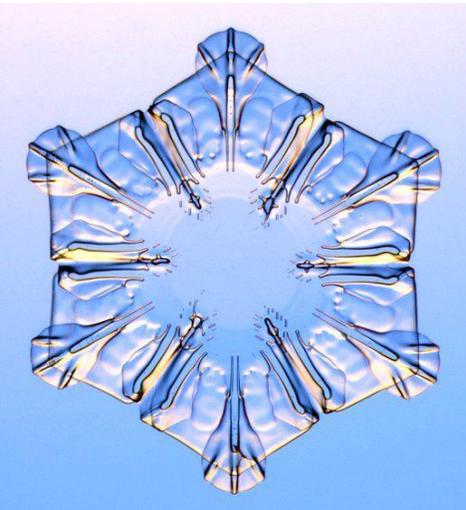
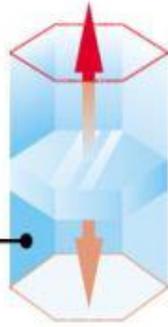


Coalescenza tra gocce e cristalli

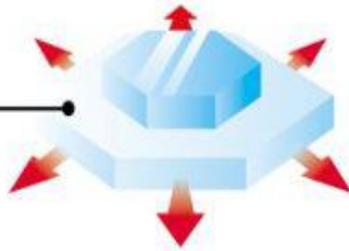
Quando le goccioline sopraffuse toccano un cristallo di ghiaccio, congelano immediatamente e ne vengono inglobate. Nelle nubi temporalesche questo processo porta alla formazione dei **chicchi di grandine.**



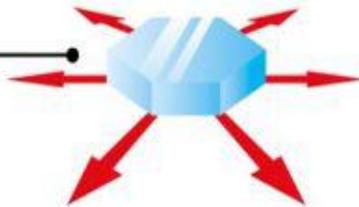
da -6° -10°C
Crescita sulle superfici



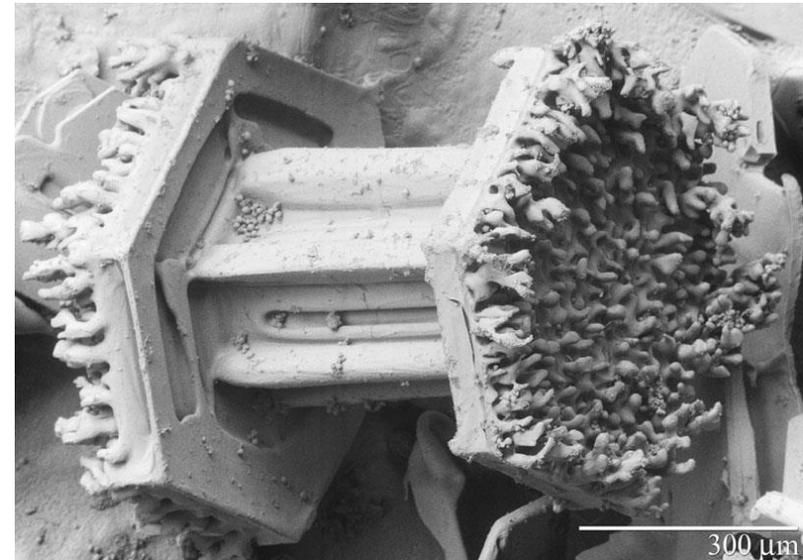
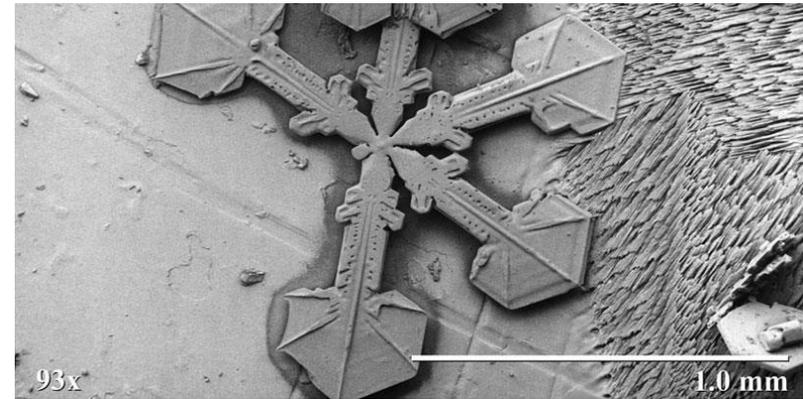
da -10° -12°C
Crescita sui lati



da -12° -18°C
Crescita sugli angoli



Crescita su assi diversi a seconda della temperatura
→ **Diversi tipi di cristalli**



Classificazione IACS 2009			
Descrizione	Simbolo	Codice	
Particelle di precipitazione	+	PP	Precipitation Particles
Neve artificiale	⊙	MM	Machine Made snow
Particelle di precipitazione decomposte e frammentate	/	DF	Decomposing and Fragmented precipitation particles
Grani arrotondati	●	RG	Rounded Grains
Cristalli sfaccettati	□	FC	Faceted Crystals
Brina di profondità	∧	DH	Depth Hoar
Brina di superficie	∨	SH	Surface Hoar
Forme fuse	○	MF	Melt Forms
Formazioni di ghiaccio	■	IF	Ice Formations
Depositi in superficie e croste	ridistribuiti nelle altre classi		

Classificazione IACS 2009		
Classe principale	Sottoclasse	Codice
+ PP Particelle di Precipitazione	Colonne	▣ PPco
	Aghi	↔ PPnd
	Piastre	⊙ PPpl
	Dendriti stellari	* PPsd
	Cristalli irregolari	ƒ PPIr
	Neve pallottolare	⊗ PPgp
	Grandine	▲ PPhl
	Sferette di ghiaccio	△ PPIp
	Galaverna	∇ PPrm



PARTICELLE DI PRECIPITAZIONE

MANTO NEVOSO

Metamorfismo costruttivo

Metamorfismo distruttivo

Metamorfismo da vento

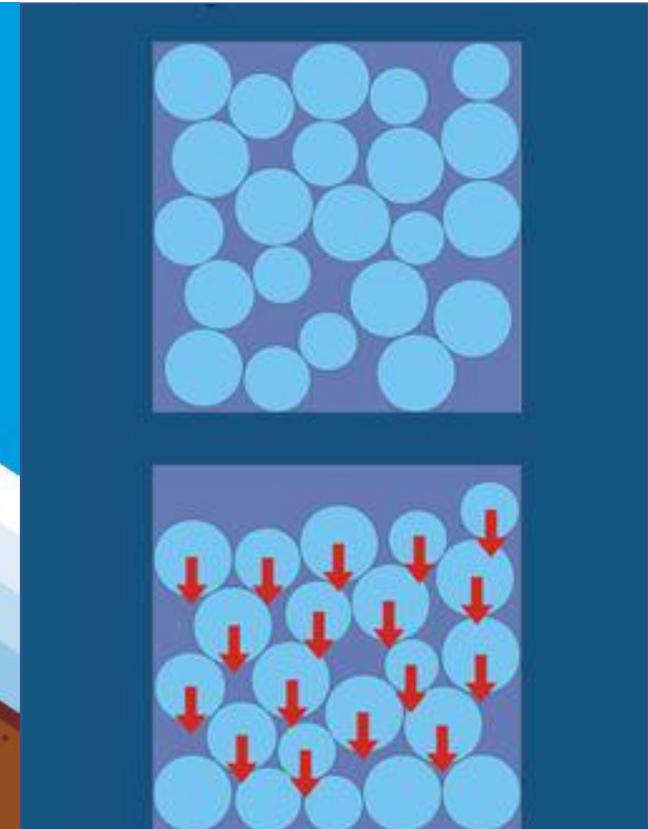
Neve

- Struttura complessa ed in continua evoluzione
- Formato da aria, acqua allo stato solido, liquido e gassoso, ed altri materiali raccolti o inglobati
- Profilo del manto nevoso per analizzare tutti gli strati
- Tabelle AINEVA per raccolta e analisi uniforme dei dati



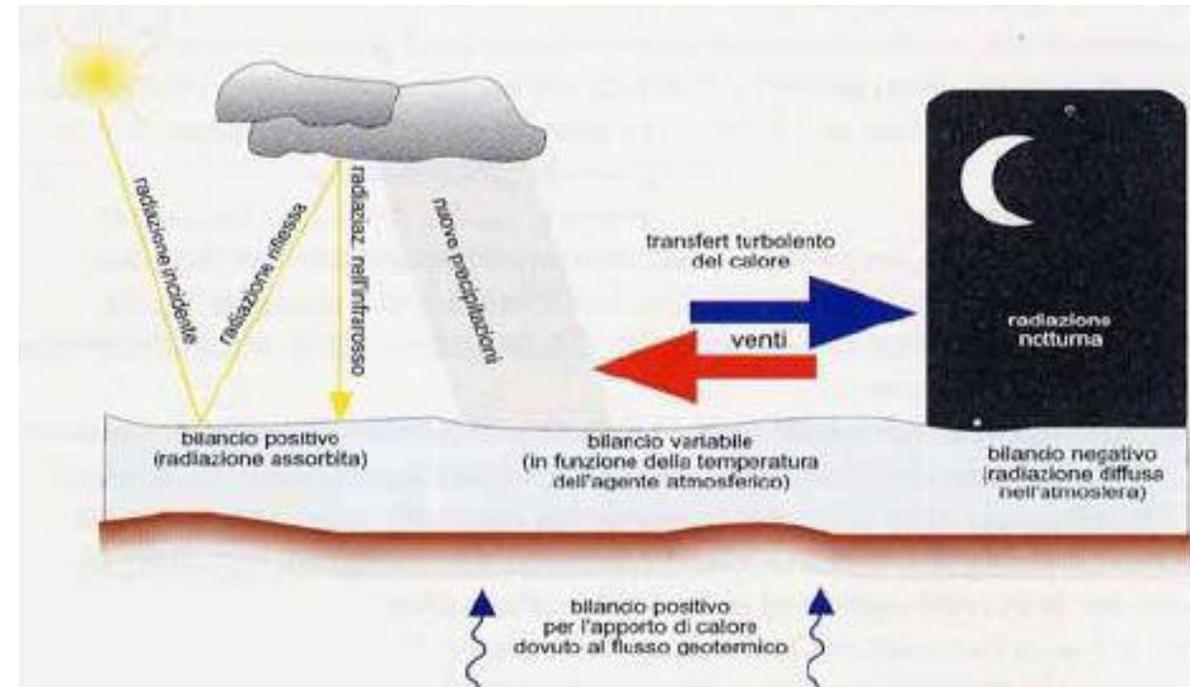
Assestamento per sinterizzazione e compressione

