



CORSO AVANZATO EAI2



Appunti raccolti e ordinati da Marco Lavezzo (ANC)
ad esclusivo uso interno dei corsi CAI

1

Meteorologia EAI



Conoscere la meteorologia (e la nivologia) per frequentare la montagna?

- Frequentazione consapevole
- Il grado di sicurezza nelle attività in montagna è direttamente proporzionale al grado di conoscenza e di esperienza che abbiamo dell'ambiente
- La consapevolezza deriva dalla conoscenza

PERICOLI: SE LI CONOSCI LI EVITI

2



PERICOLI DEL TEMPO IN MONTAGNA D'INVERNO diretti e indiretti

- **SCARSA VISIBILITA'**: difficoltà di orientamento, difficoltà di riconoscimento pericoli (zone distacco valanghe, salti di roccia, ...)
- **VENTO**: Freddo, mancanza di equilibrio, diminuzione della visibilità, caduta rami, trasporto di neve su versanti
- **BASSE TEMPERATURE**: Ipotermia e disidratazione, congelamenti
- **PRECIPITAZIONI**: scarsa visibilità, freddo, copertura delle tracce
- **RIFLESSIONE DEI RAGGI SOLARI** (ultravioletti e infrarossi): fastidio, danni alla vista
- **STABILITA' / INSTABILITA' DEL MANTO NEVOSO**: **VALANGHE**

3



PERICOLI DEL TEMPO IN MONTAGNA D'INVERNO IL WIND CHILL FACTOR

WCF	TEMPERATURA DELL'ARIA MISURATA DAL TERMOMETRO (°C)								
VELOCITÀ DEL VENTO (km/h)	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
0	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
10	8	2	-3	-8	-14	-19	-26	-30	-36
20	3	-3	-9	-16	-22	-29	-35	-42	-48
30	0	-6	-13	-20	-28	-34	-41	-48	-55
40	-1	-8	-16	-23	-31	-38	-45	-53	-60
50	-2	-10	-17	-25	-33	-41	-48	-56	-64
60	-3	-11	-19	-27	-34	-42	-50	-58	-66
70	-4	-12	-19	-28	-35	-43	-51	-59	-67
80	-4	-12	-20	-28	-36	-44	-52	-60	-68
	pericolo di congelamento della parte esposta entro 1 ora			pericolo di congelamento della parte esposta entro 1 minuto			pericolo di congelamento della parte esposta entro 30 secondi		

4

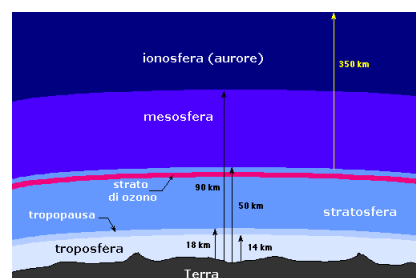


5



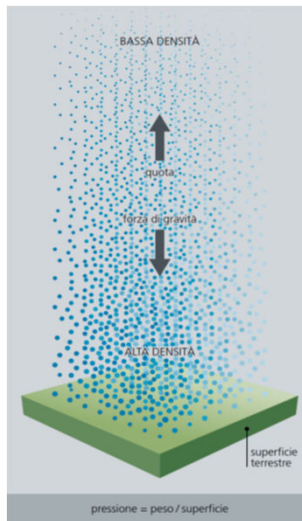
METEOROLOGIA ≡ FISICA DELL'ATMOSFERA applicata

I fenomeni meteorologici avvengono nella troposfera
 (la parte di atmosfera che va da 0 a 12 km circa di altezza alle nostre latitudini)



PARAMETRI FISICI DELL'ATMOSFERA
 TEMPERATURA - PRESSIONE - UMIDITA' - VENTO

6

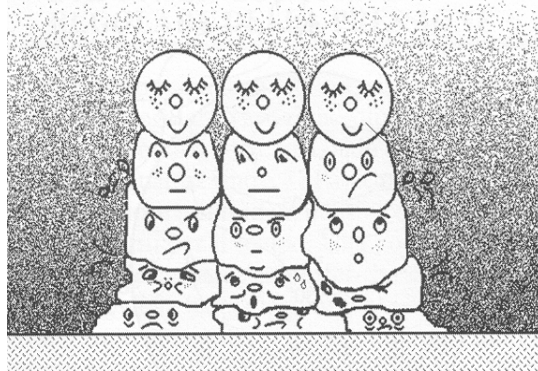


pressione standard media	1013	hPa
depressione atlantica	980 - 920	hPa
depressione mediterranea	995 - 990	hPa
uragano	< 900	hPa
alta pressione estiva	1020	hPa
alta pressione invernale	1035 - 1040	hPa
alta pressione siberiana	1060	hPa

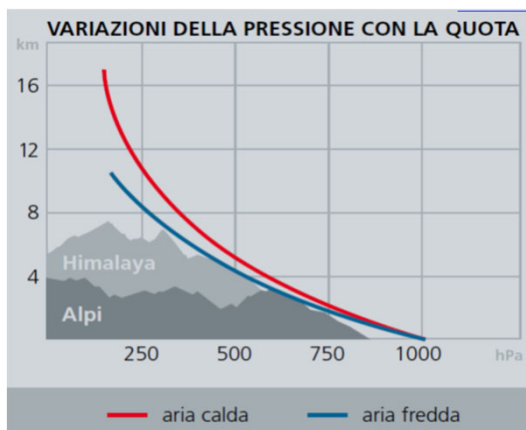
PRESSIONE

per pressione dell'aria si intende la forza esercitata su di una superficie dal peso di tutte le porzioni di aria sovrastante.

Si misura in mbar o in hPa.



7

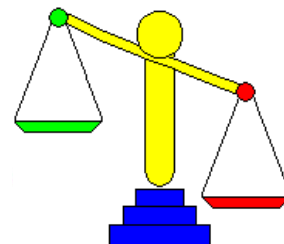


PRESSIONE

Nell'aria fredda, che è più densa (cioè più pesante), la variazione della pressione con la quota è maggiore che nell'aria calda, perché a parità di innalzamento "togliamo" più peso

L'ALTIMETRO: La pressione diminuisce con la quota in modo esponenziale e si dimezza ogni 5500 m ca. La misura della pressione ci fornisce la quota altimetrica.

Ricordarsi sempre che l'altimetro deve essere tarato!

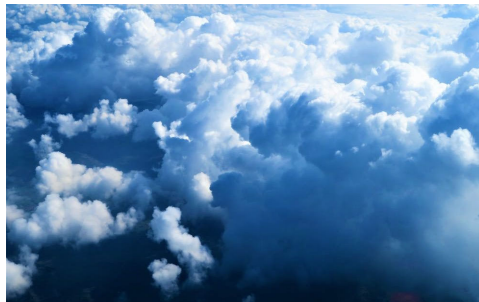


8

UMIDITA'

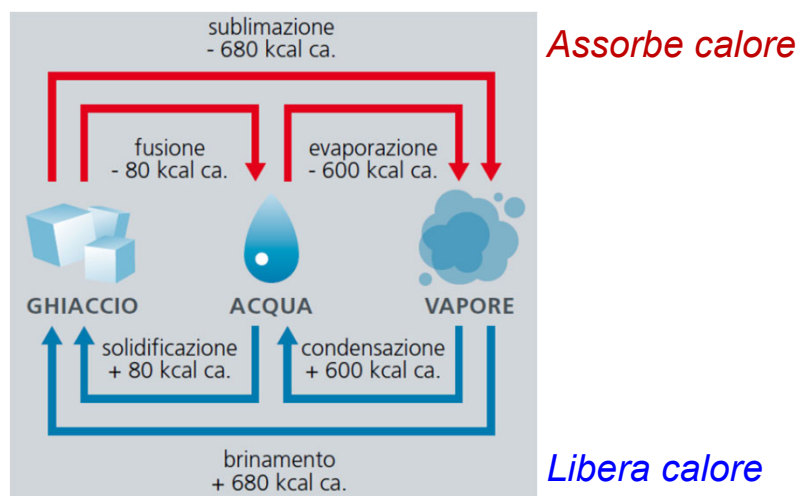
L'acqua è l'unica sostanza che si presenta nell'atmosfera in tutti gli stati possibili:

- solido (con i cristalli di ghiaccio dei cirri, neve, grandine)
- liquido (le goccioline delle nubi, la pioggia)
- gassoso (vapore acqueo): il vapore acqueo è invisibile.



