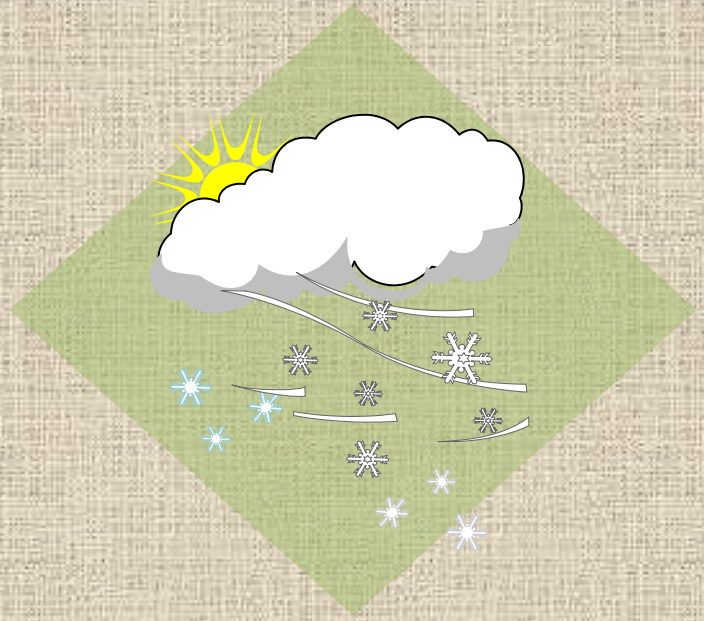
NIVOLOGIA E METAMORFISMI

1) Come nasce la neve



Riferimenti bibliografici

- RENATO CRESTA
  - La neve e le valanghe -
  Mulatero editore
- WERNER MUNTER
  - il rischio di valanghe -
  a cura dello SVI servizio valanghe
- Meteo - leggi e capricci dell'atmosfera -
  universale Electa/ Gallimard

Immagini

- Le foto in B/N sono di Giuseppe Mangianti Domodossola, 1949 - Internet "Gulliver"
- alcune immagini sono tratte dai libri di R. Cresta e W. Munter
- gli schizzi sono stati elaborati da Cuni Giancarlo

Introduzione

Lo scopo di questa lezione è di stimolare l'interesse, la curiosità, la conoscenza del "pianeta neve"

Conoscere i segreti della neve e come si forma, l'evoluzione dei suoi cristalli e le sue trasformazioni è un aiuto indispensabile per chi si avventura sulla neve fresca. (Renato Cresta)

Introduzione

Il cristallo di neve è oggetto di una veloce descrizione dalla sua origine entro l'atmosfera fino alla caduta al suolo destinata a costituire il manto nevoso.
Manto nevoso che in seguito viene presentato nelle più disparate morfologie, ossia nelle diverse configurazioni superficiali su cui normalmente ci si muove sciando.

Provate a chiedere cosa è la neve

- **I più diranno:**
  - » che è bianca e fredda
  - » soffice e polverosa
  - » bagnata, crostosa, gelata

  risposte accettabili, qualcuno aggiungerà "i fiocchi sono a forma di stella"

  e il discorso si conclude

- Per il pistaiolo la neve è un semplice tappeto, disteso in autunno
  e riposto con l'arrivo della primavera.

Purtroppo ci si dimentica che la neve è una materia che vive, che cambia, e che in certi casi, può ingannare e costituire una trappola.

• Addentrarsi in un mondo riservato a pochi e scoprire i segreti di questa materia, bianca e fredda, è straordinariamente bello e affascinante.
Si scopre che è una materia piena di sensualità, anche se il contatto che abbiamo con essa si limita spesso a uno sguardo superficiale o magari a qualche tuffo non voluto.
Toccandola con gli sci, con i bastoncini, con le mani, proviamo sensazioni differenti in funzione del tipo di cristallo che la compongono: la neve può essere dura, morbida, crostosa, farinosa, molle, bagnata.
E' come la pelle di una donna, non ci sono due nevi uguali.
La neve è sinonimo di silenzio ovattato, conosciamo tutti il classico (e preoccupante) **woom** della neve che si assesta, ma si possono udire altri suoni, ad esempio battendo la pista quando si traccia, tra i cristalli di brina, nella neve marcia, o su neve primaverile, affondando il bastoncino.
Non è difficile intuire come nello scialpinismo ci si muova lontano dalla neve morta, banalizzata e senza carattere, che ricopre le piste battute a fianco di ski-lift e seggiovie.

Il Gran Combin salendo a punta Chaligne

foto di G. Mangianti (Domodossola)

Come nasce la neve

LE NUVOLE E LA PIOGGIA

- Il vapore acqueo che si forma sulla superficie della terra si immette continuamente nell'atmosfera.

  L'aria però non può contenere quantità illimitate di vapore. La sua capacità di "accogliere" vapore dipende dalla temperatura: l'aria più calda riesce a contenere una quantità maggiore. In ogni caso, raggiunta una determinata percentuale, l'aria diventa satura. Il vapore acqueo si condensa allora in minuscole goccioline, liberando il calore che gli permette di proseguire la sua ascensione. Intanto l'aria si sposta continuamente, e quindi si riscalda o si rafredda secondo il momento e il luogo in cui si trova. Quando il raffreddamento è eccessivo, scatta il fenomeno della condensazione.

LE NUVOLE E LA PIOGGIA

- L'acqua è una sostanza dalle caratteristiche straordinarie, l'unica sostanza sulla Terra capace di essere presente nello stesso luogo in tutti e tre gli strati di aggregazione molecolare:
solido - liquido - gassoso, entro una gamma abbastanza estesa di valori di temperatura e pressione.
(Cresta)

- Le goccioline di acqua all'interno di una nuvola sono talmente piccole che per formare una goccia di pioggia ne occorre almeno un milione.
In un lungo viaggio verso la Terra, attraverso varie avventure, le goccioline si fondono e si trasformano in gocce di pioggia, *fiocchi di neve*, chicchi di grandine.

1) *LE VARIE FASI DELLE PRECIPITAZIONI*

- L'umidità può riversarsi sulla terra come una pioggia leggera o come una grandinata violente e distruttiva, ma ogni forma di precipitazione ha inizio con la condensazione di molecole d'acqua attorno a minuscole particelle in sospensione dette nuclei di condensazione: migliaia di goccioline devono quindi unirsi in gocce abbastanza grosse da poter cadere a terra senza evaporare.
- Ai tropici, ad anche in alcune regioni dalle latitudini temperate, a volte si formano goccioline di nube insolitamente grosse. Cadendo rapidamente attraverso la nube, esse si imbattono in altre più piccole e le inglobano fino a raggiungere le dimensioni di una goccia di pioggia e precipitare a terra.

segue

2) LE VARIE FASI DELLE PRECIPITAZIONI

- Ma al di fuori dei tropici, quasi tutte le precipitazioni cominciano come *cristalli di ghiaccio.*

- Questi si formano nelle parti superiori di spessi cumulonembi o nembostrati, dove la temperatura è al di sotto dello zero gradi, ma la maggior parte delle goccioline delle nuvole rimane allo stato di liquido sopraraffreddato. Quando però alcune di queste goccioline gelano, i cristalli di ghiaccio che ne derivano, poiché il vapore acqueo che è sopra di essi gela, si ingrossano ed alla fine cadono come *fiocchi di neve.*

segue

3) LE VARIE FASI DELLE PRECIPITAZIONI

- Inizialmente i fiocchi di neve tendono a raggrupparsi, e la forma in cui raggiungono il terreno dipende dalle temperature che incontrano.
L'aria fredda li conserva, per cui arrivano come neve soffice, mentre se l'aria è più calda si sciolgono e cadono come pioggia.
Quando tra le gelide cime delle nubi ed una regione di temperature sotto lo zero vicino al suolo si trova dell'aria calda, la precipitazione prima si scioglie, poi, prima di toccare terra, gela di nuovo dando luogo a pioggia e neve, oppure gela per impatto, formando una corazza di ghiaccio su rami o su fili delle linee elettriche.
Solo la grandine segue un cammino diverso. Secondo la teoria più accreditata essa si formerebbe cosi: forti correnti verticali temporalesche lancerebbero ripetutamente le particelle della precipitazione che si stanno formando nelle parti superiori della nube. Ogni volta un nuovo strato di vapore d'acqua gela sulla superficie dei chicchi di grandine in formazione ingrossandoli, fino a quando, divenuti troppo pesanti per essere sollevati da correnti anche forti, essi precipitano a terra.