- Il carico indotto dall'accumulo di nuove precipitazioni nevose, pioggia e altro causa
 - diminuzione degli spessori
 - compattazione
 - variazione delle forme cristalline
 - diminuzione del contenuto in aria
- Es: 50 cm di neve fresca = carico di 75 kg/m²



Fattori che influenzano l'evoluzione del manto nevoso

- **Flusso geotermico**
 - Apporto di calore dovuto al calore interno al pianeta.
 - Flusso costante di $50 \text{ kcal/cm}^3/\text{anno}$
 - Con un manto di 50-60 cm la temperatura al suolo rimane a 0°C
- **Soleggiamento diretto**
 - alte frequenze (UV e VIS)
 - albedo tra 60% e 90%
 - la radiazione diretta scalda pochissimo il manto
- **Copertura nuvolosa**
 - riflette le radiazioni in uscita dal manto nevoso (IR)
 - albedo molto minore nell'IR, nuvole scaldano molto di più
- **Nuove precipitazioni**
- **Irraggiamento notturno**
 - radiazione diffusa in atmosfera, maggiore se cielo sereno
- **Vento**



Gradienti di temperatura (GT)

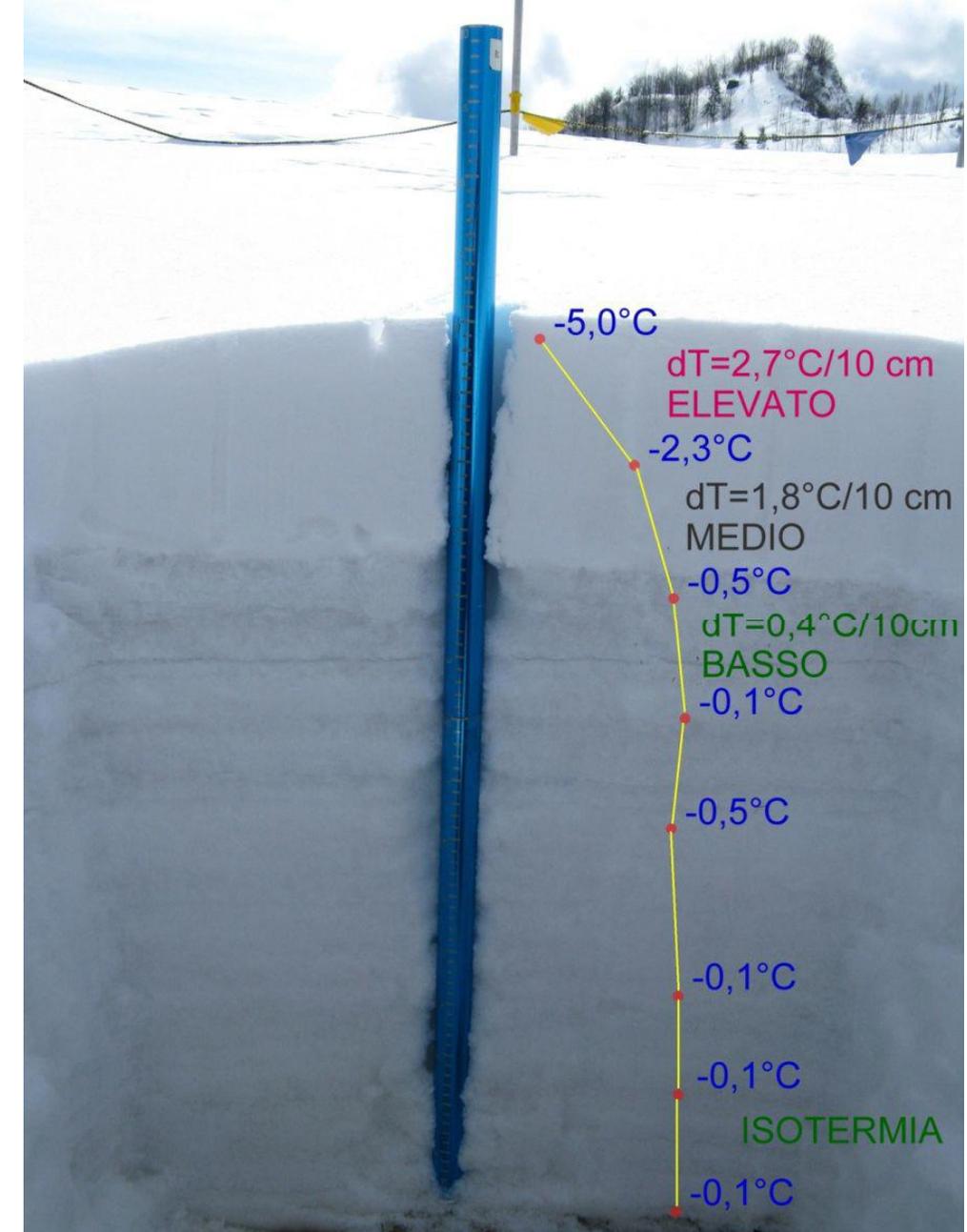
- variazione di temperatura [$^{\circ}\text{C}/\text{cm}$] nello spessore del manto nevoso

Debole: $\text{GT} < 0,05 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{cm}$

Medio: $0,05 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{cm} < \text{GT} < 0,20 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{cm}$

Forte: $\text{GT} > 0,20 \text{ } ^{\circ}\text{C}/\text{cm}$

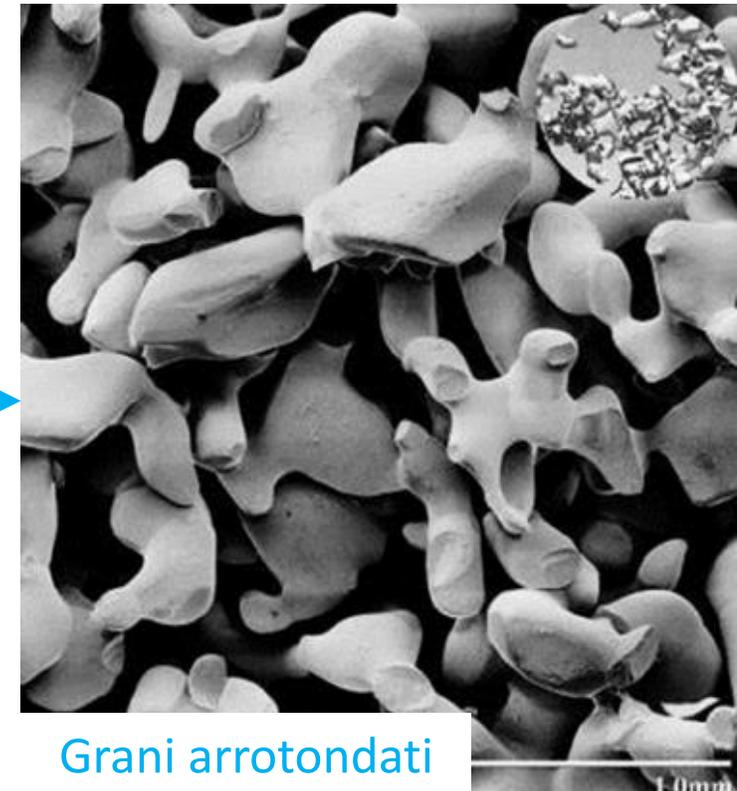
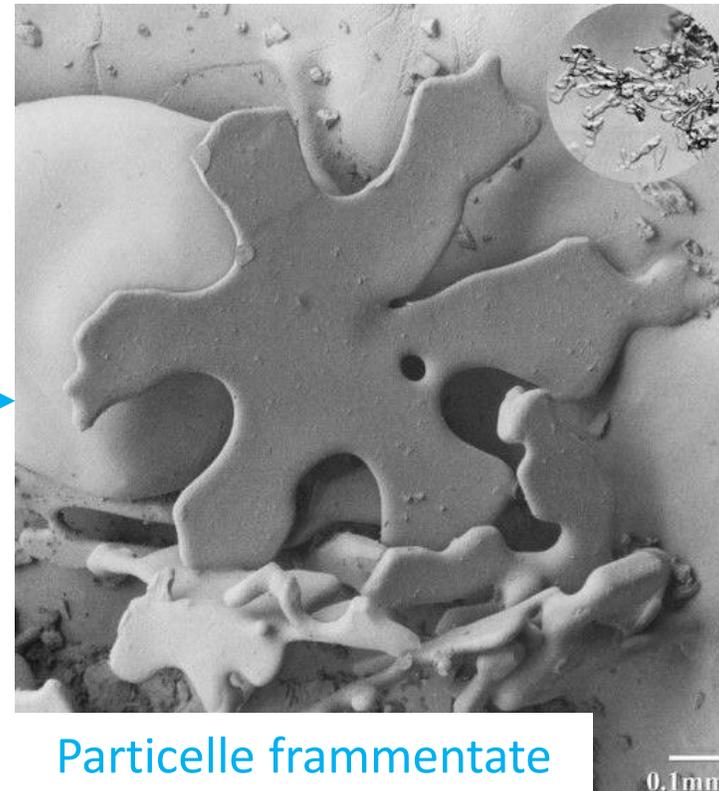
- A seconda del gradiente cambia il metamorfismo della neve:
 - Metamorfismo da **basso** gradiente
 - Metamorfismo da **elevato** gradiente
 - Metamorfismo da **fusione**
 - Metamorfismo meccanico da vento