9

PICCOLO RIPASSO DI FISICA I CAMBIAMENTI DI STATO DELL'ACQUA



10

TEMPERATURA

Concetto chiave: 1

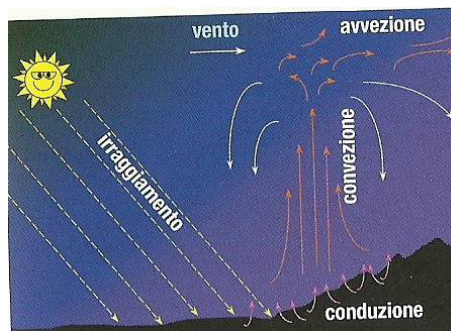
Il sole è il motore di ogni movimento dell'aria

La temperatura diminuisce con la quota

L'aria è trasparente ai raggi del Sole

La fonte principale di riscaldamento degli strati atmosferici prossimi al suolo è il suolo stesso.

Agendo il riscaldamento dal basso, gli strati più bassi si riscaldano maggiormente di quelli superiori.



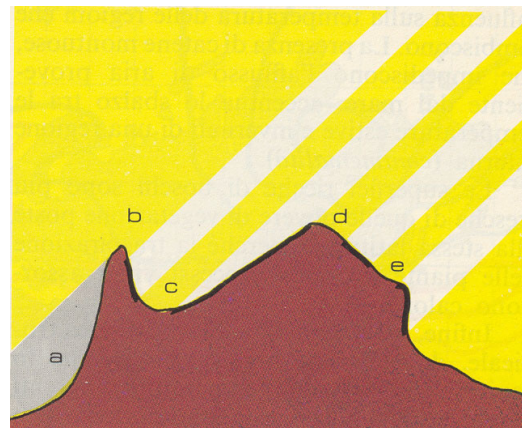
11

Concetto chiave: 2

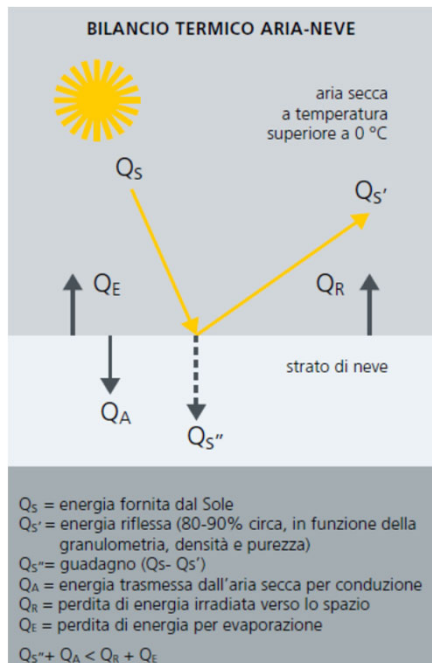
grande influenza del territorio sulle condizioni meteorologiche.

La temperatura al suolo è condizionata da diversi fattori

- copertura nuvolosa del cielo
- inclinazione della superficie rispetto ai raggi del Sole
- capacità termica dei diversi corpi: terra, roccia, acqua, terreno erboso, sabbia, neve, ecc...



12

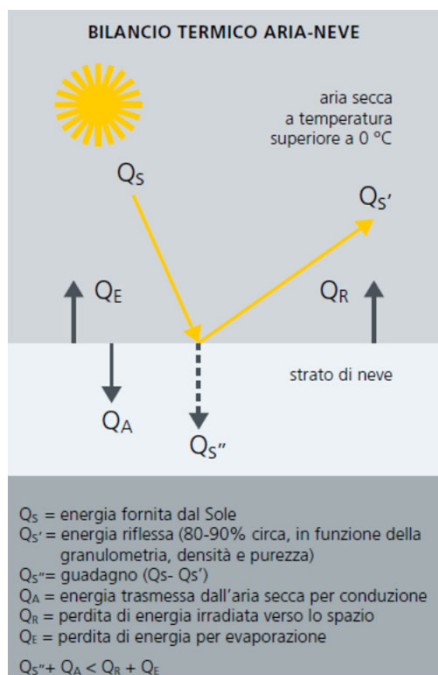


SUOLO INNEVATO

la neve non si riscalda facilmente né per effetto della radiazione solare diretta (poiché la riflette fino al 90% - con neve fresca) né per diretto contatto con aria più calda, soprattutto in presenza di vento debole e secco.

in caso di elevata umidità, l'aria cede vapore acqueo alla neve e scalda lo strato superficiale della neve

13



Bilancio termico negativo della neve

durante le notti serene la neve perde per irraggiamento molta energia verso lo spazio, raffreddandosi parecchio, soprattutto se l'aria è secca e il vento debole

l'evaporazione (sublimazione) e la fusione dello strato di neve a contatto con l'aria richiede energia, determinando un ulteriore raffreddamento della neve stessa

14



Concetto chiave: 3

L'aria calda sale in alto, salendo si espande, espandendosi si raffredda [e il vapore acqueo in eccesso condensa] e viceversa.

Temperatura dell'aria (°C)	-20	-10	0	+10	+20	+30
Massima quantità di vapore acqueo per mc di aria (g)	1.1	2.4	4.8	9.4	17.3	29.2

- la temperatura diminuisce di circa 0.4° ogni 100 m di quota in aria satura
- la temperatura diminuisce di circa 1° ogni 100 m di quota in aria secca

15

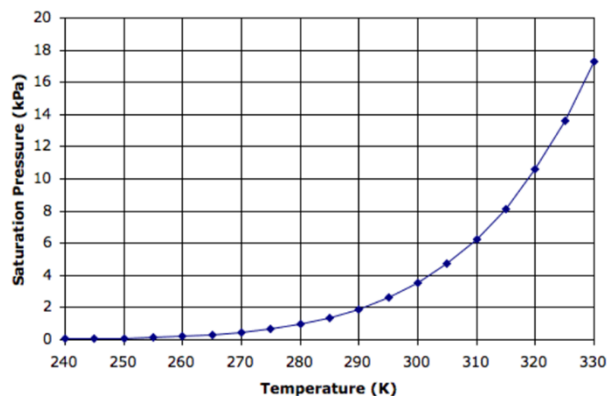


COME SI FORMANO LE NUBI (NEFOGENESI)

Le nubi si possono formare solo con la saturazione del vapore acqueo contenuto:

essa avviene di regola quando l'aria si raffredda.