Le varie fasi delle precipitazioni

Nuclei di condensazione

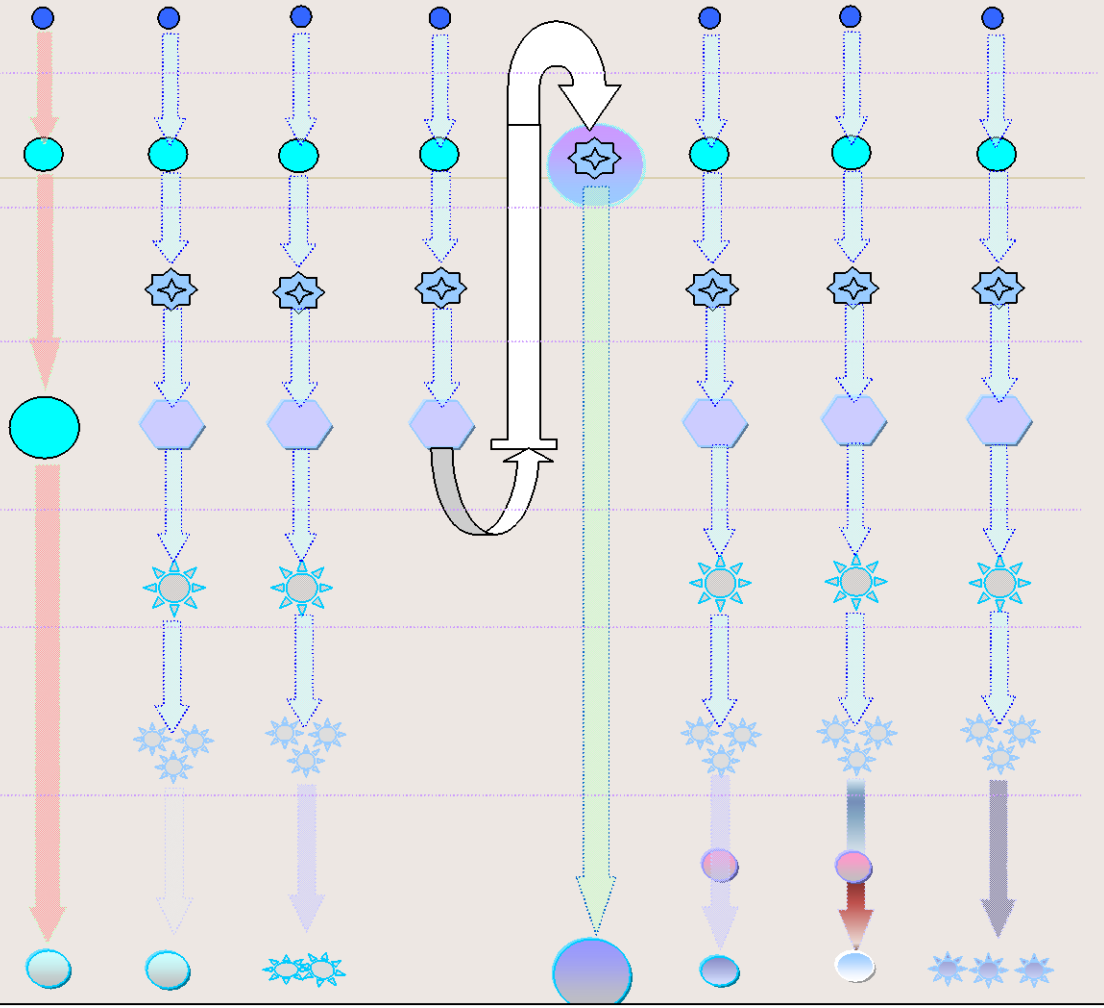
Goccioline di nube

Cristalli di ghiaccio

Goccioline e cristalli in via di accrescimento

Fiocchi di neve

Agglomerati di fiocchi di neve

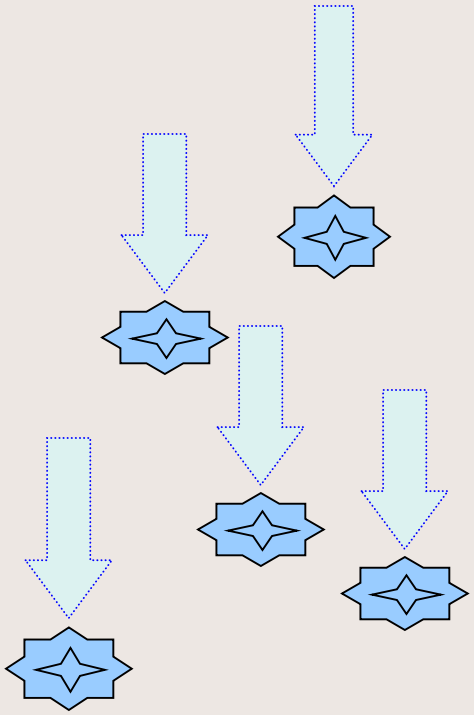


	pioggia tropicale	pioggia	neve bagnata		grandine	gelicidio	pioggia mista a neve	neve secca
Terreno	AL DI SOPRA DI 0°				AL DI SOTTO DI 0°			

Come nasce la neve

Come si è visto dal diagramma,
il cristallo di ghiaccio
è all'origine della maggior parte
dei tipi di precipitazioni;

su ognuno di essi agiscono, prima
che raggiungano il terreno,
le varie temperature e le correnti
ascensionali dell'aria.



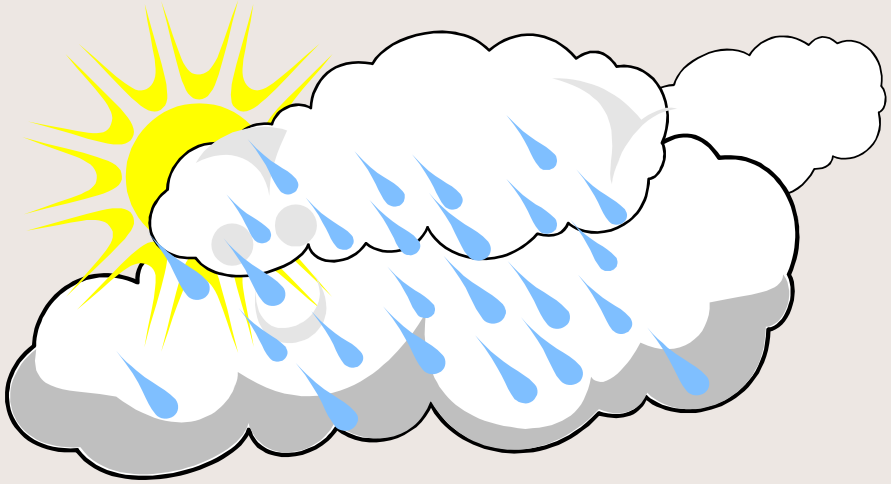
IL MECCANISMO DELLE PRECIPITAZIONI

I CRISTALLI DI GHIACCIO

Come nasce la neve

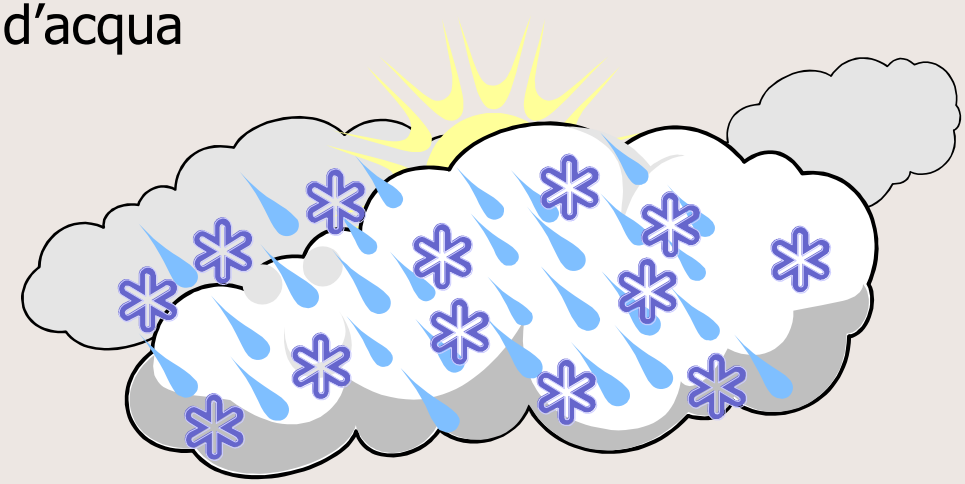
Le nuvole sono costituite da una massa di aria satura di vapore

- Quando le condizioni di pressione e di temperatura lo impongono, il vapore d'acqua si condensa e si trasforma in goccioline d'acqua liquida



Come nasce la neve

- Quasi tutte le precipitazioni hanno origine in nuvole dove la temperatura è inferiore allo zero gradi, in cui coesistono cristalli di ghiaccio e minuscole goccioline d'acqua in condizioni di "sopraffusione"