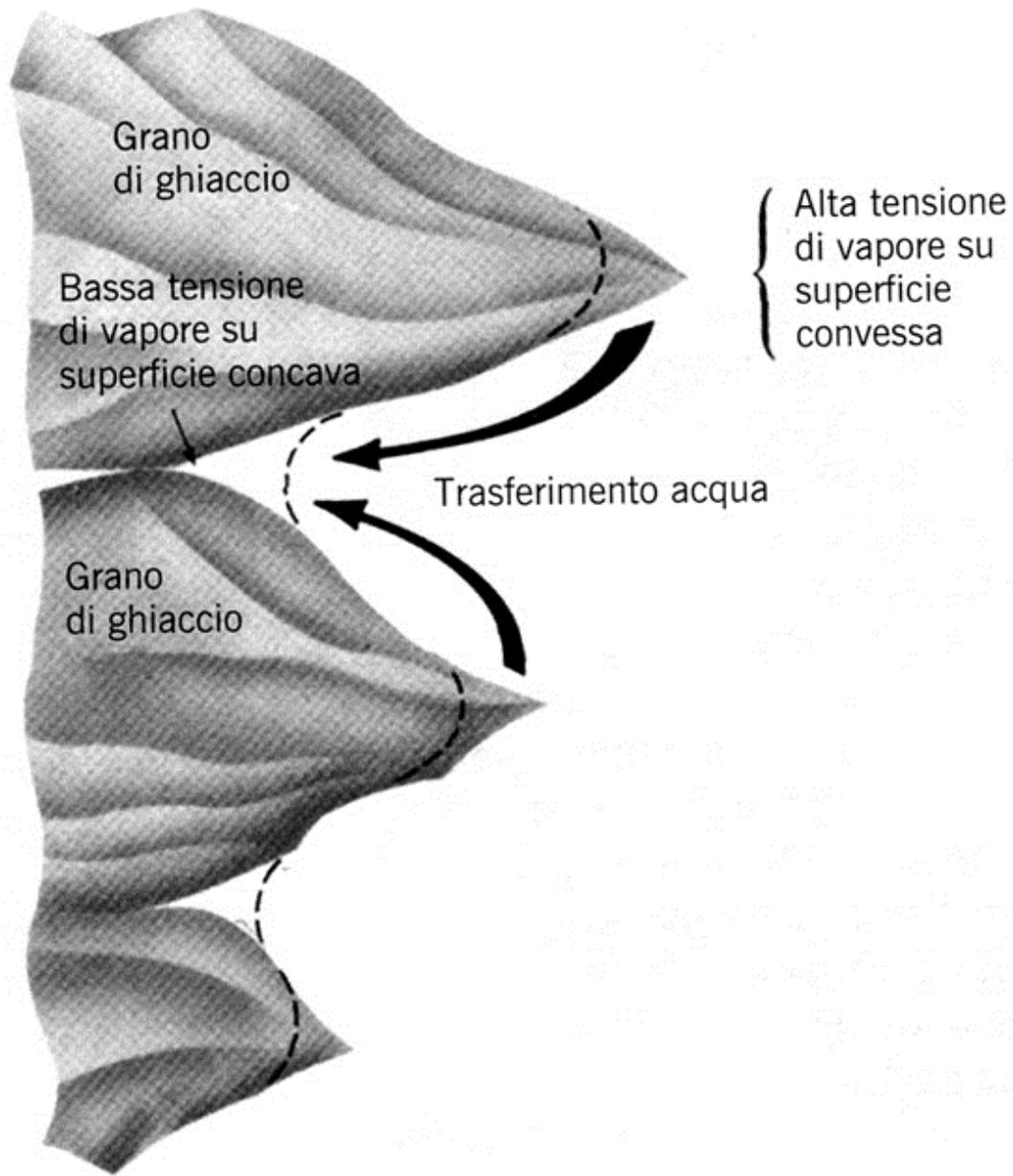
Metamorfismo da basso gradiente

- Metamorfismo distruttivo
- Perdita di ramificazioni
- Assestamento del manto nevoso

Tempo →

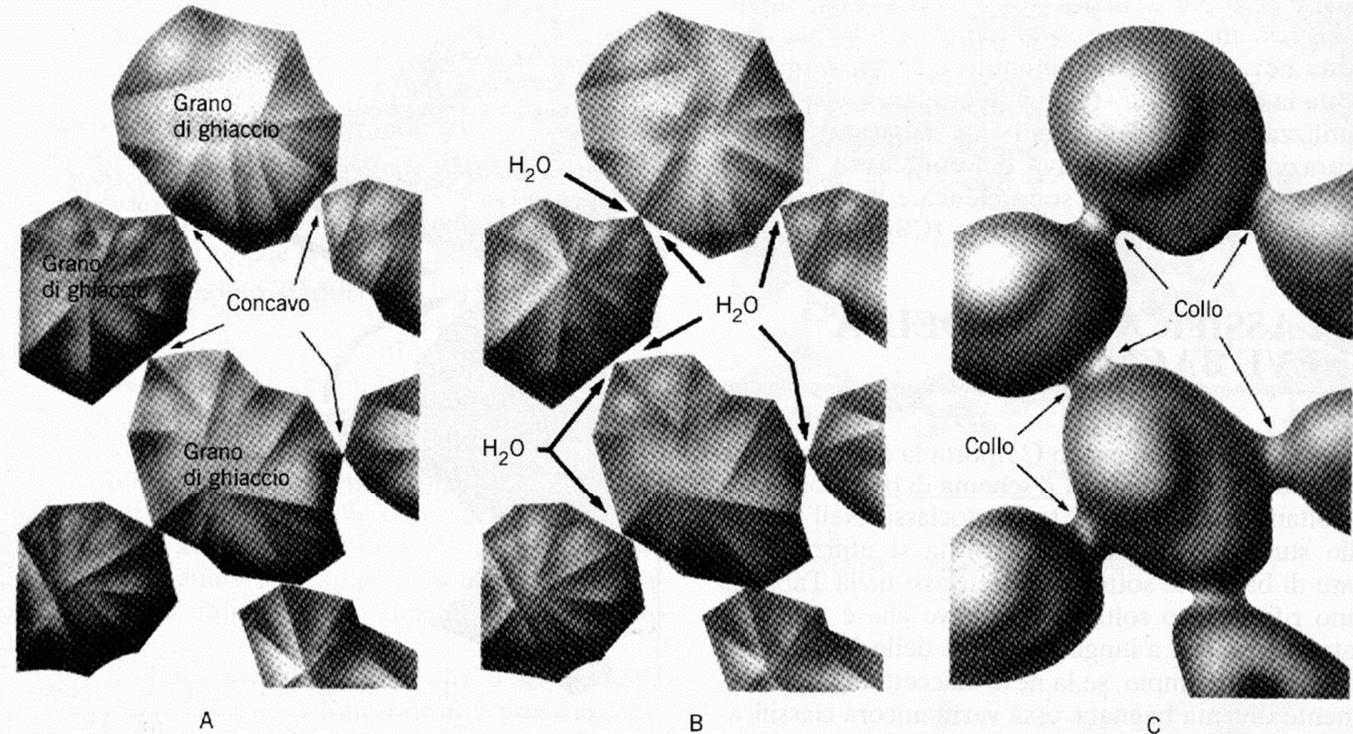


METAMORFISMO DISTRUTTIVO



Colli

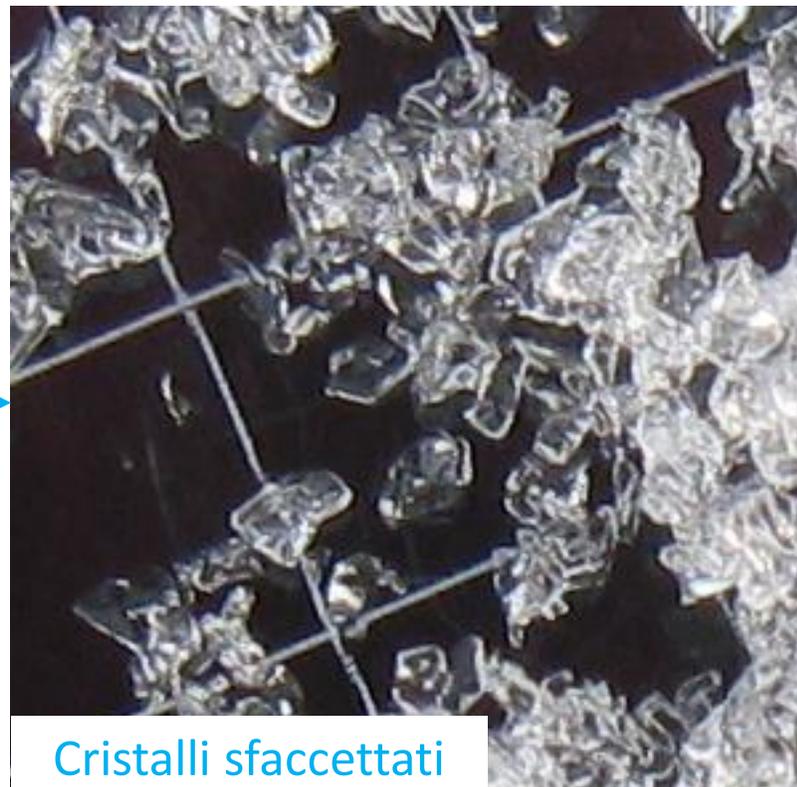
- Differenza tra tensioni di vapore
- Trasferimento di acqua da zone convesse a zone concave



Metamorfismo da elevato gradiente

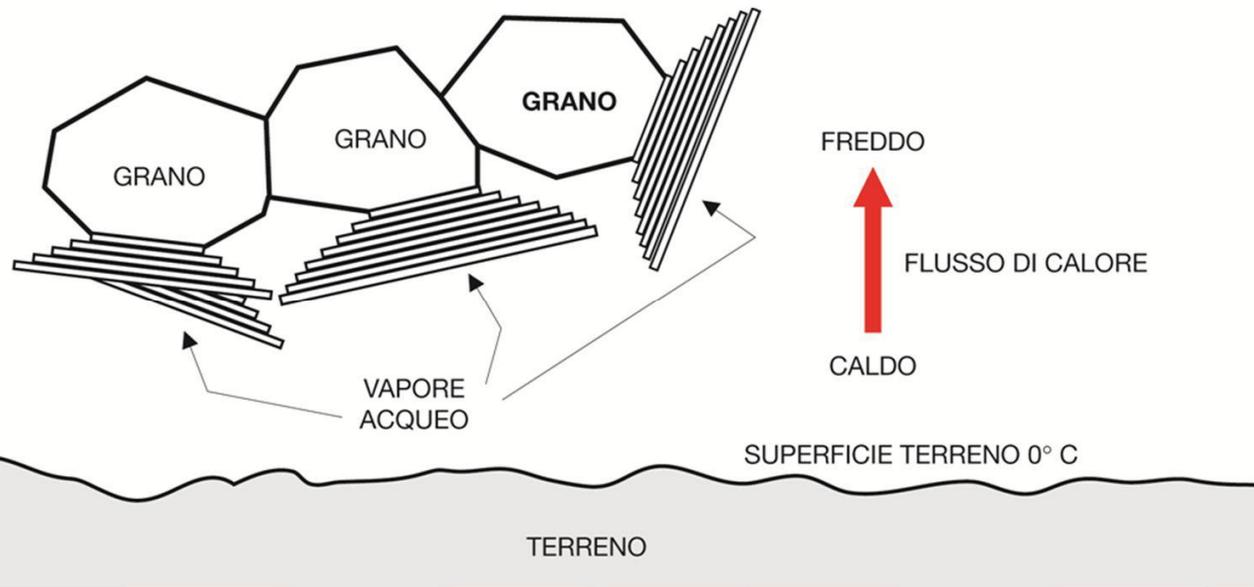
- Metamorfismo costruttivo
- Crescita sui lati
- Creazione di strati deboli