Nota: le nubi possono anche formarsi per apporto di umidità



16



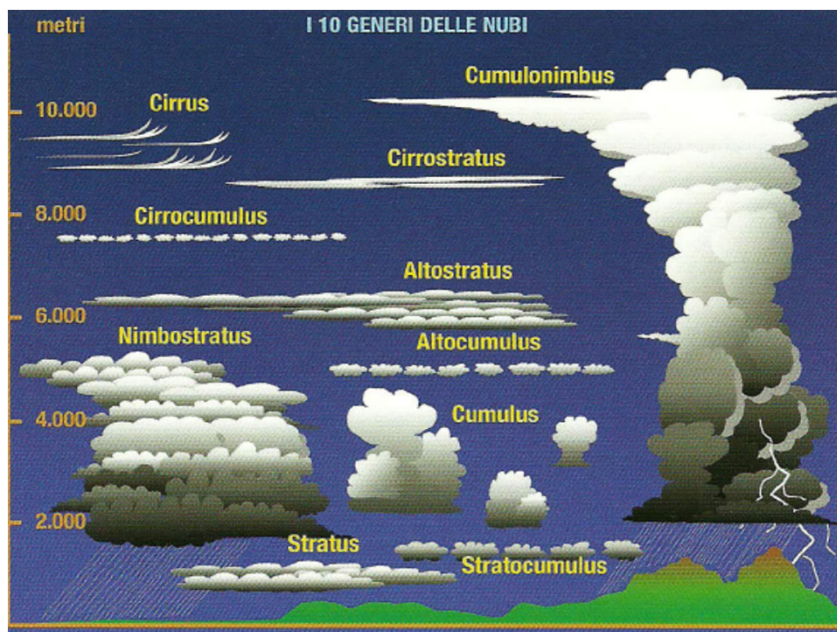
LE NUBI criteri di classificazione

QUOTA: nubi alte
medie
basse

FORMA: strati
nubi individuali

LIVELLO (quote valide per latitudini medie)	FORMA			
	Nubi stratiformi		Nubi cumuliformi	
Alto (da 5.000 a 13.000 m)	<i>Cirrus</i> <i>Cirrostratus</i>	<i>Nimbostratus</i>	<i>Cirrus</i> <i>Cirrocumulus</i>	<i>Cumulonimbus</i> <i>Cumulus</i>
Medio (da 2.000 a 7.000 m)	<i>Altostratus</i>		<i>Alto cumulus</i>	
Basso (da 0 a 2.000 m)	<i>Stratus</i>		<i>Stratocumulus</i>	

17



18

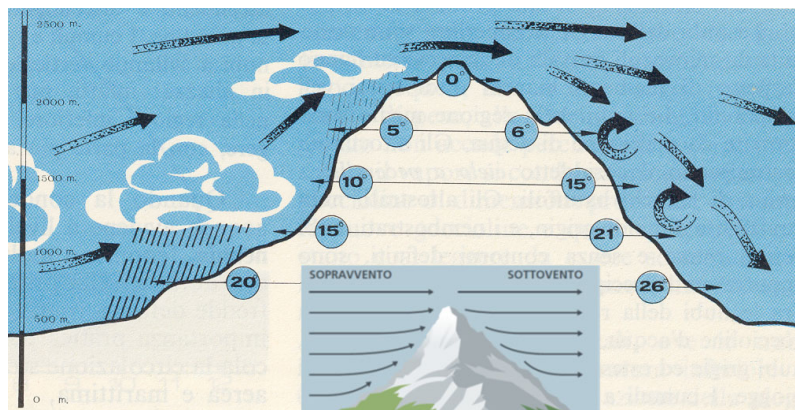
MOTI DELL'ATMOSFERA: IL VENTO

- **Ogni movimento dell'aria è dovuto a differenze termiche** (che generano differenze di pressione)
- Il vento può essere **orizzontale o verticale**.
- Le **montagne** influenzano moltissimo il movimento dell'aria, dando origine a fenomeni di accelerazione e decelerazione, correnti ascendenti o discendenti, vortici turbolenti ed incanalamento forzato (da cui si intuisce la complessità della meteorologia in ambiente alpino). **[concetto chiave: 2]**

19

Effetti dell'orografia: il föhn

I fenomeni di **sbarramento (stau)** e di **favonio (föhn)** si verificano quando una corrente d'aria è costretta a scavalcare una catena montuosa.

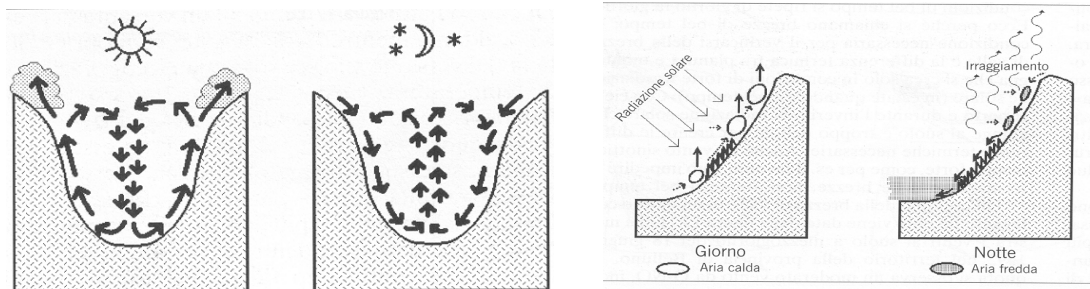


20

I venti locali LE BREZZE O “VENTI DI BEL TEMPO” (caratterizzati da ritmo giornaliero)

Il vento si muove direttamente dalla zona più fredda
alla zona più calda

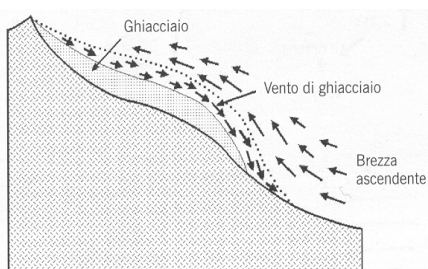
Dipende dall'irraggiamento solare



21

I venti locali

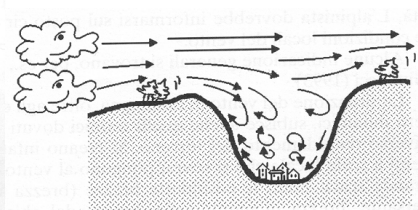
Vento di ghiacciaio
(e, in inverno, di nevaio!)



L'intensità del vento
aumenta in
corrispondenza di
strette orografiche
("vento apparente",
effetto Venturi)



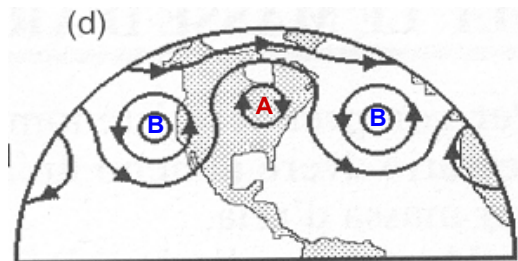
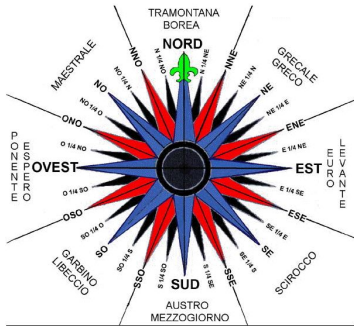
**MA... OCCHIO ALLE
TURBOLENZE DI
TIPO OROGRAFICO**



22



MOVIMENTO DELLE MASSE D'ARIA I VENTI SINOTTICI



CIRCOLAZIONE ANTICICLONICA: ALTA PRESSIONE
CIRCOLAZIONE CICLONICA: BASSA PRESSIONE

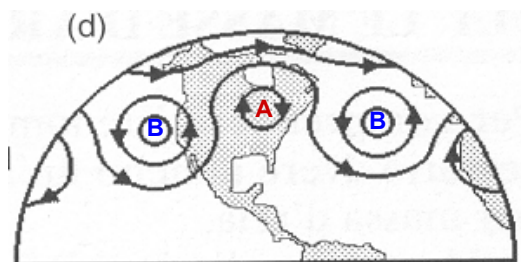
Concetto chiave: 4

Un osservatore che, nel nostro emisfero, si metta con la faccia controvento ha alla sua destra la bassa pressione e alla sua sinistra l'alta pressione.

23



MOVIMENTO DELLE MASSE D'ARIA I VENTI SINOTTICI



La circolazione vorticoso dell'atmosfera mette a contatto masse d'aria tra di loro differenti.

La zona di scontro si chiama FRONTE e origina le PERTURBAZIONI.