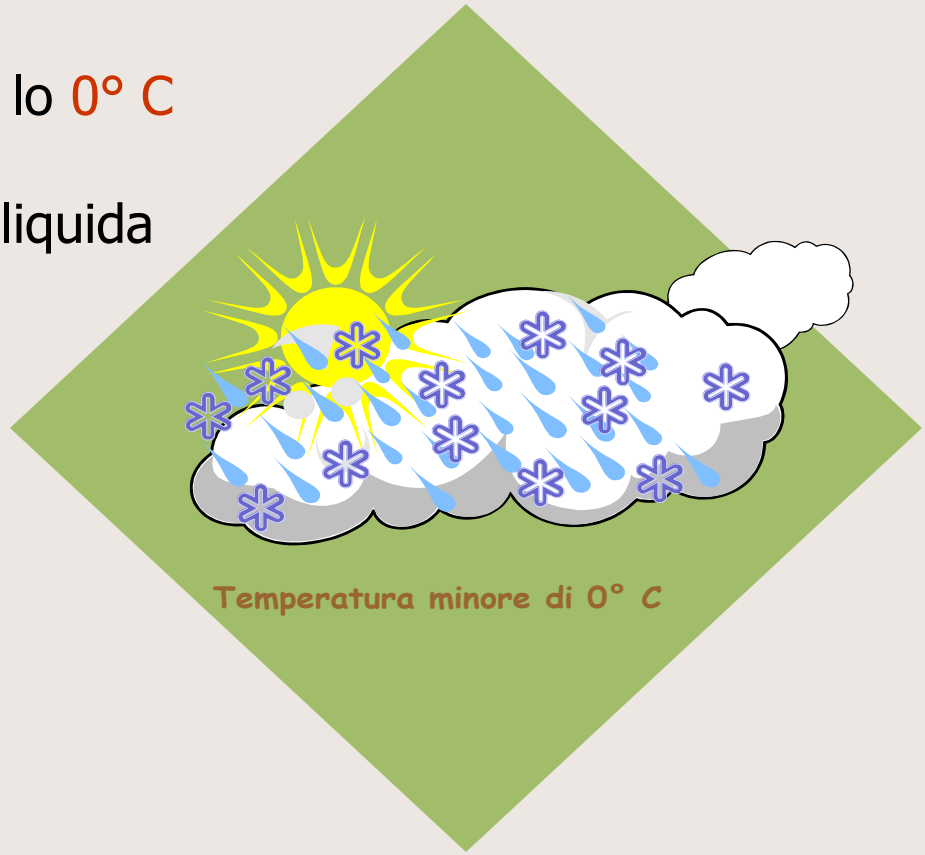


Temperatura minore di 0° C

Come nasce la neve

Stranezza della natura

- Si è soliti pensare che sotto lo 0° C l'acqua solidifichi, nell'atmosfera esiste acqua liquida a temperatura negativa, un fenomeno chiamato appunto ***"sopraffusione"***



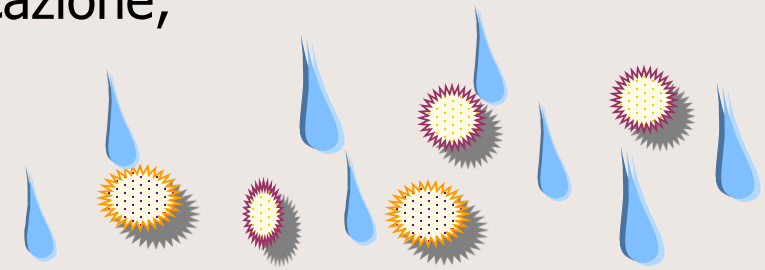
Come nasce la neve

- a - 10°C
  gela una sola gocciolina su 1.000.000 (un milione)
- a - 30°C
  gela una sola gocciolina su 1.000 (mille)
- a - 40°C
  gelano tutte le goccioline
- a - 20°C
  ogni goccia che gela può frantumarsi in due o più minuscoli cristalli di ghiaccio

Rispettando questa regola è veramente difficile che si possa produrre una precipitazione nevosa

Come nasce la neve

- ma il processo può essere fortemente accelerato se le goccioline, agevolate dalla presenza di determinate forme di pulviscolo, che agiscono da ***nuclei di condensazione***, collidono (si urtano- si scontrano) favorendo la solidificazione;

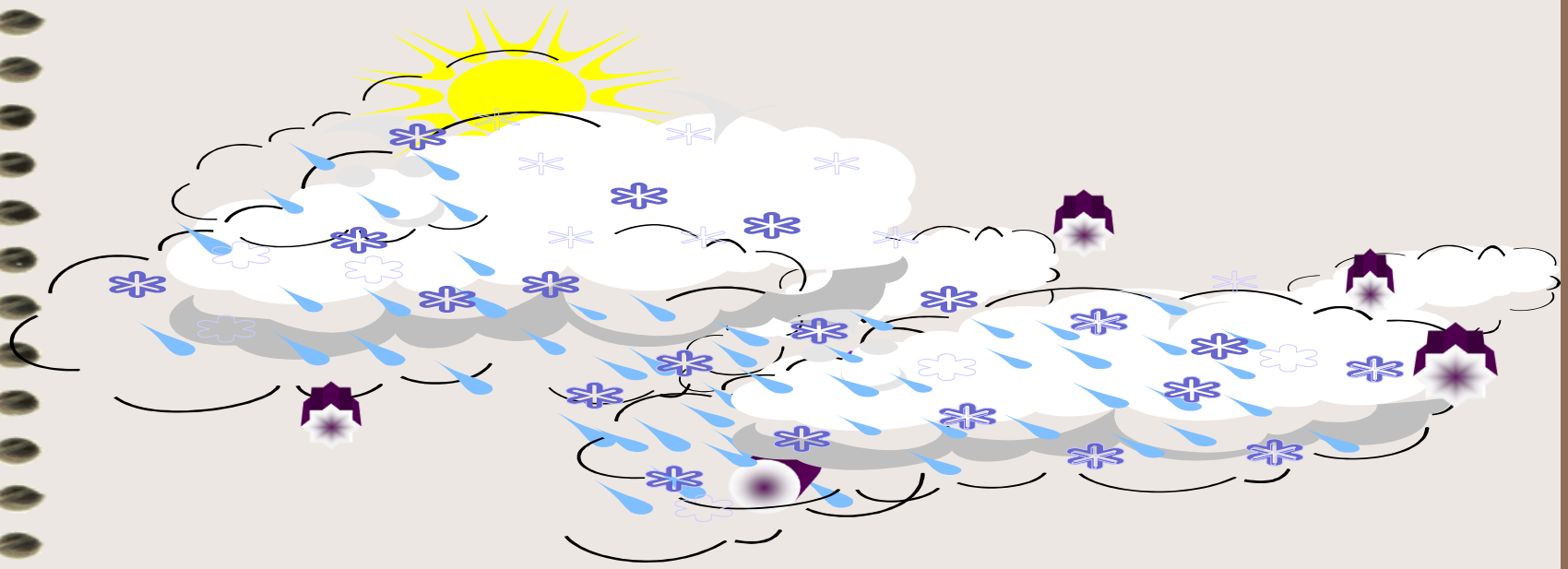


- queste particelle presenti in concentrazione mai superiore a 10 per cm3, sono definiti ***nuclei di congelamento***

La natura e origini dei nuclei è assai controversa, ma è certo che che la maggior parte dei nuclei di congelamento presenti nell'atmosfera sono costituiti da polvere di argilla

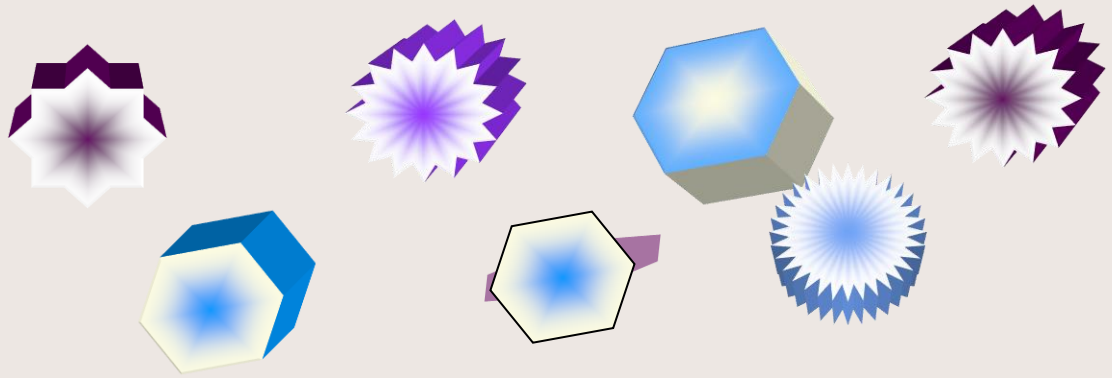
Come nasce la neve

- Su questi nuclei il congelamento inizia a - 9°C.
In considerazione di quanto appena detto, non tutte le gocce d'acqua potranno solidificare e, di conseguenza, nella nube si avrà la presenza contemporanea di acqua allo stato liquido e di minuscoli cristalli di ghiaccio.