Tempo →



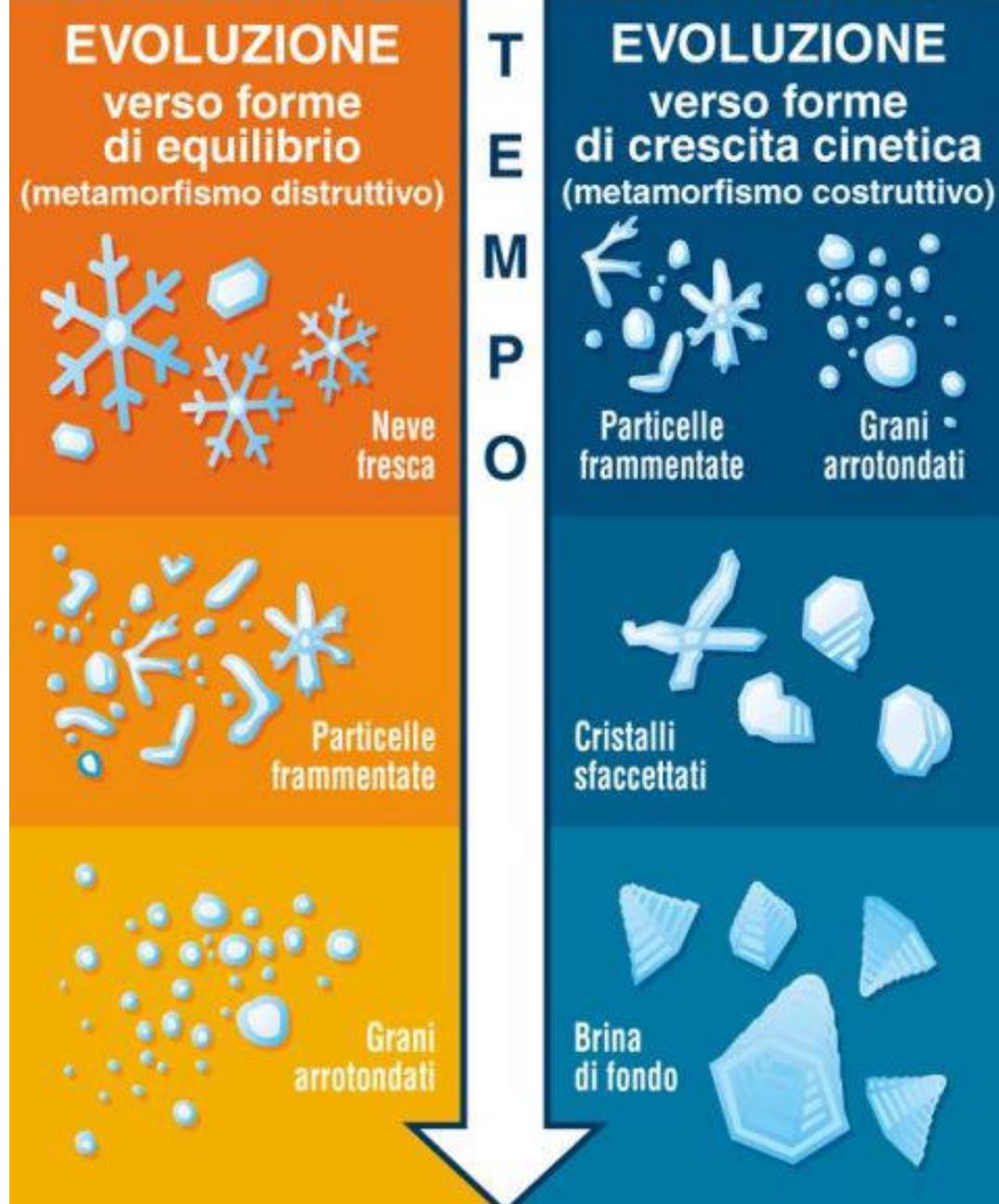
Metamorfismo da elevato gradiente

- Metamorfismo costruttivo
- Crescita sui lati
- Creazione di strati deboli



Metamorfismi del manto nevoso

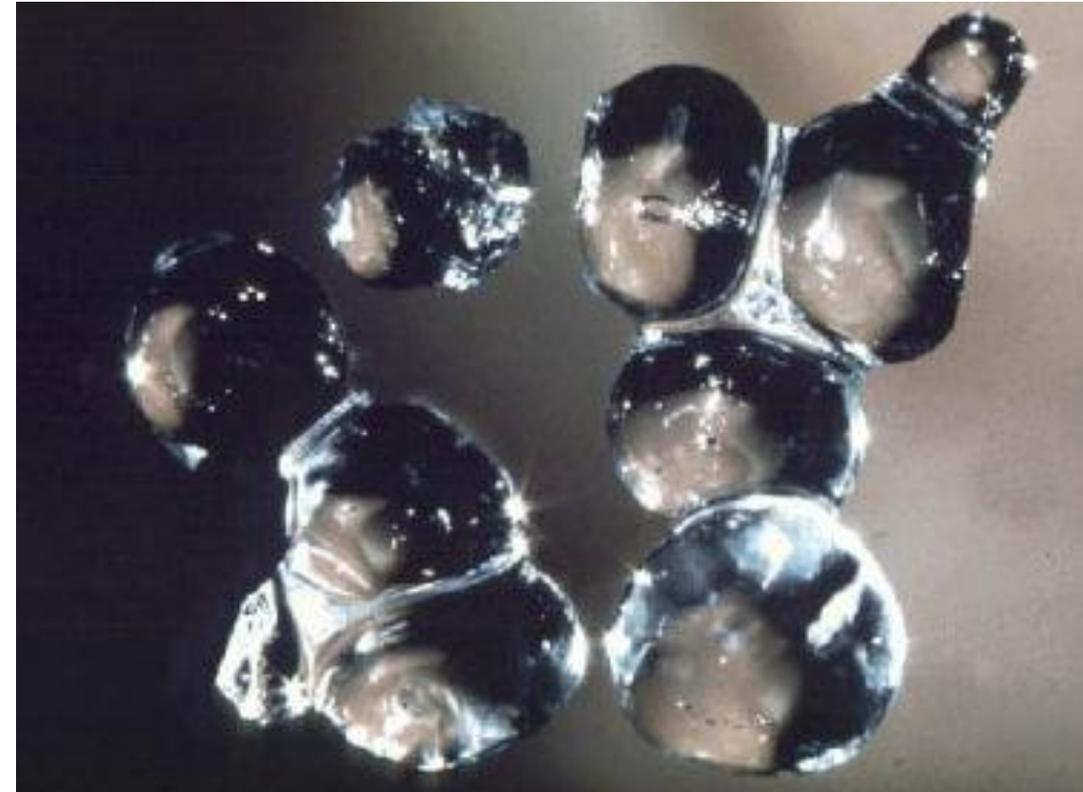
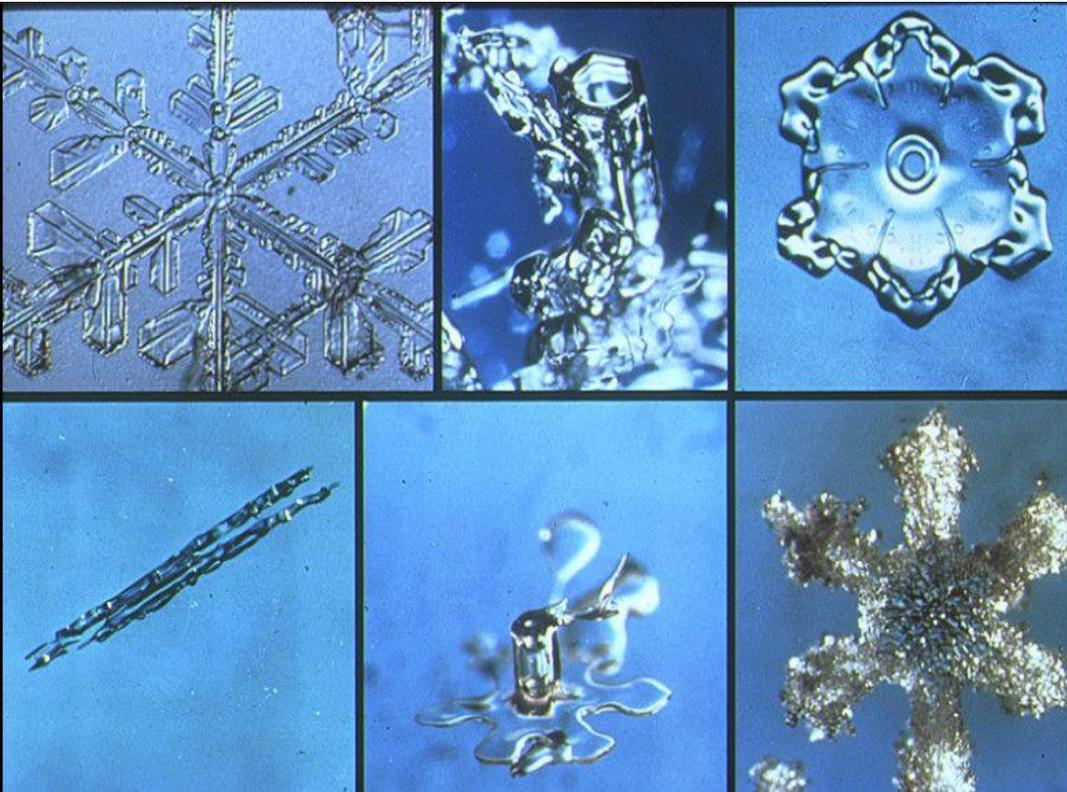
- Variano a seconda del gradiente
- Assestano il manto o creano strati deboli
- Visibili tramite profilo stratigrafico