24



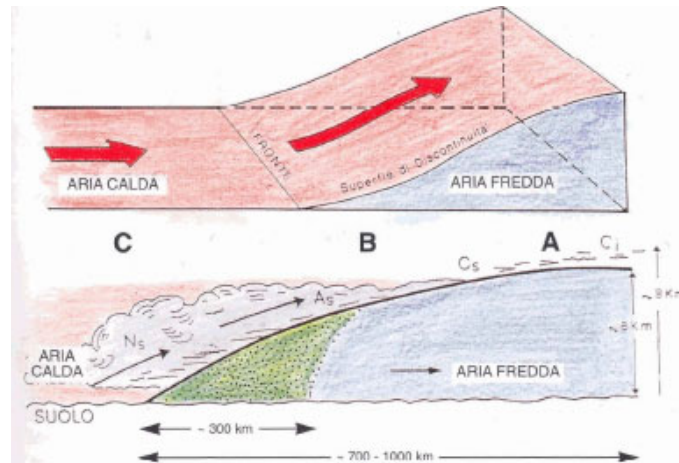
FRONTE CALDO



Precipitazioni di lunga durata (più giorni) per NEMBOSTRATI

Intensità variabile, fenomeni diffusi a scala regionale

Movimento lento e prevedibile



25



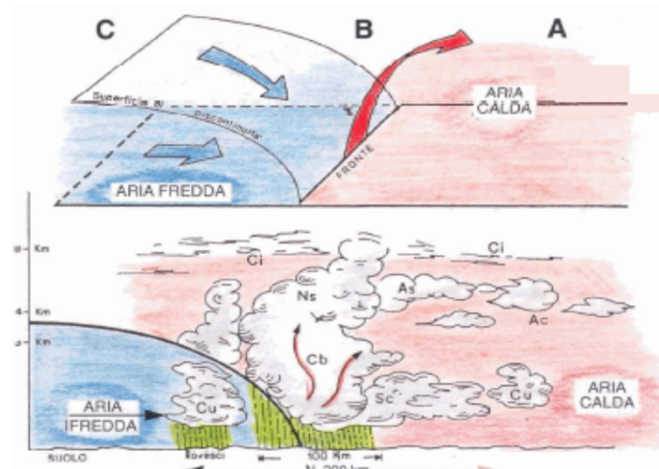
FRONTE FREDDO



Forti raffiche di vento, diminuzione delle temperature

Fenomeni intensi e localizzati, temporali per CUMULONEMBI

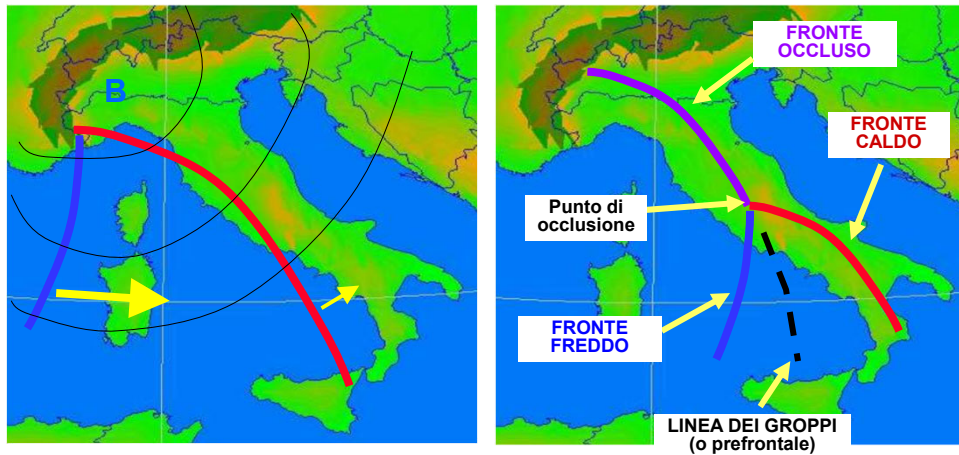
Veloce e meno prevedibile



26



Evoluzione di una perturbazione



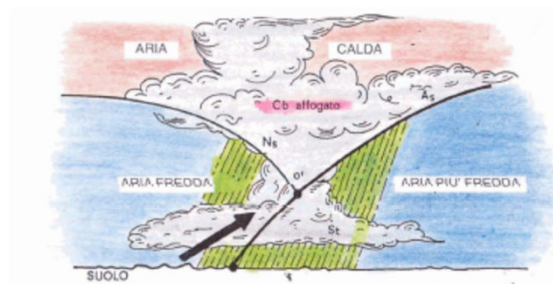
27



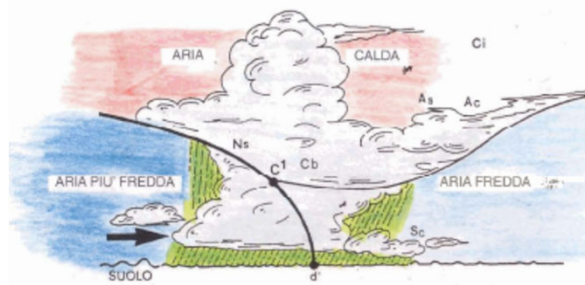
FRONTE OCCLUSO

D'estate: simile al fronte freddo

D'inverno: simile al fronte caldo



Sezione di un fronte occluso a carattere freddo.

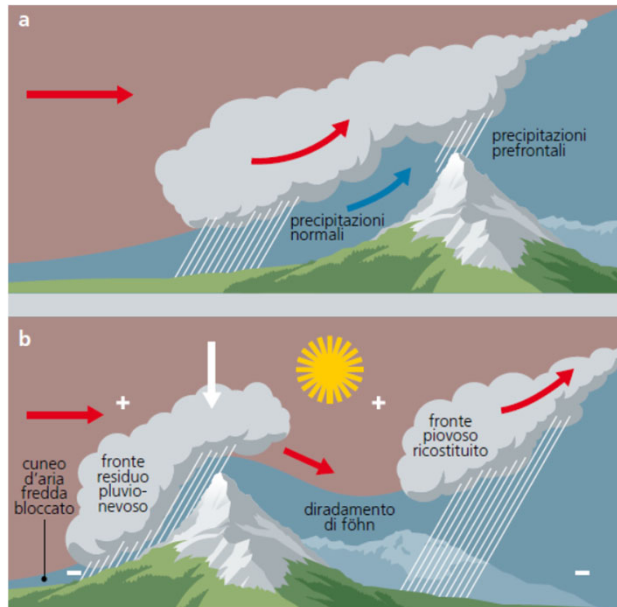


Sezione di un fronte occluso a carattere caldo.

28



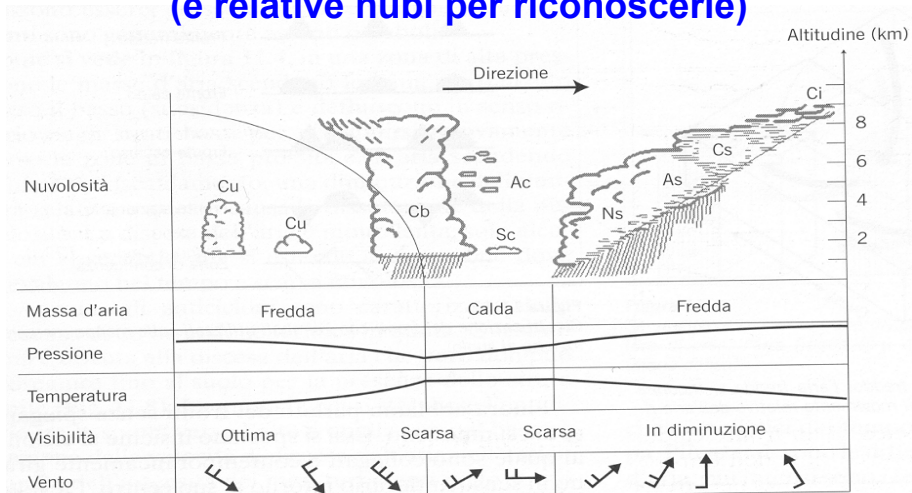
Interazione di un fronte caldo con le Alpi



29



SCHEMA DELLE PERTURBAZIONI ASSOCIATE ALLA CIRCOLAZIONE CICLONICA (e relative nubi per riconoscerle)



30

Cirrus



Cirrus uncinus



**Cirrus
aviaticus?**

Cirrus homogenitus!