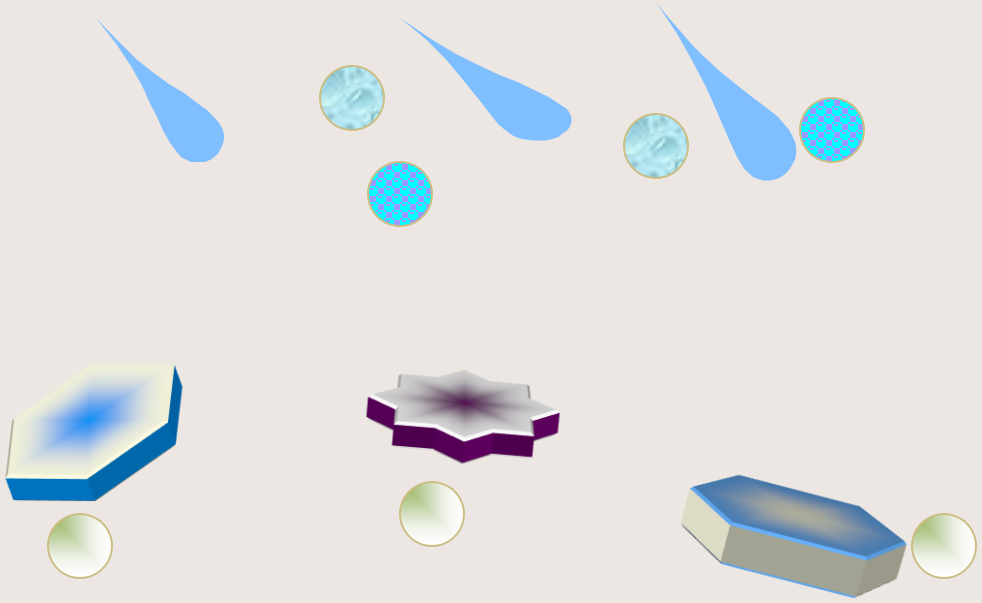
Come nasce la neve

- Poiché ci è noto che, a parità di temperatura, la pressione di vapore dell'acqua è superiore a quella del ghiaccio, si avrà una migrazione di molecole d'acqua dalle gocce verso i granuli di ghiaccio, che costituiscono il germe intorno a cui accrescerà il cristallo, che ingrossa unendosi ad altri cristalli fino a raggiungere dimensioni 10 volte superiori.
- Questo è il processo attraverso il quale si verranno a formare le infinite varietà di cristalli di neve.



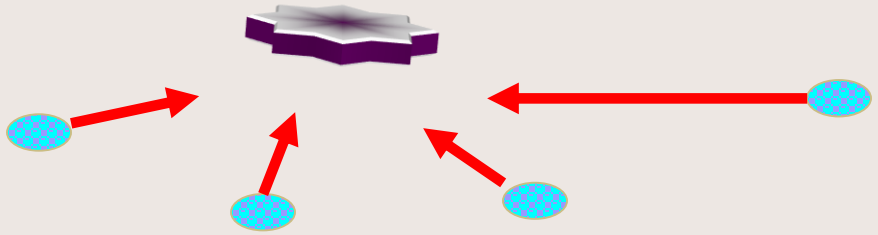
La tensione di vapore

- Intorno ad una goccia d’acqua, come intorno ad un cristallo di ghiaccio, anche a bassissime temperature, orbita sempre un certo numero di molecole di vapore acqueo (più è elevata la temperatura, maggiore è la quantità di molecole di vapore).



La tensione di vapore

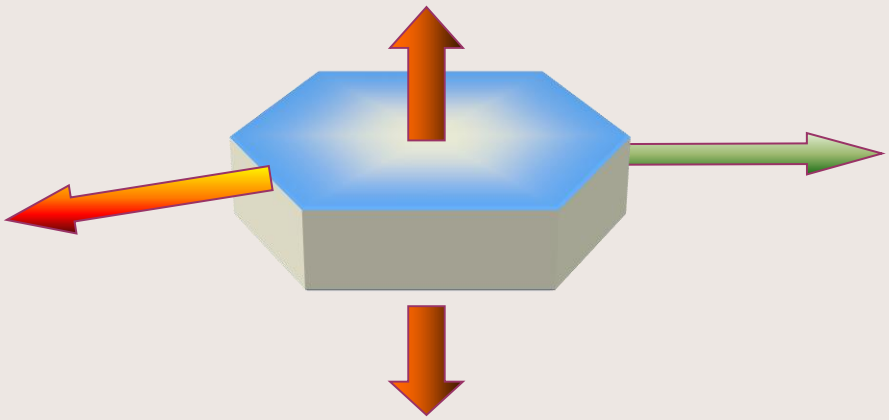
- Questa numero di molecole, che non può superare un determinato valore di saturazione, detto ***tensione di vapore***, a parità di temperatura è sempre superiore nei pressi della goccia di acqua rispetto al ghiaccio, perciò, quando coesistono una goccia d'acqua ed un cristallo di ghiaccio nel medesimo ambiente, un certo numero di molecole migra dalla nube che avvolge la goccia verso il cristallo di ghiaccio, sublimando (condensazione del vapore in solido cristallizzato) alla superficie di questo. Il processo può continuare sino alla totale scomparsa della goccia d'acqua.



L’accrescimento del cristallo

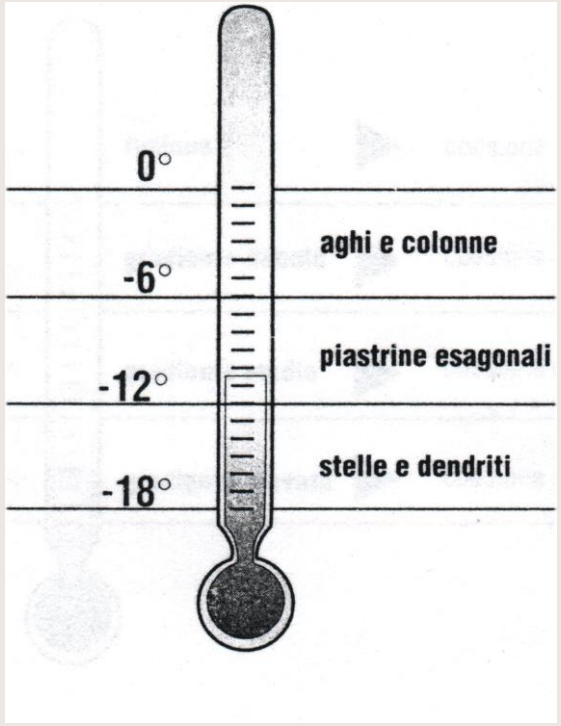
- La forma di crescita di un cristallo dipende dalla temperatura e dalla quantità di vapor d’acqua contenuta nell’aria

In teoria l’accrescimento dovrebbe rispettare regole di simmetricità, ma in realtà non sempre avviene perché la situazione ambientale in cui si sviluppa presenta situazioni non omogenee e il cristallo può svilupparsi maggiormente su di un lato o su di un altro lato.



L’accrescimento del cristallo

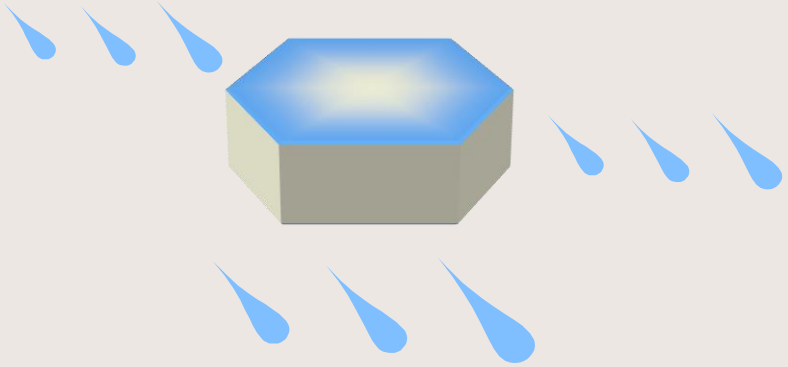
- Il cristallo non è sospeso, immobile nell’atmosfera, ma è sempre in caduta, anche se una corrente ascensionale, lo può portare a quote più elevate di quella in cui ha avuto origine. Le diverse condizioni di temperatura e umidità presenti nella nube, danno origine a cristalli assai diversi tra loro.