METAMORFISMI DEL MANTO NEVOSO

Metamorfismo da fusione

- Stato di isoterma (0°C)
- Tipicamente primaverile

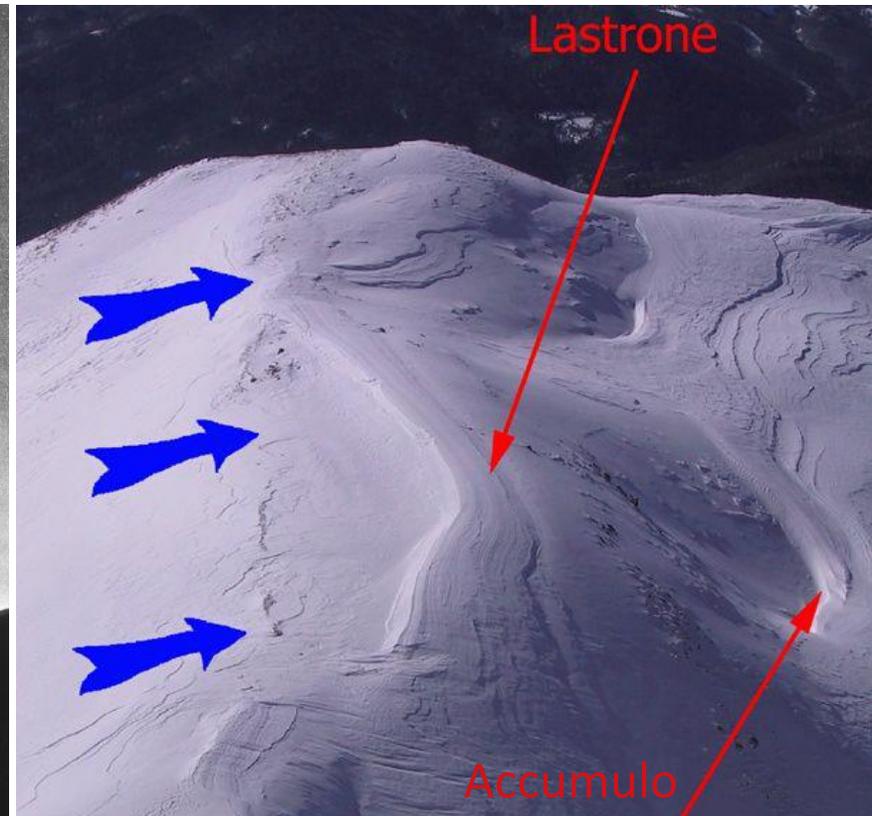


Metamorfismo meccanico da vento

- Trasporto di neve
- Creazione di lastroni, accumuli, cornici

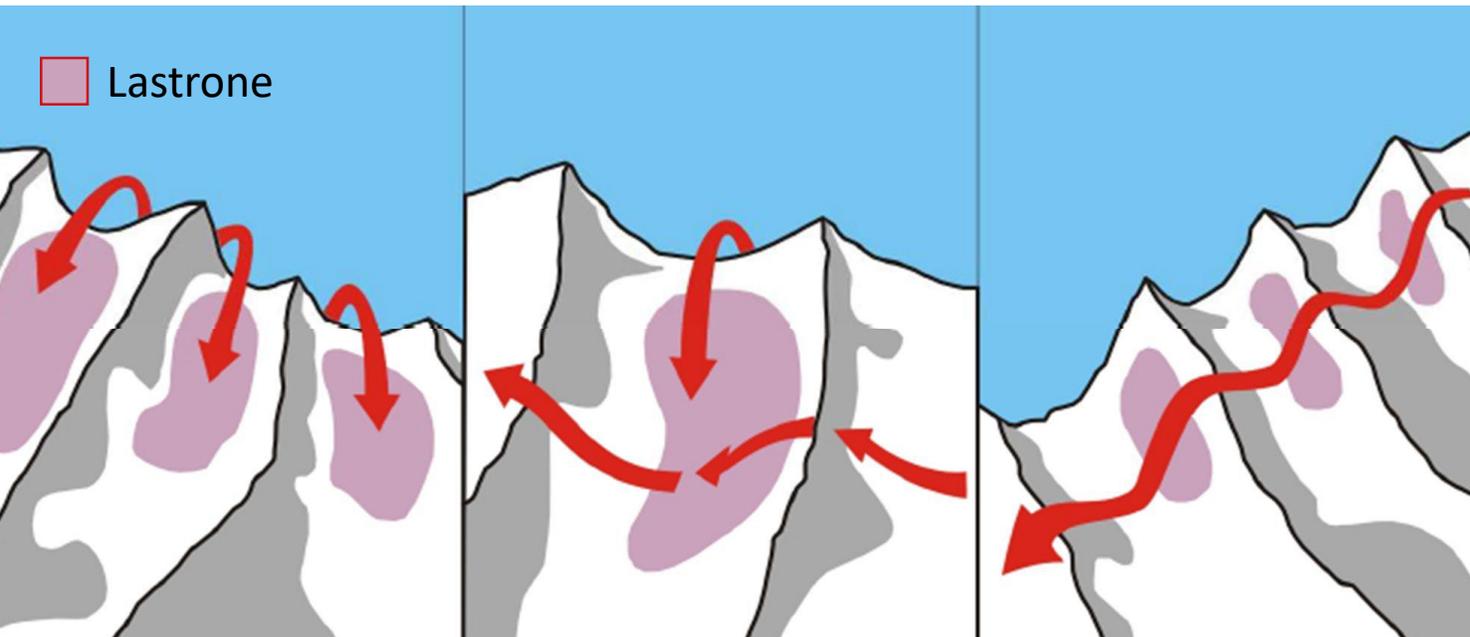


@Chiara Righi



Metamorfismo meccanico da vento

- Trasporto di neve
- Creazione di lastroni, accumuli, cornici
- Soprannominato «costruttore di valanghe»



Direzione del vento

- Da sastrugi, cornici e accumuli si risale alla direzione del vento che c'è stato in zona



CLASSIFICAZIONE



Classificazione della neve al suolo

- **Cristalli:** particelle di precipitazione appena cadute, brine, cristalli sfaccettati
- **Grani:** cristalli che hanno subito metamorfismi

Classificazione IACS 2009			
Descrizione	Simbolo	Codice	
Particelle di precipitazione	+	PP	Precipitation Particles
Neve artificiale	⊙	MM	Machine Made snow
Particelle di precipitazione decomposte e frammentate	—	DF	Decomposing and Fragmented precipitation particles
Grani arrotondati	●	RG	Rounded Grains
Cristalli sfaccettati	□	FC	Faceted Crystals
Brina di profondità	^	DH	Depth Hoar
Brina di superficie	v	SH	Surface Hoar
Forme fuse	○	MF	Melt Forms
Formazioni di ghiaccio	■	IF	Ice Formations
Depositi in superficie e croste	ridistribuiti nelle altre classi		

N1a	Elementary needle	C1f	Hollow column	P2b	Stellar with sectorlike ends
N1b	Bundle of elementary needles	C1g	Solid thick plate	P2c	Dendrite with plates at ends
N1c	Elementary sheath	C1h	Thick plate of skeletal form	P2d	Dendrite with sectorlike ends
N1d	Bundle of elementary sheaths	C1i	Scroll	P2e	Plate with simple extensions
N1e	Long solid column	C2a	Combination of bullets	P2f	Plate with sector extensions
N2a	Combination of needles	C2b	Combination of columns	P2g	Plate with dendrite extensions
N2b	Combination of sheaths	P1a	Hexagonal plate	P3a	Two branches
N2c	Combination of long solid columns	P1b	Sector plate	P3b	Three branches
C1a	Pyramid	P1c	Broad branch	P3c	Four branches
C1b	Cup	P1d	Stellar	P4a	Broad branch with 12 branches
C1c	Solid bullet	P1e	Ordinary dendrite	P4b	Dendrite with 12 branches
C1d	Hollow bullet	P1f	Ferulike dendrite	P5	Malformed crystal
C1e	Solid column	P2a	Stellar with plates at ends	P6a	Plate with spatial branches

P6b	Plate with spatial dendrites	CP3d	Plate with scrolls at ends	R3c	Graupel-like with soorrimed extensions
P6c	Stellar with spatial plates	S1	Side planes	R4a	Hexagonal graupel
P6d	Stellar with spatial dendrites	S2	Scalike side planes	R4b	Lump graupel
P7a	Radiating assemblage of plates	S3	Side planes with bullets and columns	R4c	Conelike graupel
P7b	Radiating assemblage of dendrites	R1a	Rimmed needle	I1	Ice particle
CP1a	Column with plates	R1b	Rimmed columnar	I2	Rimmed particle
CP1b	Column with dendrites	R1c	Rimmed plate or sector	I3a	Broken branch
CP1c	Multiple capped column	R1d	Rimmed stellar	I3b	Rimmed broken branch
CP2a	Bullet with plates	R2a	Densely rimmed plate or sector	I4	Miscellaneous
CP2b	Bullet with dendrites	R2b	Densely rimmed stellar	G1	Minute column
CP3a	Stellar with needles	R2c	Stellar with rimmed spatial branches	G2	Germ of skeletal form
CP3b	Stellar with columns	R3a	Graupel-like snow of hexagonal type	G3	Minute hexagonal plate
CP3c	Stellar with scrolls at ends	R3b	Graupel-like snow of lump type	G4	Minute stellar
				G5	Minute assemblage of plates
				G6	Irregular germ