31

Cirrostratus



**sovente produce
fenomeni di alone**



32



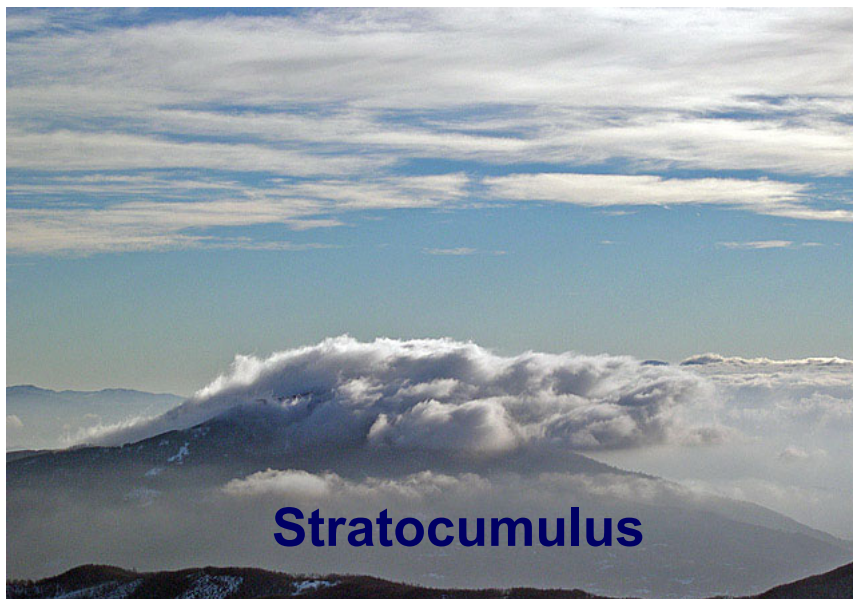
Stratus
(silvagenitus?)



Cirrostratus

Stratus

33



Stratocumulus

34

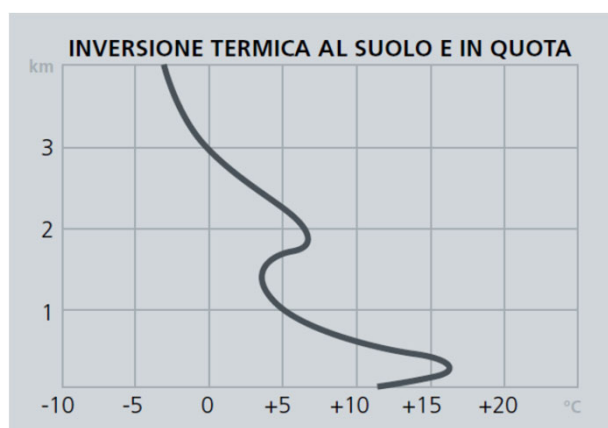
Alto cumulus lenticularis



Indicano vento forte in quota

35

L'INVERSIONE TERMICA



In quota, per scorrimento di masse d'aria calda su masse d'aria fredda (caso tipico del fronte caldo)

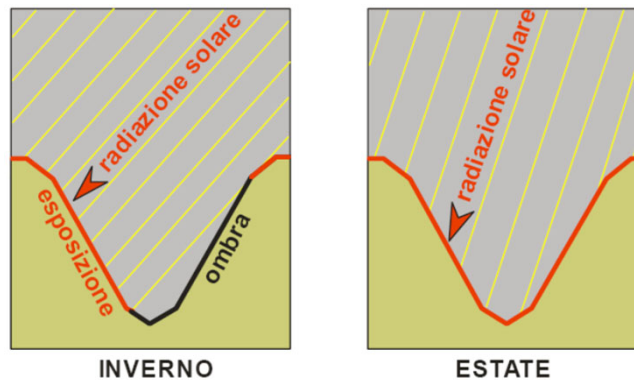
Per subsidenza (schacciamento) operato dall'anticiclone (in genere all'altezza dello strato limite, tra 1000 e 2000 metri di quota)

**Le inversioni in quota provocano nuvolosità stratiforme
Il livello dello 0° termico si può replicare a quote diverse**

36

L'INVERSIONE TERMICA AL SUOLO

Cause: accumulo e ristagno di aria fredda
Raffreddamento per perdita di calore notturna



Le inversioni al suolo provocano nebbie e foschie

37

FORECAST: DOVE REPERIRE LE PREVISIONI

ANZITUTTO RIVOLGERSI A SITI UFFICIALI, PROVVISI DI
PREVISORI PROFESSIONALI E MODELLI VALIDATI

- <https://www.regione.piemonte.it/web/meteo>
- <https://cf.regione.vda.it/>
- <https://www.arpal.liguria.it/tematiche/meteo/>
- <http://www.meteosvizzera.admin.ch/home.html?tab=overview>
- <http://www.meteofrance.com>
- <http://www.nimbus.it/italiameteo/previpiemonte.htm>
- <https://www.3bmeteo.com/>
- www.meteoblue.com

Previsione di precipitazione

- <http://www.meteociel.fr/modeles/arome.php>
- <https://it.snow-forecast.com/maps/dynamic/west-alps>

38



39

COS'È LA NEVE

- La neve è un **mezzo granulare poroso eterogeneo**, formato da cristalli di ghiaccio, in cui l'acqua è presente nei tre diversi stati: solido, liquido e vapore in proporzioni variabili.
- I cristalli, formatisi a temperature inferiori allo zero, presentano un'**ampia varietà di forme composite** in relazione alle diverse combinazioni di temperatura e umidità (vapore dell'aria) nelle zone di formazione all'interno delle nubi e nei diversi strati attraversati durante la discesa.
- Raggiunto il **suolo** i cristalli si accatastano uno sull'altro a strati uniformi o, in presenza di apporti eolici, in modo disomogeneo con accumuli sottovento e subiscono diversi tipi di **metamorfismo**.
- Per questo motivo si possono riconoscere **caratteristiche meccaniche diverse all'interno del manto nevoso**, con cristalli di diverso tipo e grado di metamorfismo e dunque con diverse proprietà della neve al suolo

40



Classificazione della neve in base al contenuto di acqua liquida

TERMINE	CONTENUTO IN ACQUA	NOTE	
Asciutta	0%	La temperatura è solitamente $<0^{\circ}\text{C}$, ma si può avere neve asciutta fino a 0°C . I grani di neve hanno una scarsa tendenza ad unirsi.	Scricchiola al passaggio
Umida	$<3\%$	$T=0^{\circ}\text{C}$. L'acqua non è visibile nemmeno con ingrandimenti $10X$. Quando viene schiacciata leggermente la neve ha una netta tendenza a restare unita.	Forma lo zoccolo
Bagnata	3-8%	$T=0^{\circ}\text{C}$. L'acqua è riconoscibile con ingrandimento $10X$ tramite il suo menisco tra i grani contigui; non è comunque possibile estrarre l'acqua schiacciando moderatamente la neve tra le mani.	
Molto bagnata	8-15%	$T=0^{\circ}\text{C}$. L'acqua si può estrarre premendo moderatamente la neve; vi è però ancora una certa quantità d'aria all'interno dei pori.	Bagna i guanti
Fradicia	$>15\%$	$T=0^{\circ}\text{C}$. La neve è impregnata d'acqua e contiene una quantità d'aria relativamente limitata.	

41



Quanto pesa la neve?

TIPO DI NEVE	DENSITA' [kg/m ³]
Neve fresca molto leggera	Ca. 30
Neve fresca	In media ca. 100
Neve feltrata	150-300
Neve a grani arrotondati	250-450
Neve a grani angolosi	250-400
Neve scorrevole-brina di profondità	150-350
Neve bagnata	300-500
Nevaio	500-830
Ghiaccio	917

42



Proprietà della neve (del manto nevoso)

- Viscosità e plasticità
- Coesione (forza di legame tra grani contigui)
 - Sinterizzazione (giunti di ghiaccio tra cristalli – anche per rigelo)
 - Capillarità (legami di tensione superficiale della pellicola d'acqua)
 - Feltratura (intreccio delle ramificazioni dei cristalli)
- Resistenza a trazione, a schiacciamento, a taglio (attrito)
- Durezza
- Isolamento acustico e termico
- Propagazione di onde elettromagnetiche
- Riflessione di raggi solari visibili e infrarossi

43



OK, MA... PERCHE' NEVICA?