L’accrescimento del cristallo- brinamento

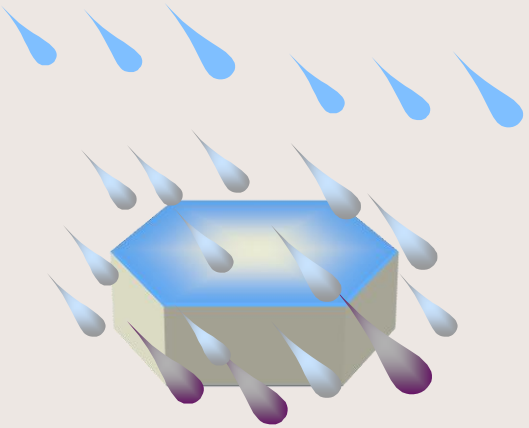
L’accrescimento del cristallo di neve non avviene esclusivamente per deposito di vapor d’acqua.

- Il singolo cristallo di ghiaccio sospeso nell’atmosfera può collidere (urtarsi - scontrarsi) con le gocce di acqua *sopraffusa* che lo attornano



L’accrescimento del cristallo- brinamento

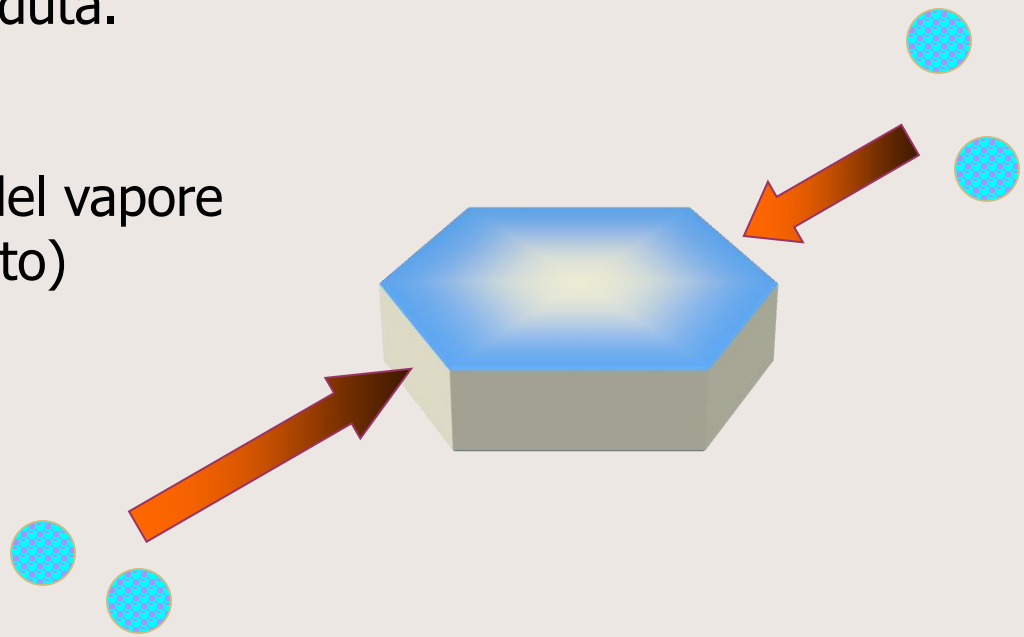
Ma l’acqua con cui giunge a contatto è fortemente raffreddata, anche il cristallo è freddissimo; al momento del contatto l’acqua solidificherà immediatamente sulla superficie del cristallo, conservando la sua forma, questo processo è detto **“ brinamento ”.**



L’accrescimento del cristallo

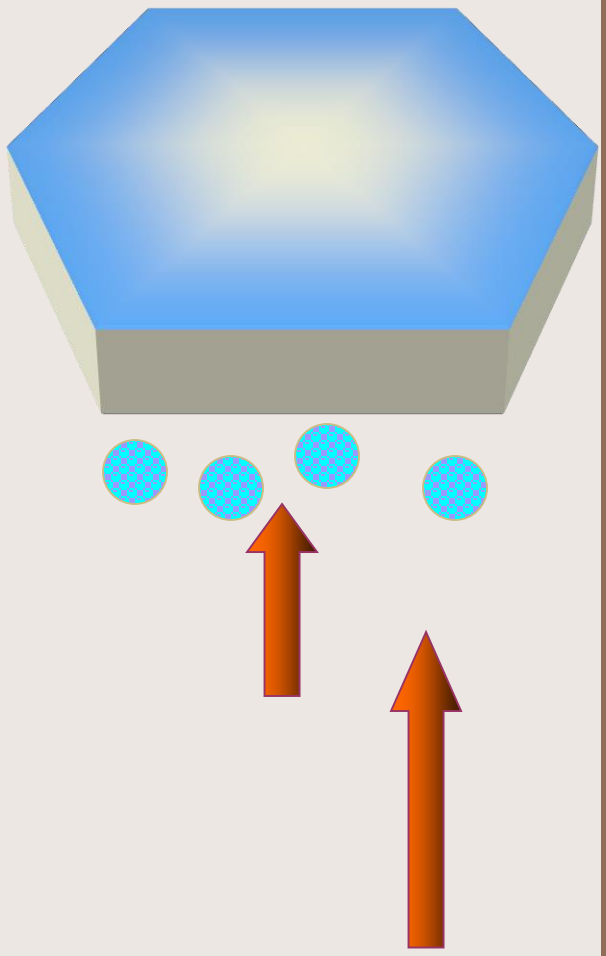
L’accrescimento per *sublimazione* * del vapore aumenta le dimensioni del cristallo verso i lati, rallentandone la caduta.

* (condensazione del vapore in solido cristallizzato)



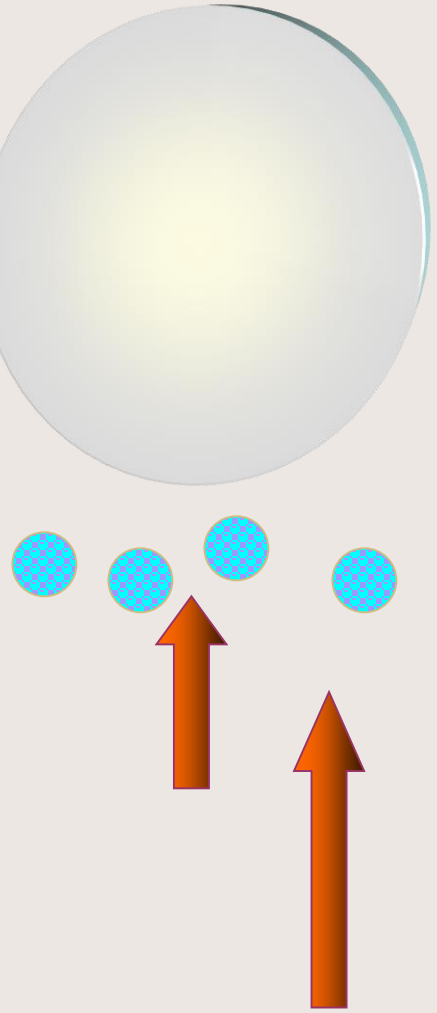
L’accrescimento del cristallo

Se il cristallo di ghiaccio cresce per collisione aumenta le sue dimensioni soprattutto nella parte inferiore, senza aumentare la resistenza all’aria.
Si tratta dunque di un processo che tende ad accelerare e quanto è più veloce la discesa del cristallo, tanto maggiori sono le probabilità di collisione.



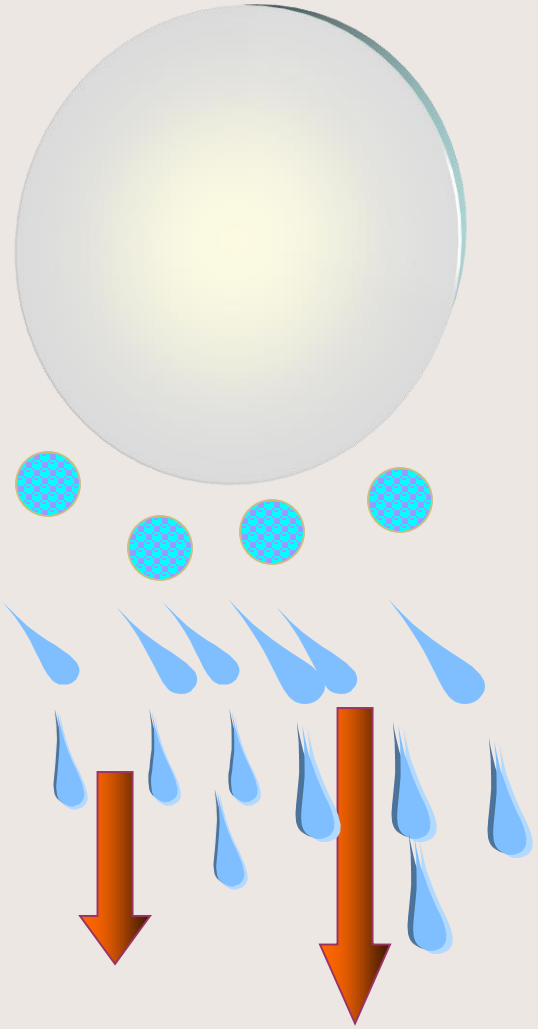
L’accrescimento del cristallo

I cristalli accresciuti in questo modo hanno sovente una forma tondeggiante, più o meno irregolare, simile alla grandine, ne differiscono per il loro aspetto opaco (sembrano palline di polistirolo) e se stretti tra le dita si sbriciolano, rilevando un’interno cavo. La neve cosi formatasi prende il nome di “neve pallottolare” o di “nevischio granulare”.