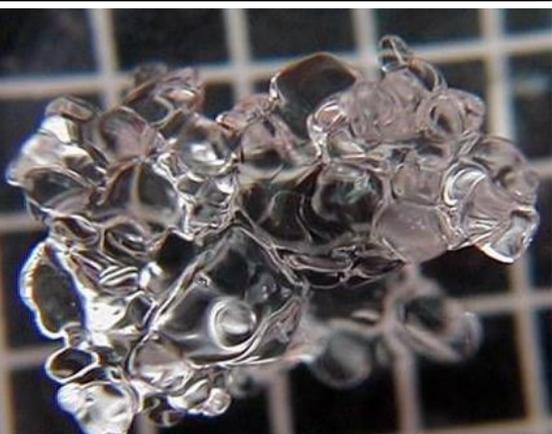
Classificazione IACS 2009

Classe principale	Sottoclasse	Codice
<p style="text-align: center; font-size: 2em; font-weight: bold;">+</p> <p style="text-align: center; font-size: 3em; font-weight: bold;">PP</p> <p style="text-align: center;">Particelle di Precipitazione</p>	Colonne	▣ PPco
	Aghi	↔ PPnd
	Piastre	⬡ PPpl
	Dendriti stellari	* PPsd
	Cristalli irregolari	ƒ Ppir
	Neve pallottolare	⊗ PPgp
	Grandine	▲ PPhl
	Sferette di ghiaccio	⚠ PPip
	Galaverna	∇ PPrm

CLASSIFICAZIONE: Particelle di Precipitazione (PP)



Particelle di precipitazione decomposte e frammentate (DF)

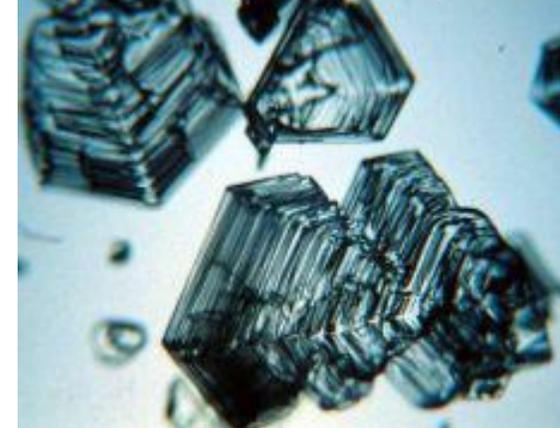


Grani arrotondati (RG)



Cristalli sfaccettati (FC)

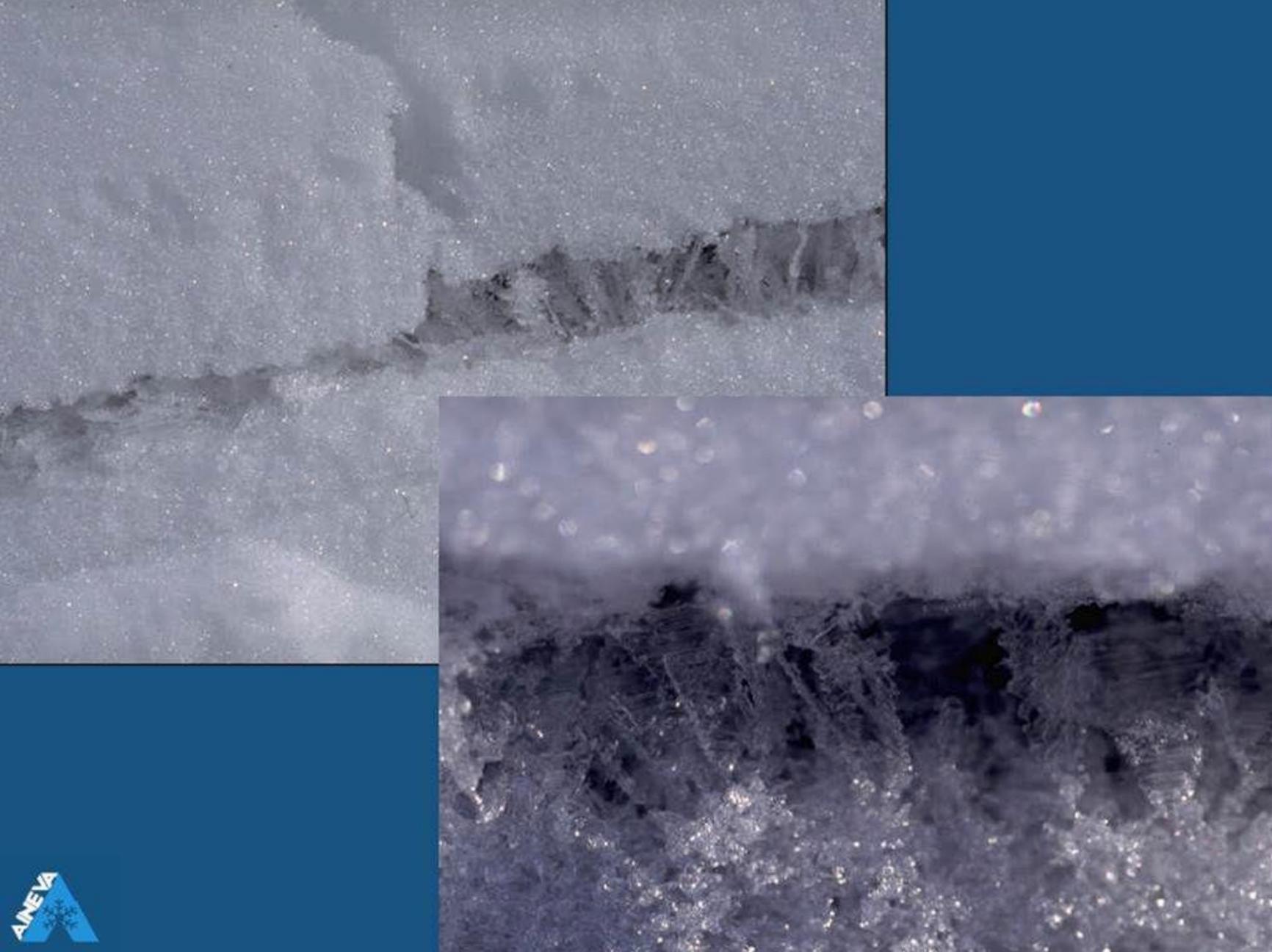
Brina di profondità (DH)



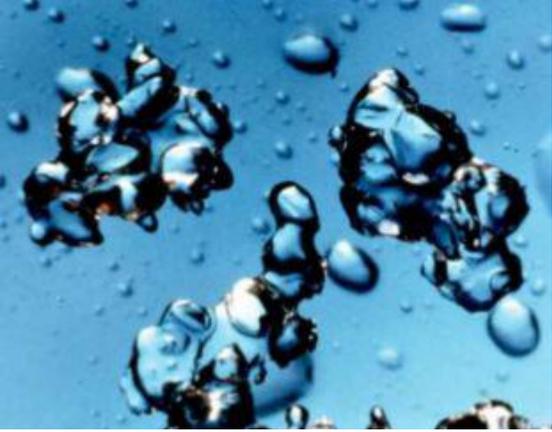
Brina di superficie (SH)



©Chiara Righi



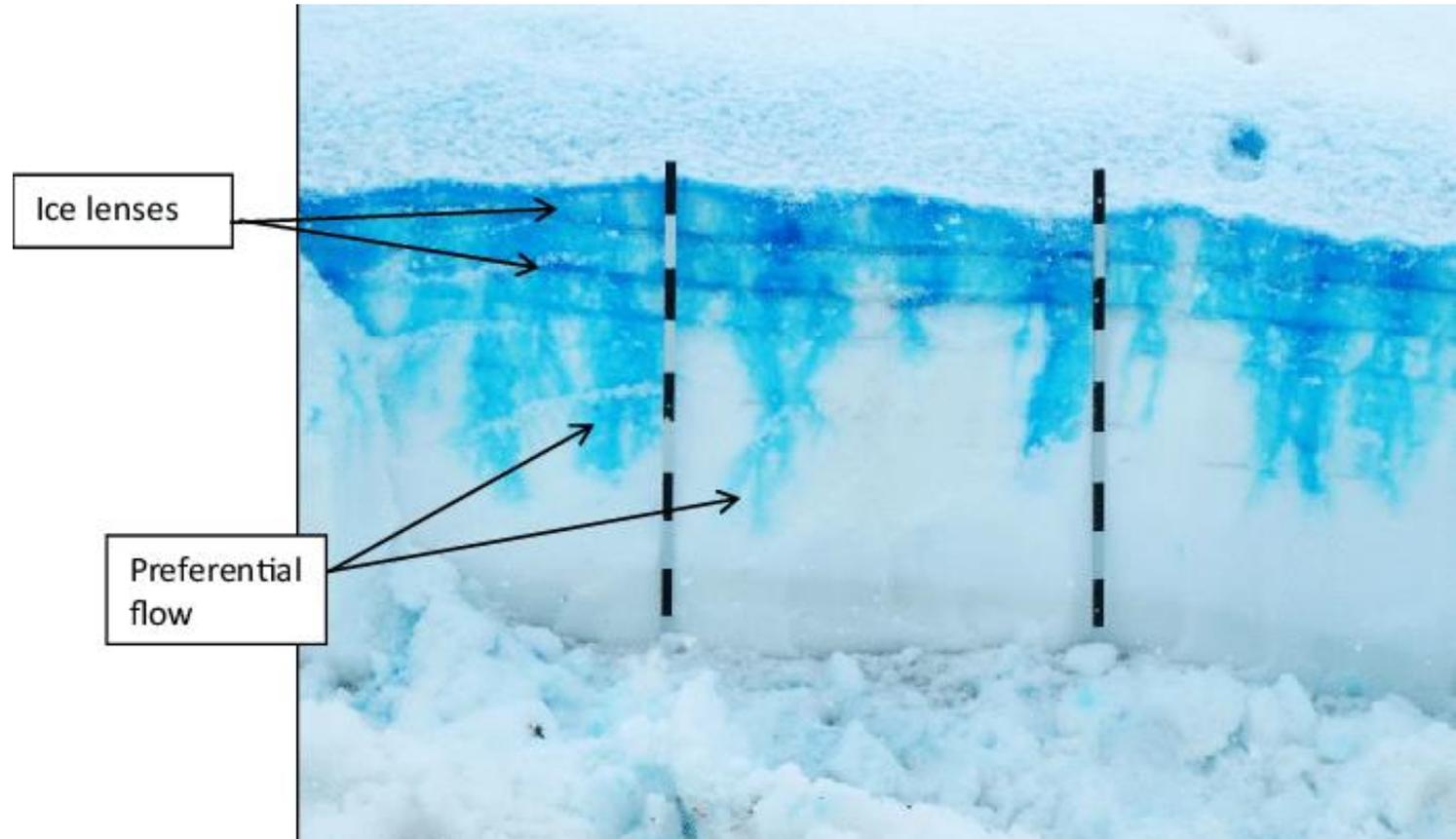
Le brine di superficie inglobate
creano strati deboli per le
valanghe a lastroni