COSA SERVE:

- Saturazione del vapore acqueo
- Nuclei (germi) di condensazione (*polveri micrometriche - 0.2-10 micron - costituite da particelle saline derivate dall'evaporazione marina, da particelle di origine vulcanica, da residui industriali, fumi, pollini, ecc.*)
- Una temperatura inferiore a -12°C per avere il germe di ghiaccio, o embrione: *una particella di ghiaccio con struttura cristallina esagonale*

44

COME SI FORMA UN CRISTALLO DI NEVE

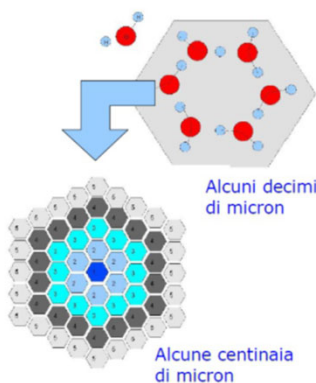
Il congelamento dell'acqua attorno al germe di ghiaccio libera calore, fa evaporare le gocce d'acqua vicine che – per effetto delle basse temperature – sublimano direttamente sotto forma di ghiaccio attorno al germe (*processo autoalimentante*)



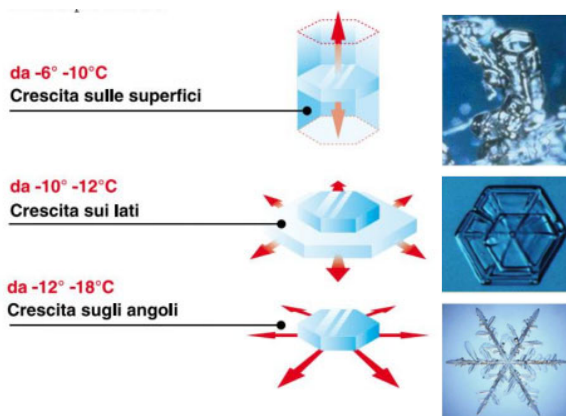
45

TANTI TIPI DI CRISTALLO

SISTEMA ESAGONALE DI CRISTALLIZZAZIONE



- Lungo l'asse Z (colonne, aghi,)
- Lungo le facce (piastrina)
- Lungo gli assi interni (stella di neve)



46



TANTI TIPI DI CRISTALLO

LA CLASSIFICAZIONE WMO IN 10 FORME PRINCIPALI

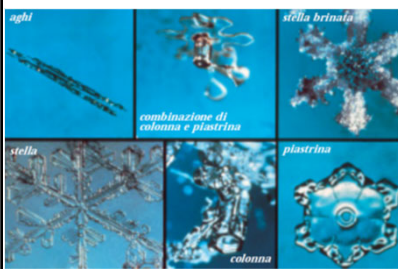
Temperatura cambia durante l'accrescimento del cristallo

Neve ventata

Turbolenza in quota

Gelicidio, inversione al suolo

Temporale estivo



1	Piastre				
2	Stelle				
3	Colonne				
4	Aghi				
5	Dendriti spaziali				
6	«Gemelli di camicia»				
7	Particelle irregolari				
8	Neve pallottolare				
9	Sferette di ghiaccio				
10	Grandine				

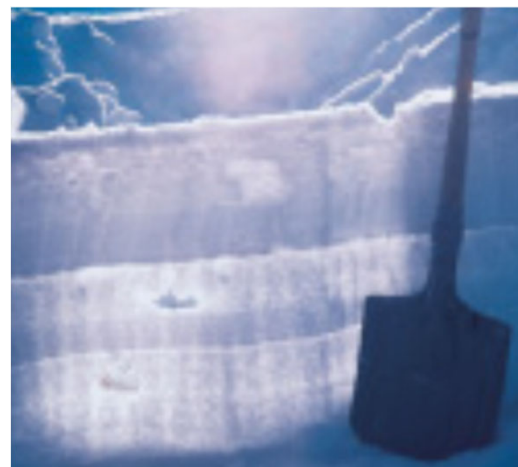
47



METAMORFISMO: LA NEVE SI TRASFORMA

- TEMPERATURA
- VENTO
- PRESSIONE

- DURANTE LA CADUTA
- AL SUOLO (dentro il manto)
- SULLA SUPERFICIE DEL MANTO



48



TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN CADUTA

Costruttivo. Durante la caduta i cristalli si aggregano e formano i fiocchi

Distruttivo.

Senza vento, con temperature basse (-5°C) fino al suolo: neve leggera (polverosa), secca, contiene molta aria

Con temperature prossime agli 0°C : neve pesante e umida (cambiamento di stato)

Con vento: cristalli frammentati, talora granulari, neve densa (contiene meno aria)



TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN CADUTA

Il ruolo di temperatura e umidità

Se l'aria attraversata dal fiocco è molto secca (umidità relativa $<40\%$) e $< 0^{\circ}\text{C}$, allora i fiocchi tendono ad evaporare (sublimare) rapidamente

Se la temperatura è positiva, l'effetto dell'evaporazione è quello di raffreddare il fiocco, che quindi può resistere maggiormente, oltre a raffreddare l'intera colonna d'aria che attraversa

LA NEVE IN CADUTA: IL LIMITE DELLA NEVICATA

Il limite della nevicata è la quota oltre la quale la precipitazione assume prevalentemente forma nevosa.

Generalmente il limite della nevicata è più basso rispetto al limite di accumulo al suolo.

DIPENDE DA DIVERSI FATTORI

(nota: le condizioni nel seguito descritte sono valide in assenza di vento, afflusso di aria calda o rimescolamento turbolento)

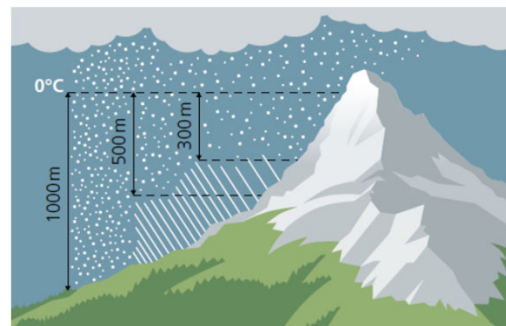
51

LA NEVE IN CADUTA: IL LIMITE DELLA NEVICATA

Dipende dallo zero termico e dall'intensità e durata della precipitazione

il limite della nevicata si attesta mediamente al di sotto dello zero termico nella libera atmosfera:

- in caso di precipitazioni deboli (pari ad un equivalente in acqua di 1-3 mm/h), di circa 200-300 m;
- in caso di precipitazioni moderate (pari ad un equivalente in acqua di 3-5 mm/h), di circa 400-500 m;
- in caso di precipitazioni intense (pari ad un equivalente in acqua superiore a 5 mm/h), di circa 600-700 m;
- in caso di precipitazioni a carattere di rovescio o temporale, anche a quote ancora più basse.