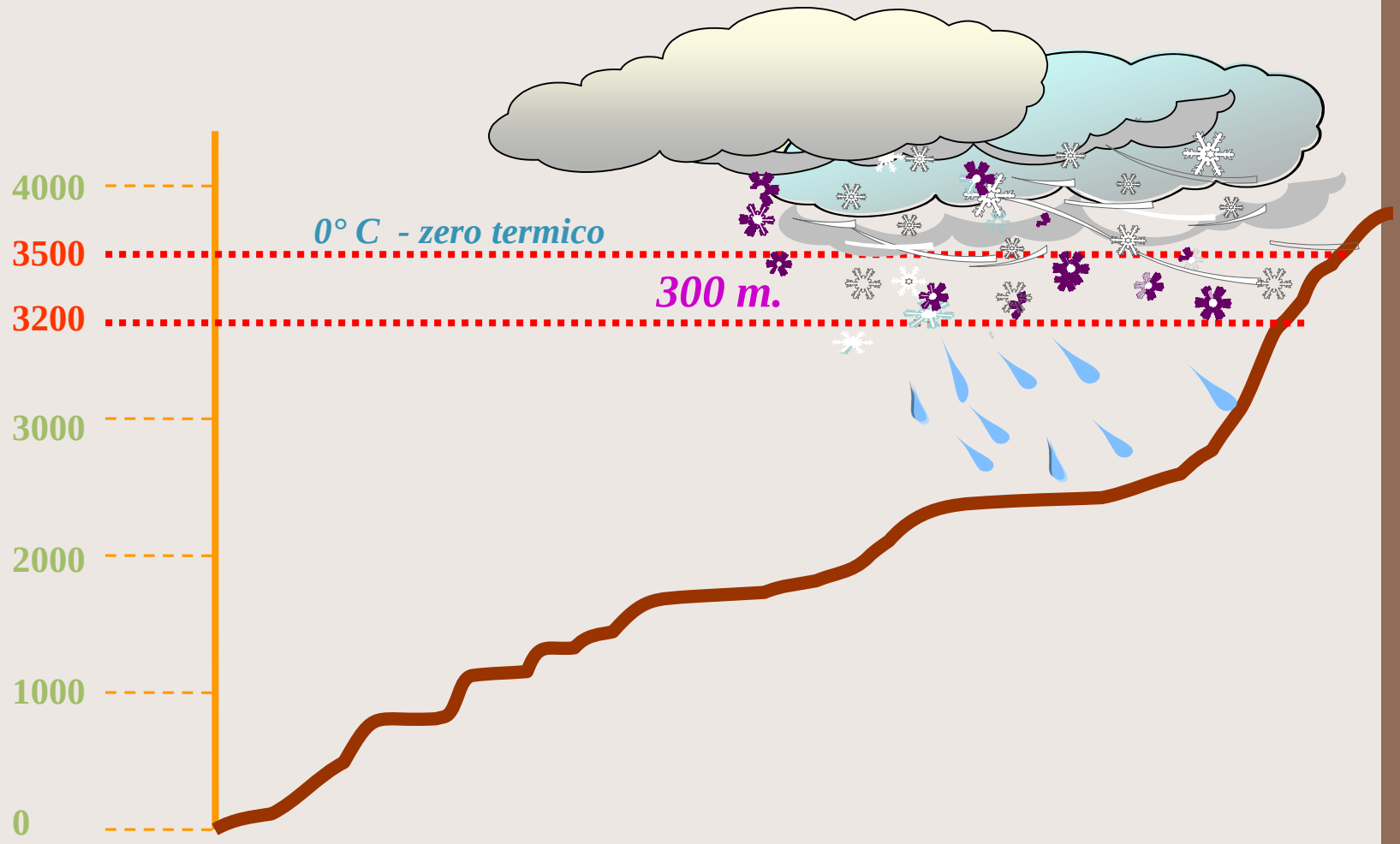
L’accrescimento del cristallo

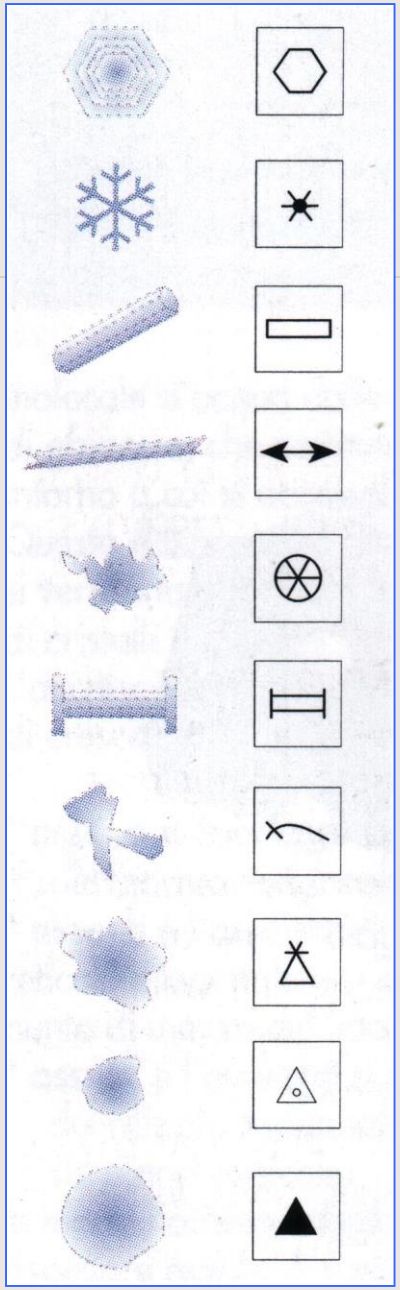
Sembra certo che nelle parti superiori delle nubi le cose vadano nel modo descritto anche quando la precipitazione raggiunge il suolo sotto forma di pioggia; questa, infatti, non sarebbe altro che neve pallottolare, liquefatta a causa delle temperature superiori a 0° C incontrate attraversando gli strati più bassi dell’atmosfera.



L’accrescimento del cristallo

In linea generale i cristalli di neve si conservano tali sino a circa 300 m. al di sotto della quota dello zero termico.