Forme fuse (MF)

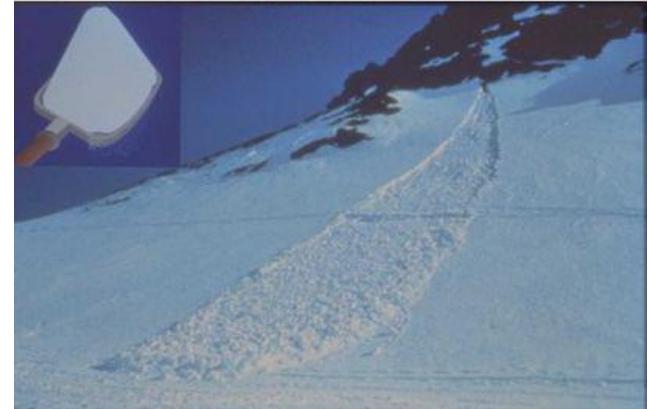


Ghiaccio



Coesione

- Legame tra cristalli/grani
- Diversi grani, diversa coesione
 - **Feltratura** (le ramificazioni vanno ad incastrarsi l'uno dentro l'altro dando origine a delle resistenze meccaniche che conferiscono già un certo grado di resistenza al manto nevoso)
 - **Sinterizzazione** (I grani si saldano tra loro e ne risulta un componente più granuloso e fragile rispetto ad un pezzo ottenuto per fusione)
 - **Capillarità** (il grano è avvolto da un sottile velo di acqua che favorisce la resistenza)
 - **Rigelo**



STABILITÀ DEL MANTO NEVOSO

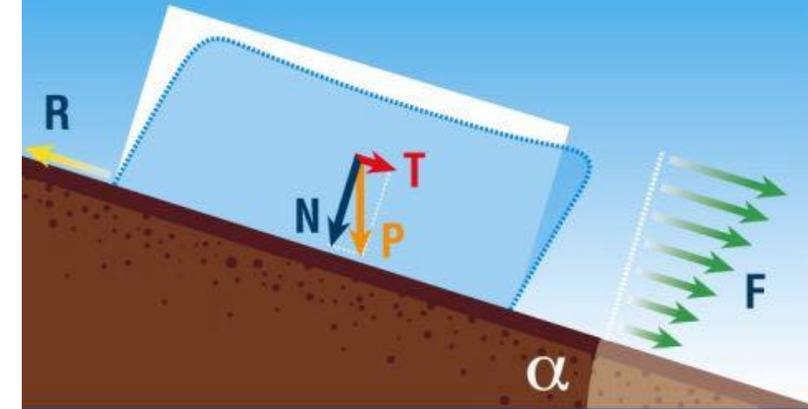


Stabilità del manto nevoso

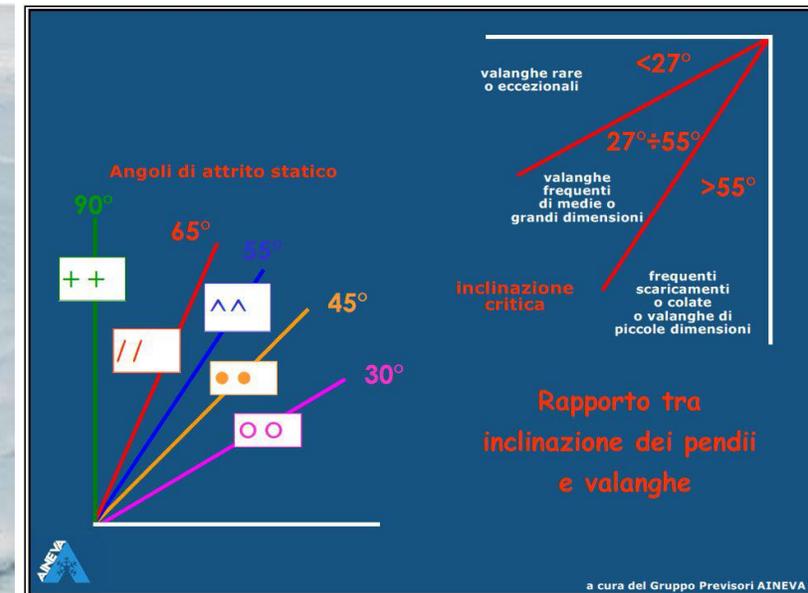
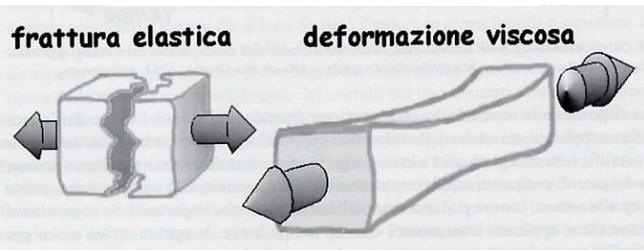
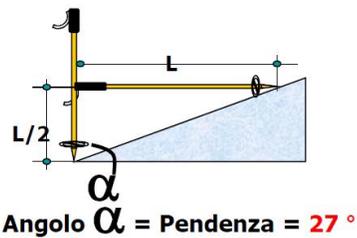
- Strettamente legata alle proprietà meccaniche della neve
 - Resistenza alle sollecitazioni
 - Effetti della temperatura

Sollecitazioni

- La resistenza a compressione è 10 volte superiore alla resistenza a trazione.
- Una lenta compressione su neve compatta rende più solida la neve, prima di rompersi

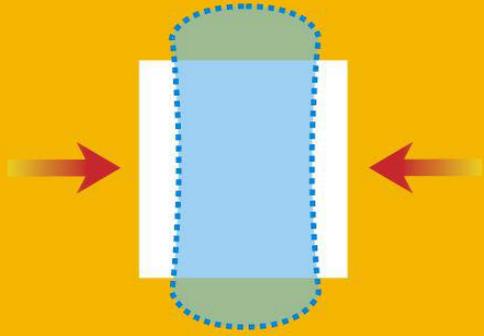


- P Forza peso
- N Componente perpendicolare al terreno
- T Componente parallela al terreno (forza propulsiva)
- R Forze resistenti (attrito)
- α Inclinazione pendio
- F Effetto risultante del movimento lungo il pendio in funzione dello spessore del manto