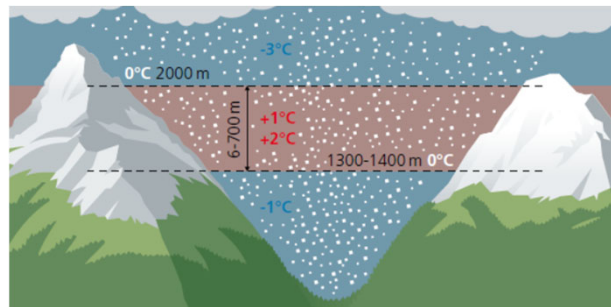
raffreddamento dell'aria per assorbimento di calore

52

LA NEVE IN CADUTA: IL LIMITE DELLA NEVICATA

Dipende da eventuali inversioni termiche

Presenza di aria fredda negli strati bassi



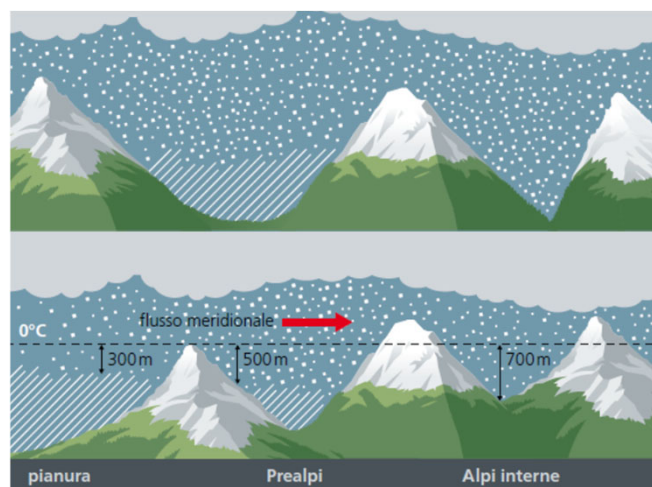
Purché lo spessore delle strati di aria calda da attraversare non provochi la completa fusione della neve. In tal caso si ha il fenomeno del gelicidio (pioggia congelante)

53

LA NEVE IN CADUTA: IL LIMITE DELLA NEVICATA

Dipende dall'ampiezza delle valli e dalla posizione geografica

Nelle valli strette la massa d'aria che la neve deve raffreddare mentre fonde al di sotto dello zero termico è più piccola e quindi il limite della nevicata si abbassa

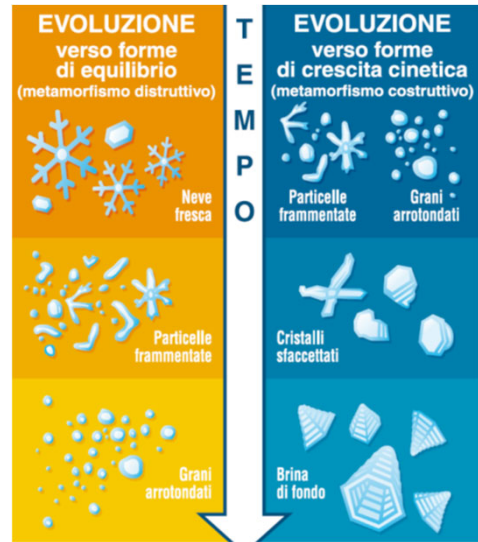


54

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE AL SUOLO

PER SCAMBIO TERMICO: GRADIENTE

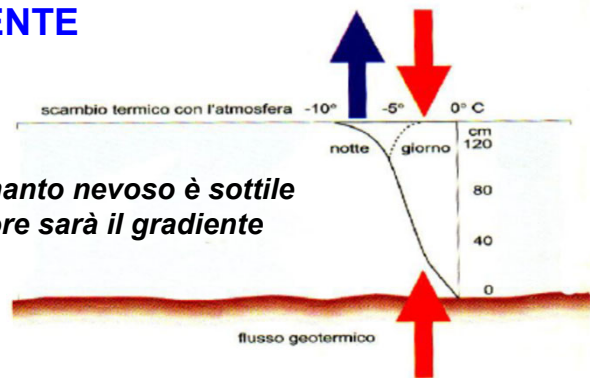
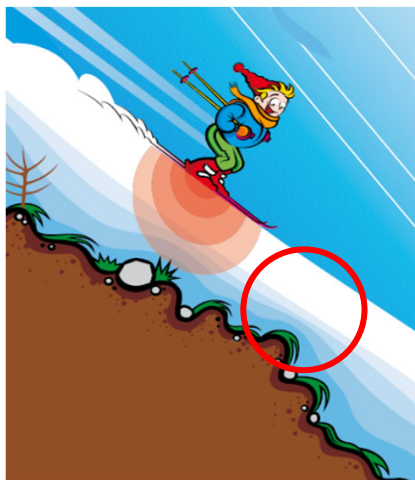
(differenza di temperatura per unità di spazio)



55

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE AL SUOLO

PER SCAMBIO TERMICO: GRADIENTE



Più il manto nevoso è sottile maggiore sarà il gradiente

Se il manto nevoso ha uno spessore di almeno 50 cm, il calore fornito con continuità dalla terra rimane rinchiuso dalla coltre nevosa e il suolo mantiene per tutto l'inverno una temperatura prossima a 0°C.

56



TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE AL SUOLO

NEVE ASCIUTTA: METAMORFISMO DA GRADIENTE.

- **Isotermia o basso gradiente: valori inferiori a $0.05^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ che implicano metamorfismo distruttivo. Si genera la NEVE FELTRATA**
Con temperatura mite e progressivo aumento della densità: assestamento del manto nevoso e saldatura dei grani mediante ponti di ghiaccio (SINTERIZZAZIONE)
- **medio gradiente: compreso tra $0.05^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ e $0.2^{\circ}\text{C}/\text{cm}$, è caratterizzato da metamorfismo distruttivo lento o lieve crescita cinetica dei cristalli superfici piane e sfaccettate = grani con bassa coesione = manto nevoso instabile**

57



TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE AL SUOLO

NEVE ASCIUTTA: METAMORFISMO DA GRADIENTE.

- **alto gradiente: maggiore di $0.2^{\circ}\text{C}/\text{cm}$, permette metamorfismo costruttivo con forte crescita cinetica dei cristalli;**

Come il precedente, ma con trasformazioni più spinte dei cristalli

- **Formazione della brina di profondità e di CRISTALLI A CALICE (forme piramidali cave a base esagonale) a scarsa coesione, che porta alla formazione di una base d'appoggio instabile.**



nevicata precoci con lunghi periodi freddi possono avere strati che si trasformano totalmente in brina di fondo

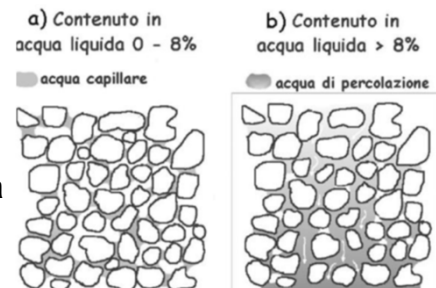
58

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE AL SUOLO

METAMORFISMO DA FUSIONE E RIGELO

- Azione media o forte in funzione della temperatura e della percolazione di acqua (anche per pioggia)
- La nebbia agisce sulla superficie per capillarità
- Il vento caldo provoca umidità e fusione

- **NEVE UMIDA:** coesione per capillarità
- **A seguito di raffreddamento: sinterizzazione per rigelo**
- **NEVE SATURA D'ACQUA:** perdita completa di coesione (si comporta come un liquido denso: tipiche valanghe primaverili pomeridiane)
- **Il metamorfismo da fusione porta alla scomparsa del manto nevoso**



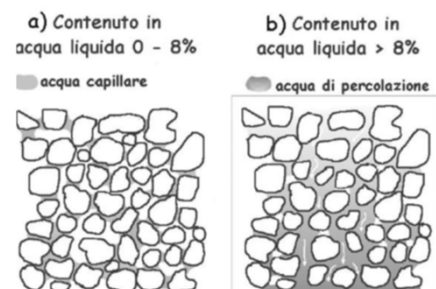
59

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE AL SUOLO

METAMORFISMO DA FUSIONE E RIGELO

- *Nota: il gradiente termico è inverso rispetto al «metamorfismo da gradiente» descritto per la neve asciutta, dove la temperatura aumenta con la profondità: in questo caso diminuisce*
- *Ma attenzione alla stratificazione termica in manti nevosi di discreto o notevole spessore*

- Le fasi di rigelo consolidano il manto nevoso
- Le microfusioni superficiali seguite da rigelo provocano la “firnificazione” (in tedesco firn = **NEVE PRIMAVERILE**) del manto (o **NEVE TRASFORMATATA**)
- il gelo provoca croste superficiali

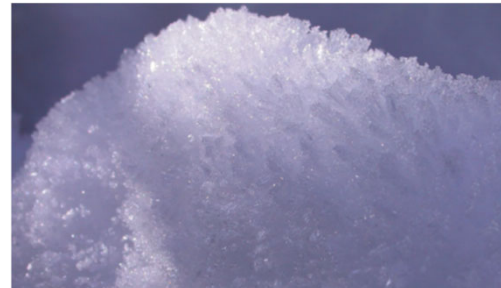


60

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

Brina di superficie - l'equivalente solido della rugiada: sublimazione inversa (vapore/ghiaccio) con trasformazione costruttiva in scaglie o piume. Nessuna coesione.