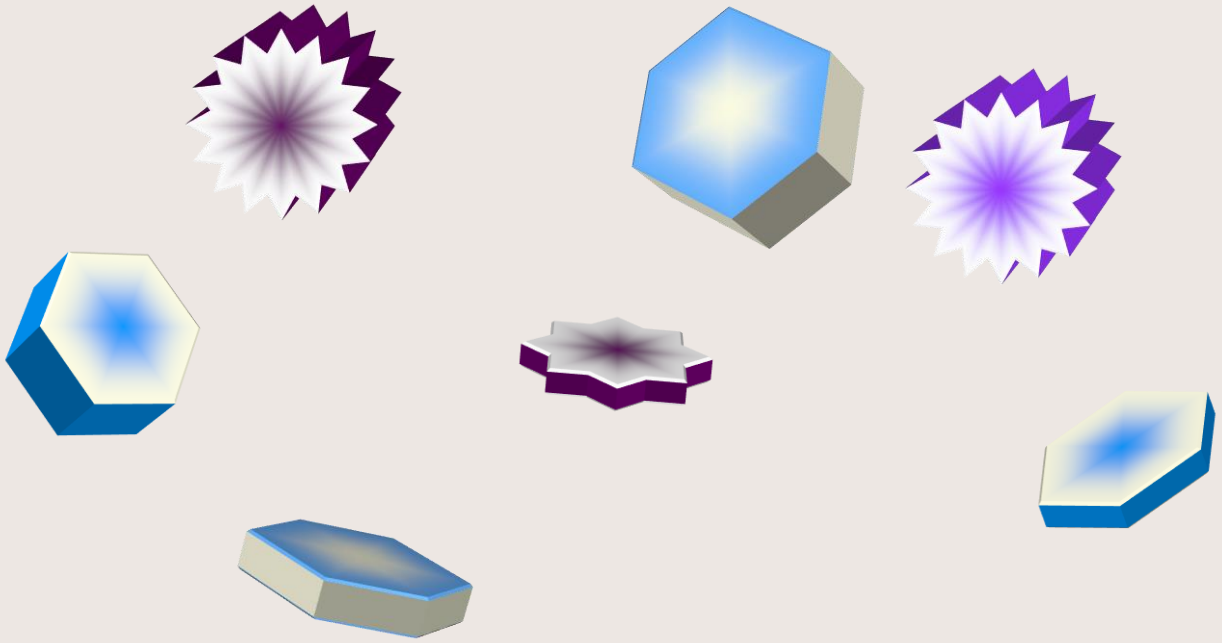


- L’abbondanza delle forme dei cristalli di neve non si presta a dei semplici metodi di classificazione.
- Nella tavola a fianco vengono indicati le 10 forme codificate dalla classificazione internazionale dell’UNESCO che tramite lettere e numeri indica i vari tipi di neve e le dimensioni
- la maggior parte delle precipitazioni nevose non è costituita da un insieme di singoli cristalli di neve, ma da un’insieme di agglomerati di cristalli in falde o fiocchi che possono assumere anche discrete dimensioni. A titolo di curiosità sono state misurate delle falde di 10 cm (Berlino) sino a circa 38 cm di larg. e 20 cm di spessore (Montana nel 1887)

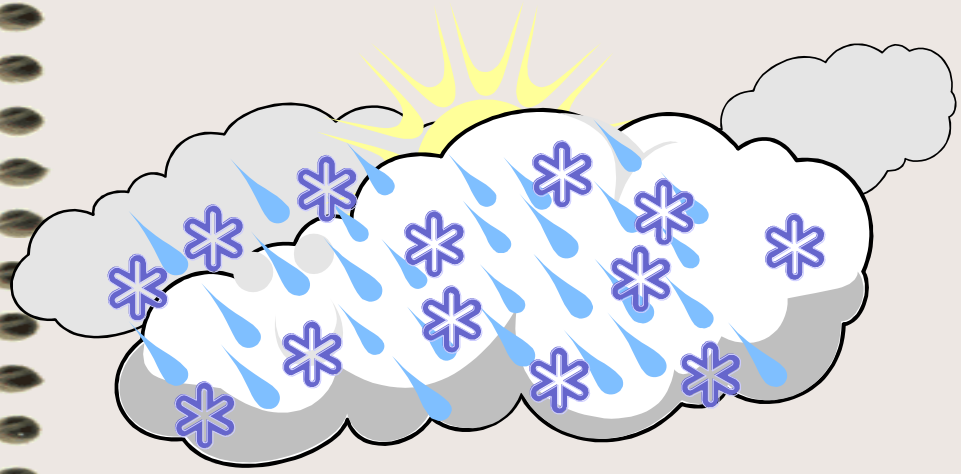
foto di G. Mangianti
(Domodossola)

ricapitolando

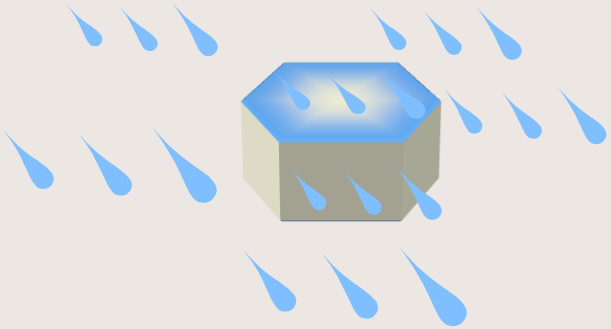
- Diventati relativamente pesanti i germi di ghiaccio cominciano a cadere



- Durante la caduta i cristalli diventano sempre più grossi per coalescenza, vale a dire catturando numerose goccioline d'acqua sopraffusa.

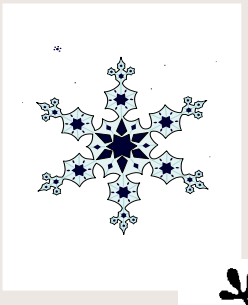
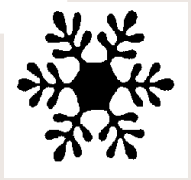
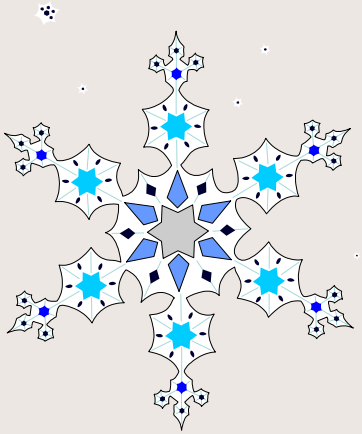
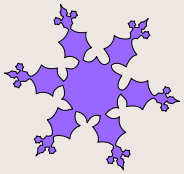


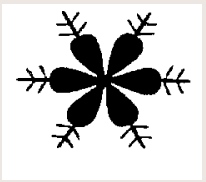
Temperatura minore di 0° C



Sono quindi sempre più pesanti e cadono con maggiore velocità.

Si formano infine veri e propri agglomerati di cristalli: i fiocchi di neve.

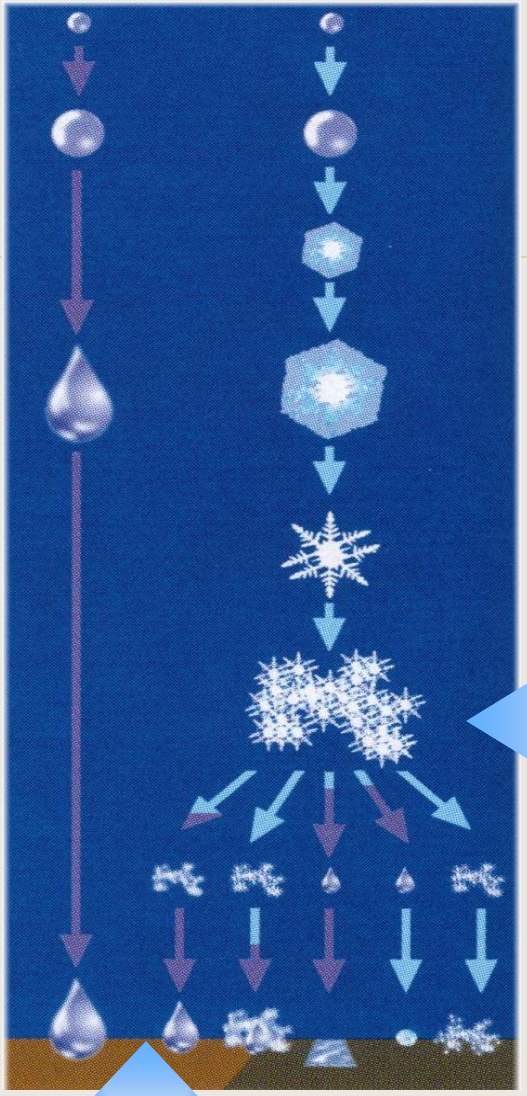


Naturalmente, la caduta dei fiocchi verso il suolo avviene in condizioni di temperatura assai varie.

La natura delle precipitazioni:

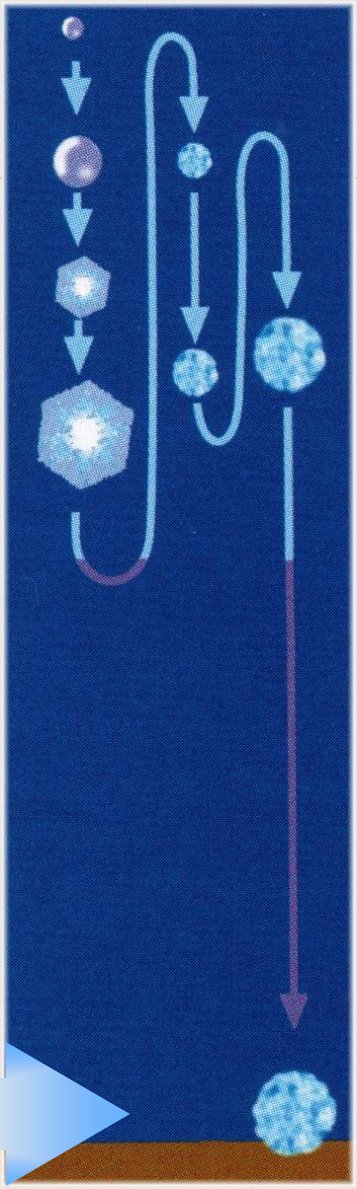
- pioggia
- neve
- grandine

è la risultante di tutte le avventure e disavventure che i fiocchi vivono durante il viaggio verso la Terra.



fiocchi

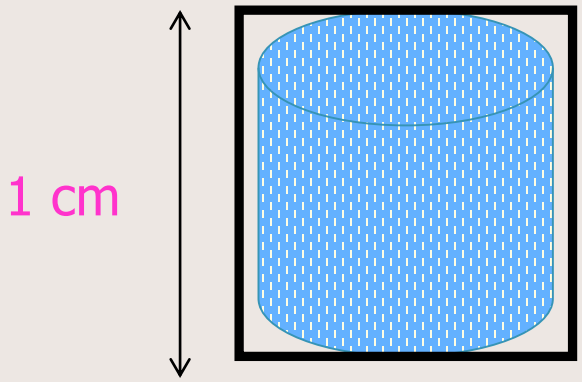
pioggia



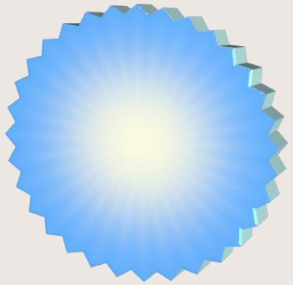
grandine

Se non attraversano strati d'aria a temperatura superiore allo zero, o se li attraversano a grande velocità, i fiocchi non fondono e raggiungono il suolo sotto forma di neve.