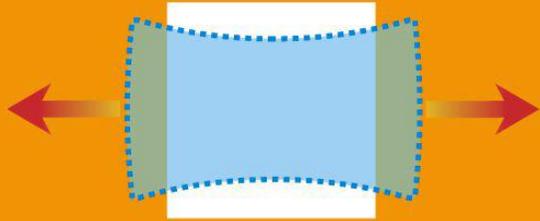
STABILITÀ DEL MANTO NEVOSO

COMPRESSIONE



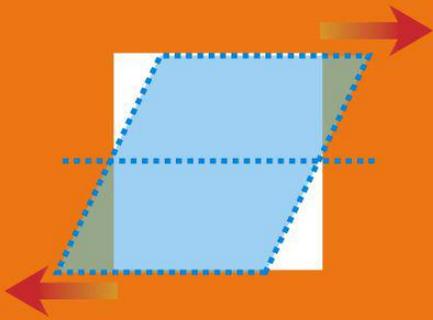
Pendii concavi

TRAZIONE

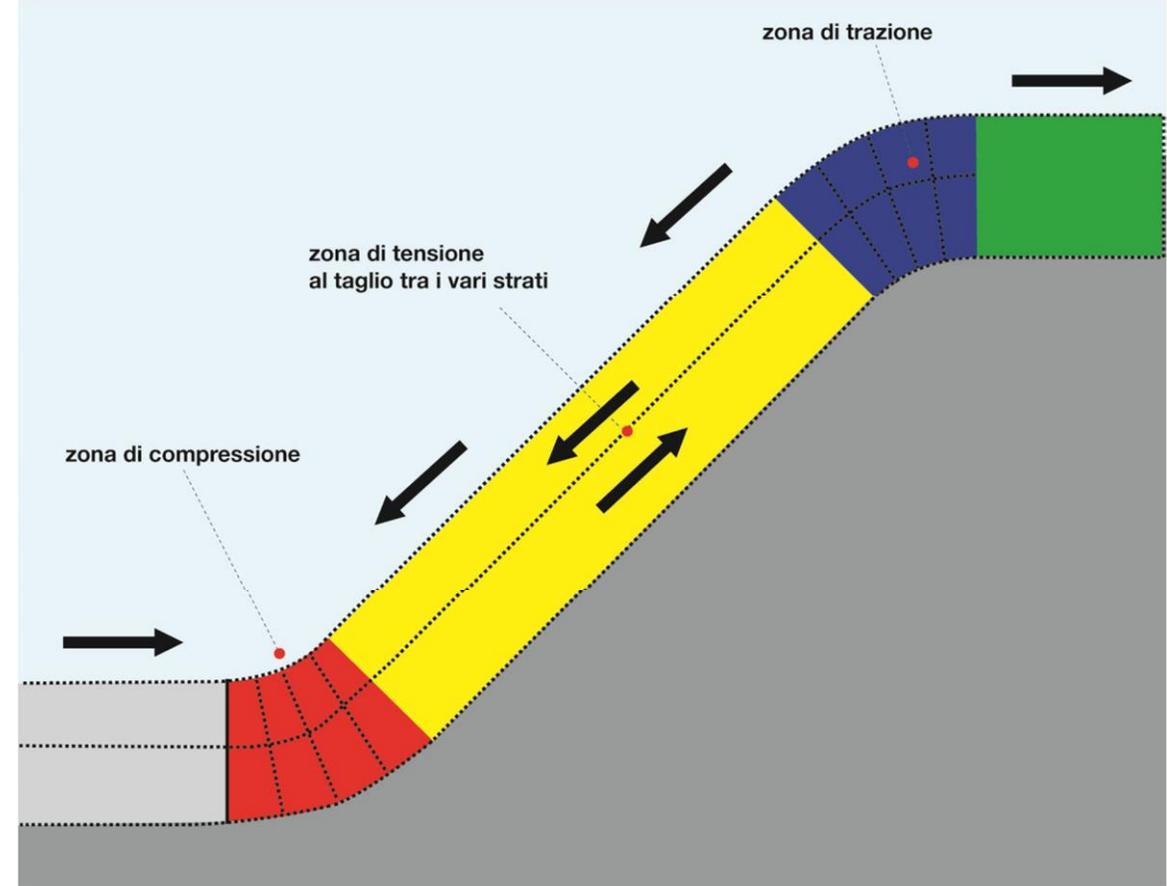


Cambi di pendenza,
convessità

TAGLIO

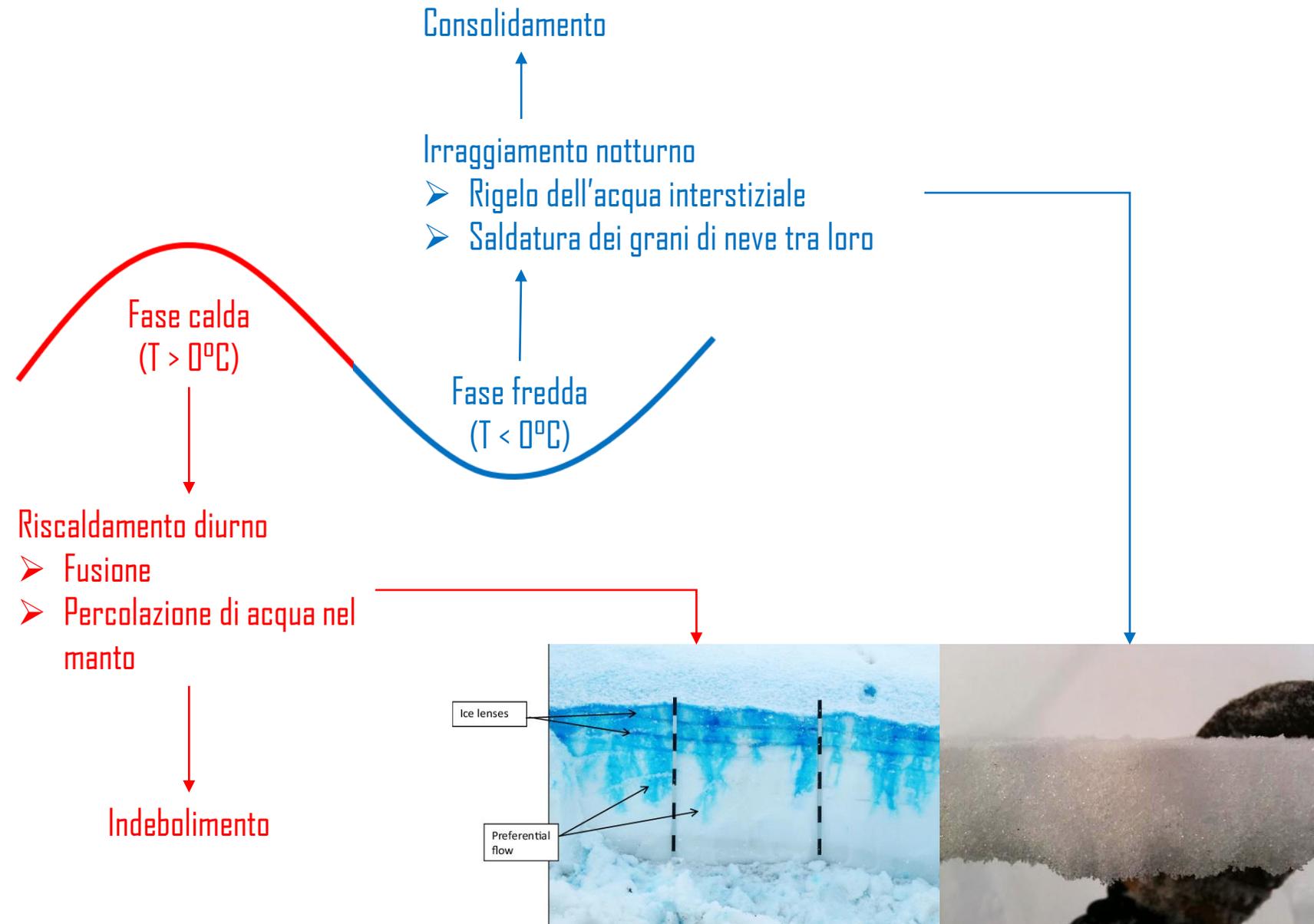


Sollecitazione brusca
e repentina



Esposizione dei versanti

- Versanti N
 - Temperature basse
 - Gradiente elevato
 - Assestamento lento
- Versanti S
 - Temperature più alte
 - Escursioni termiche
 - Basso gradiente e fusione
 - Assestamento veloce
- Versanti E: come N
- Versanti W: come S



Profilo stratigrafico

- Spessore dello strato
- Forma dei grani
- Dimensione dei grani
- Contenuto in acqua liquida
- Densità
- Temperatura
- Indice di durezza
- Resistenza a compressione

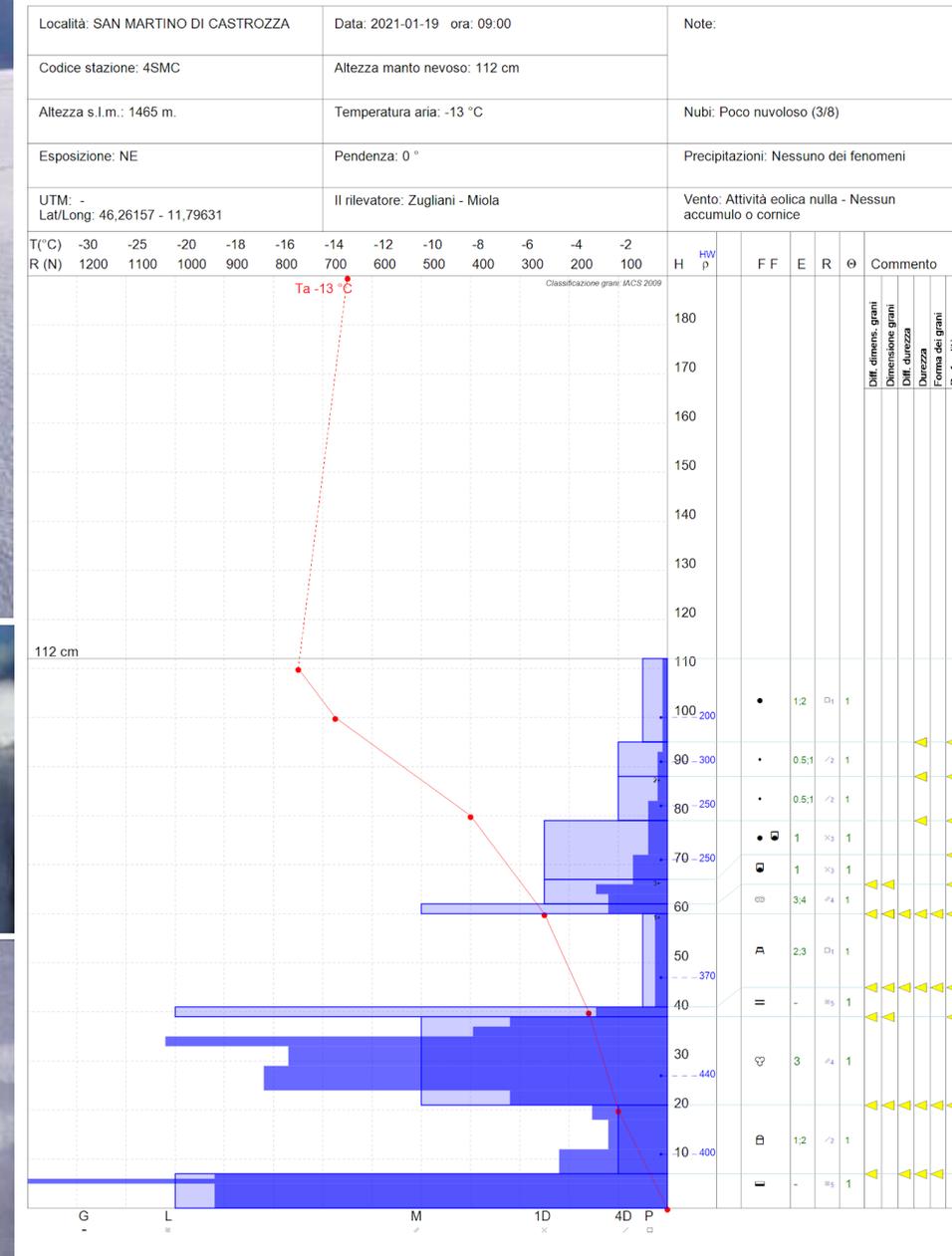


«Metodi» di misura

- Sonda per indice di durezza
- Metodi rapidi manuali
- Bilancia e cilindro volumetrico per densità

Inserimento dati online:

→ <https://models.slf.ch/p/niviz/>



Bollettino valanghe

- Elaborato giornalmente con:
 - Profili stratigrafici giornalieri
 - Dati da stazioni automatiche
 - Osservazioni attività valanghiva
 - Previsioni e dati meteo
- Info su:
 - Situazione meteo
 - Pericolo valanghe a zone
 - Analisi manto nevoso
 - Sciabilità (VdA)

CIELO COPERTO CON NEVICATE DIFFUSE LOCALMENTE ANCHE MODERATE. PERICOLO VALANGHE 3 MARCATO SU RETICHE, ADAMELLO E OROBIE CENTRALI, 2 MODERATO SUI RESTANTI SETTORI. PROBLEMA PRINCIPALE: NEVE FRESCA, VENTATA.



Pericolo valanghe: grado 3 - marcato

Pericolo valanghe

Zone: Retiche Occidentali, Retiche Centrali, Retiche Orientali, Adamello, Orobie Centrali

LUOGHI PERICOLOSI



tutti i versanti



oltre 1600 m

SITUAZIONE TIPICA



Neve fresca

VENTO A 3000M



30-70 km/h da Sud-Ovest

LIMITE DELLE NEVICATE



500 - 900 m

TEMPERATURE



stazionarie

GRADO DI PERICOLO: 3 MARCATO Su alcuni pendii ripidi oltre il limite del bosco, in presenza dei nuovi e diffusi lastroni è possibile provocare distacchi di piccole e medie dimensioni già con debole sovraccarico; questi potranno interessare anche strati interni ancora instabili. Possibili scaricamenti e distacchi a lastroni nelle zone sottovento.



FINE

→ Lunedì 1 febbraio: VALANGHE