- favoriscono l'instabilità degli strati di neve che una volta sepolti tendono a creare zone di rottura che si propagano nel manto nevoso



61

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

Brina opaca: azione turbolenta dell'atmosfera con temperature oscillanti tra -8°C e -10°C . detta anche GALAVERNA

In assenza di vento: GHIACCIO VETRATO



62

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

- **soleggiamento diretto: formazione di crosta da sole, caratterizzata da uno strato molto sottile e traslucido di rigelo del vapore**

La crosta può essere portante o non portante



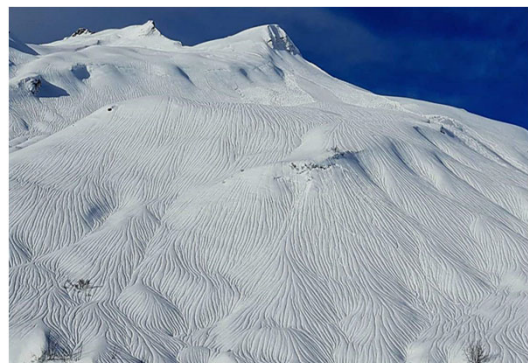
63

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

LA PIOGGIA SULLA NEVE

Provoca ondulazioni e/o cavità della superficie del manto nevoso dovute alla pioggia su neve o rialzi termici e relativa fusione della neve.

- **Possibilità di distacchi naturali già su pendii poco ripidi (20° - 25°)**
- **Segnali di allarme: riccioli o palle di neve**



64



PROPRIETA' DELLA NEVE

ANGOLO DI ATTRITO

TIPO DI NEVE	ANGOLO D'ATTRITO [°]
Fresca	90°
Metamorfismo distruttivo (fase iniziale)	65°
Metamorfismo distruttivo (fase finale)	45°
Grani arrotondati (fusione)	30°
Brina di fondo	55°

65



TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

ALTRI TIPI DI METAMORFISMO: SINTERIZZAZIONE MECCANICA (saldatura reciproca tra cristalli).

- **sinterizzazione da pressione dovuta a carico:** per effetto di nuove precipitazioni o per battitura meccanica di piste
- **sinterizzazione da vento:** frammentazione dei cristalli

causa una progressiva diminuzione degli spessori, compattazione, variazione delle forme dei cristalli e diminuzione del contenuto d'aria, con conseguente assestamento del manto nevoso

MA ATTENZIONE ALLE CORNICI E AI LASTRONI DA VENTO!

66

PROPRIETA' DELLA NEVE

COESIONE, DEFORMABILITA', RESISTENZA

TIPO DI NEVE	TIPO COESIONE	DEFORMABILITA'	RESISTENZA
Fresca - fredda	Feltratura	Modesta, tollera i microcollassi	Scarsa
Fresca - umida	Feltratura, capillarità	Plastica, tollera i microcollassi	Da scarsa a modesta
Gradiente debole	Sinterizzazione	Plastica, visco-elastica	Da buona a elevata
Gradiente elevato	Nessuna	Nessuna, fragilità strutturale	Scarsa
Fondente	Capillarità	Visco-plastica	Modesta
Croste gelate	Aggregati granulari	Elastica	Da buona a elevata
Lastroni da vento	Sinterizzazione	Elastica, fragilità strutturale	Da scarsa a elevata
Neve pallotolare	Nessuna	Fratture per fragilità strutturale	Scarsa o nulla
Brina di superficie	Nessuna	Fratture per fragilità strutturale	Scarsa o nulla

67

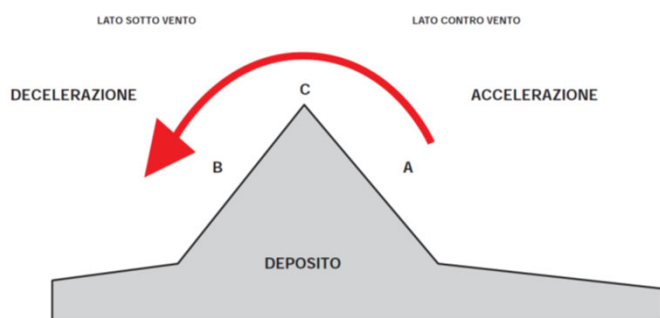
TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

DOBBIAMO ANCORA PARLARE DEL VENTO

Il vento è il costruttore di valanghe a lastroni per eccellenza

Metamorfismo meccanico durante il trasporto eolico: i cristalli si frammentano e aumenta il grado di coesione del deposito

Tanto maggiore è l'inclinazione del pendio sopravvento tanto maggiore è la velocità di passaggio del vento



68

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

L'AZIONE DEL VENTO



PENDIO SOTTOVENTO



PENDIO SOPRAVENTO

69

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

L'AZIONE DEL VENTO

MORFOLOGIE EOLICHE SUL MANTO NEVOSO:

- CORNICI
- DUNE
- SASTRUGI
- LASTRONI



Il vento lascia sul versante sopravvento un'impronta che ci permette di capire la direzione verso cui ha soffiato e di conseguenza individuare la presenza degli accumuli sottovento

70

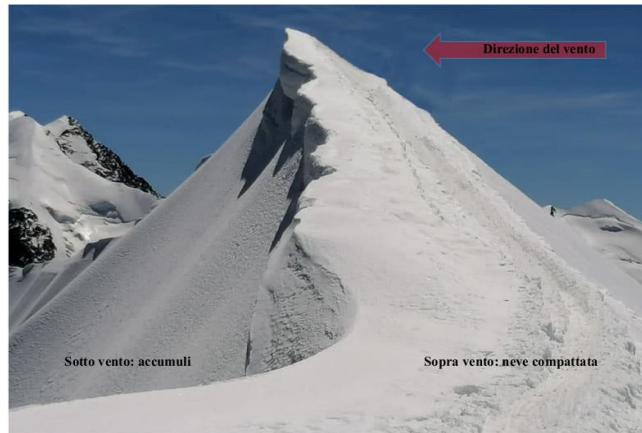
TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

CORNICI

su creste e crinali

L'accumulo è formato da neve a debole coesione sul lato sottovento

Durante la formazione: pennacchi di neve



71

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

DUNE

Con velocità > 20 km/h, formazione di accumuli importanti nel versante sottovento e lastroni duri nel versante colpito dal vento (sopravento). Lo spigolo guarda in direzione del vento.



72

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

SASTRUGI

caratteristiche increspature della superficie del manto nevoso:

- costituite da neve generalmente molto dura, ad elevata coesione, lo “scalino” è rivolto in direzione del vento, il flusso d’aria percorre le scanalature parallelamente

I sastrugi si distinguono per i punti rivolti controvento, simili ad incudini, che si muovono sottovento quando la superficie si erode. Questi punti di solito si trovano lungo creste perpendicolari al vento prevalente; sono ripidi sul lato sopravvento e inclinati sul lato sottovento

73

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

SASTRUGI



74

TRASFORMAZIONI (metamorfismo) DELLA NEVE IN SUPERFICIE

SASTRUGI



75

Una buona previsione: prepararsi all'escursione

- Se possibile, conoscere la storia meteo-climatica del luogo delle settimane precedenti, meglio se di tutta la stagione
<https://www.meteo3r.it/app/public/>
- Cominciare ad informarsi sulle condizioni meteo-climatiche con un certo anticipo: almeno 1 settimana prima
- Continuare a seguire l'evoluzione delle previsioni per capire se vi sono variazioni da un giorno all'altro oppure no (buona predicibilità)
- Utilizzare più di un bollettino
- Pianificare soluzioni alternative

76



ELIMINARE / MITIGARE IL RISCHIO

- Occorre anche sapere**
- rinunciare ad una gita pianificata
 - cambiare obiettivo o itinerario
 - affrontare un ritorno prematuro

Grazie per l'attenzione e... buone escursioni!