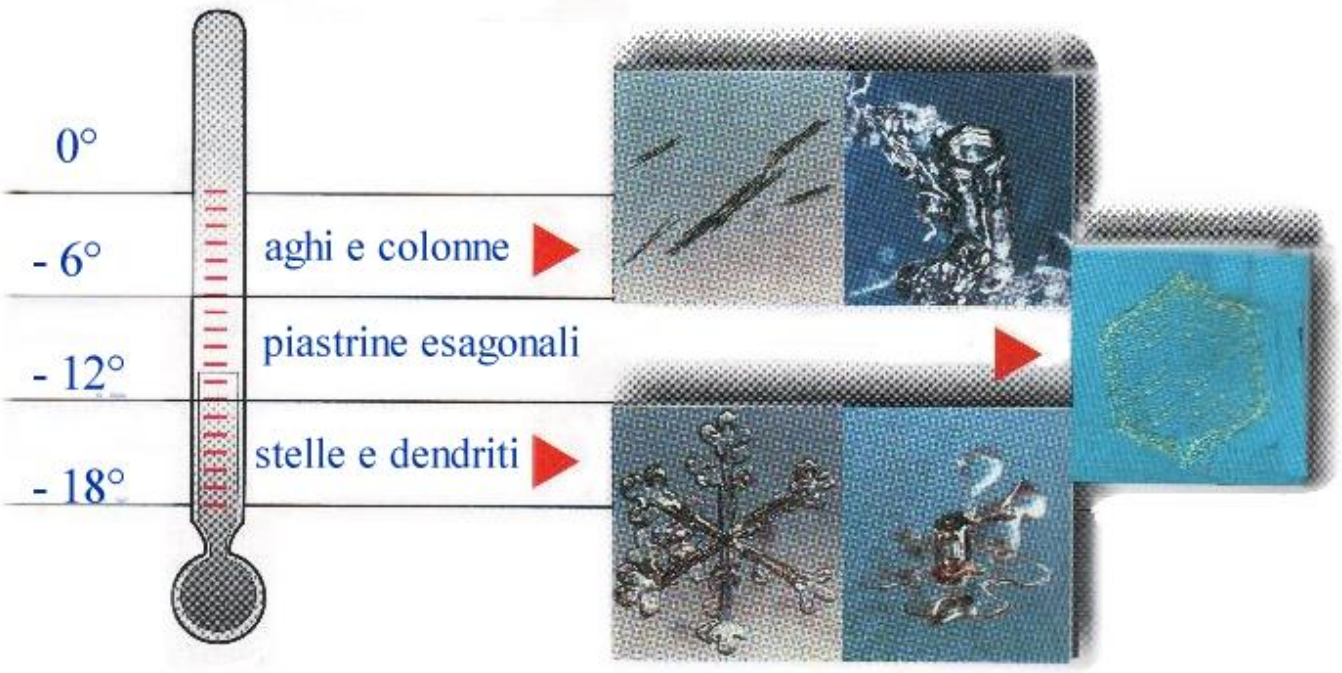
Racchiudono al loro interno una notevole quantità d'aria, cosicché la densità della neve fresca è nettamente inferiore di circa dieci volte a quella dell'acqua.
Si ammette generalmente che un centimetro di neve fresca equivale pressappoco a un millimetro di pioggia.



- In circostanze diverse, può capitare invece che i cristalli di ghiaccio catturino le goccioline in modo cosi rapido che la cristallizzazione non ha il tempo di avverarsi.
  Anziché i fiocchi, si formano allora veri e propri cubetti di ghiaccio, che vengono indicati con nomi diversi secondo la grandezza:
  "nevischio o neve pallottolare" se si tratta di piccole particelle trasparenti o traslucide, spesso di forma sferica con diametro inferiore ai 5 mm.
  "grandine" se il loro diametro è superiore ai 5 mm..



Ricordando che la neve tende ad assumere la temperatura dell'aria e semplificando all'estremo i processi naturali, possiamo schematizzare come segue le possibili evoluzioni dei cristalli di neve.



temperatura dell'aria della nube in cui si sono formati i cristalli

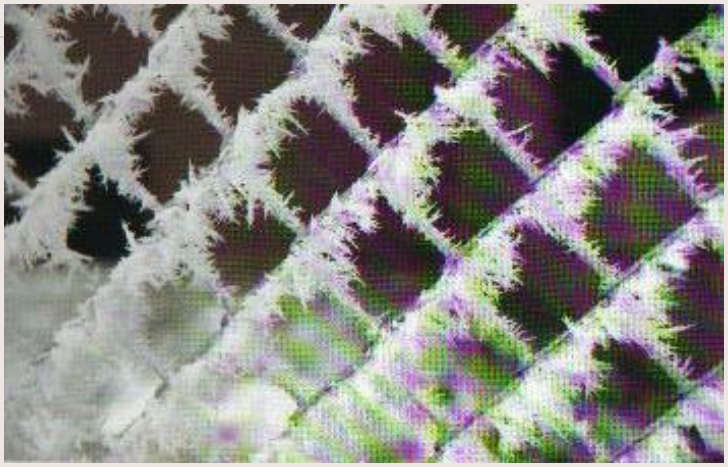
Altre Idrometeore solide

In certe condizioni di temperatura e di umidità nell'atmosfera in prossimità della superficie terrestre si formano dei cristalli di ghiaccio,
assai simili ai cristalli di neve.

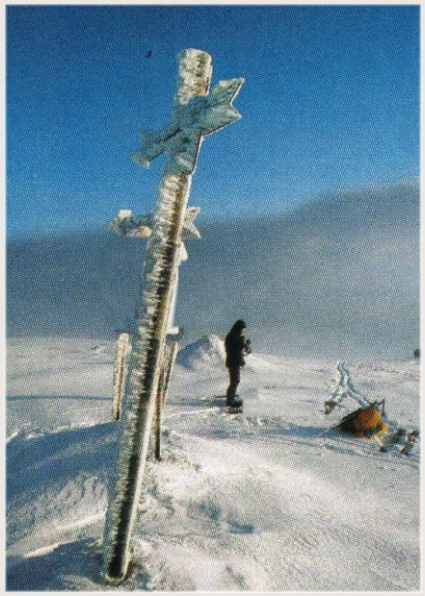
BRINA OPACA

BRINA DI SUPERFICIE

BRINA OPACA



La nebbia è formata da goccioline di acqua sopraffusa.
Quando si formano le nebbie con temperature inferiori a 0° C la fredda superficie degli oggetti o della vegetazione facilita il passaggio allo stato solido delle goccioline di nebbia che si solidificano sulle superfici.
Se il fenomeno si verifica in presenza di vento, l'accrescimento si produce sui lati esposti al vento, formando depositi a bandiera le cui dimensioni saranno conseguenti alla durata e alla velocità del vento.



BRINA DI SUPERFICIE

Si può formare con una certa frequenza, specie all'inizio della stagione invernale.
Se la temperatura diurna ha permesso un certo accumulo di vapor d'acqua nell'atmosfera, in prossimità del suolo, le basse temperature notturne portano ad una sovrassatturazione dell'aria rispetto al ghiaccio.
Il vapor d'acqua sublima (si condensa) alla superficie del suolo o del manto nevoso costruendo lamelle di ghiaccio, dalla forma di foglia o di ventaglio, che possono raggiungere dimensioni di diversi centimetri.
Questo fenomeno si produce normalmente con le notti serene, ma può verificarsi in tutte le circostanze in cui la superficie della neve sia più fredda rispetto all'aria circostante, come accade nei versanti ombreggiati (nord).

foto di G. Mangianti
(Domodossola)