



Mauro.valt@gmail.com

Meteorologia alpina di mauro valt

<http://www.sentieronivologico.it/didattica-neve/collegio-maestri-sci-marche>



Avvertenze:

- Questa lezione è stata realizzata in modo amatoriale per illustrare le diverse problematiche della neve e della previsione valanghe
- La trattazione è semplificata per facilitare l'apprendimento nel percorso formativo “ex Eurosicurità” del Collegio Maestri delle Marche

- **Mauro Valt**



Si ringrazia Robert Luciano Thierry per la
condivisione delle slide

Sommario

- Le situazioni meteorologiche caratteristiche sulle Alpi
- La pressione; le zone di alta e bassa pressione
- La condensazione delle masse d'aria: i tipi di precipitazione
- Stau e Föhn
- Zero termico
- Inversione termica
- Limite delle neviccate
- Vento, Wind chill e suoi effetti

Meteorologia

la scienza che si occupa del tempo attuale

“Il tempo che ti aspetti”

Il “tempo meteorologico” è lo stato dell’atmosfera al tempo presente, quello che sta accadendo ora!

Il “tempo meteorologico” cambia in ogni istante, a volte minuto dopo minuto, con variazioni repentine.

Climatologia

la scienza che si occupa di descrivere le variazioni del tempo su un periodo molto lungo, almeno 30 anni!

“Il clima è quello che avrai”

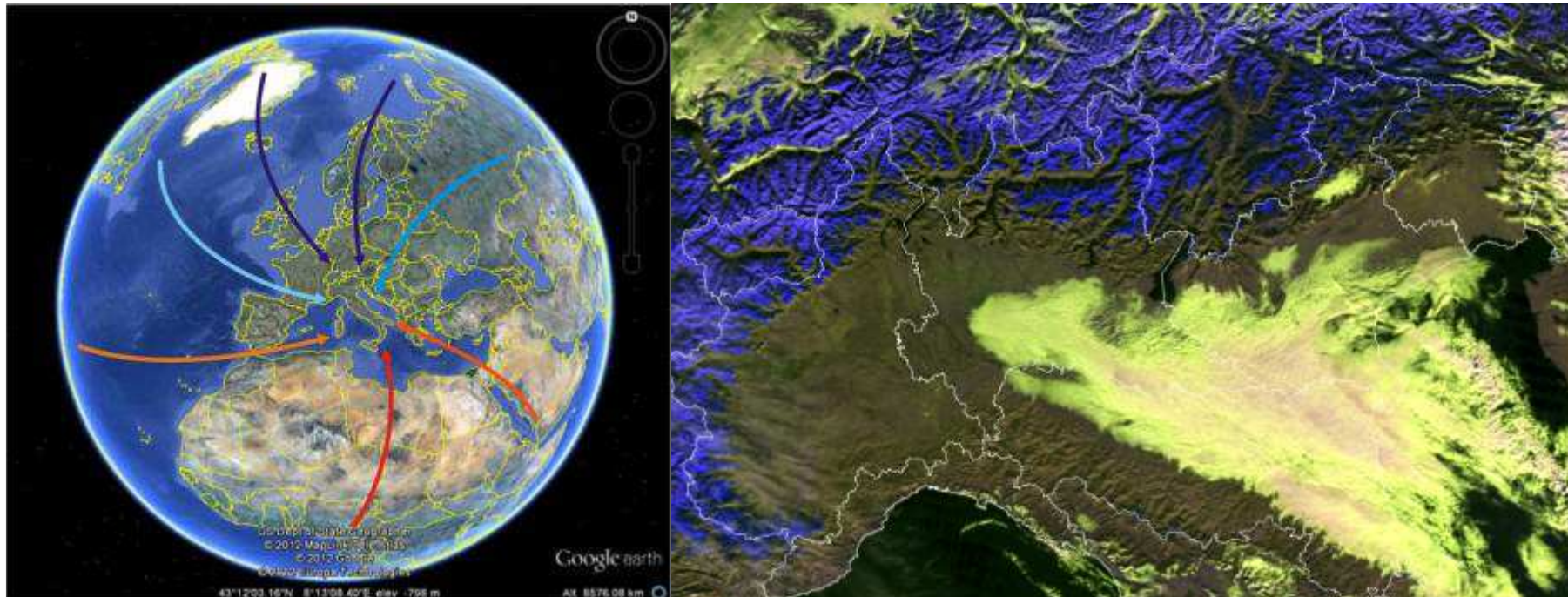
“Clima” è un termine generico che significa **tempo meteorologico medio** su un lungo periodo temporale riferito ad un’area che generalmente è molto più estesa dell’area di interesse della meteorologia.

“Clima” sono le condizioni meteorologiche “medie” di una regione, quello che ci si può aspettare mediamente



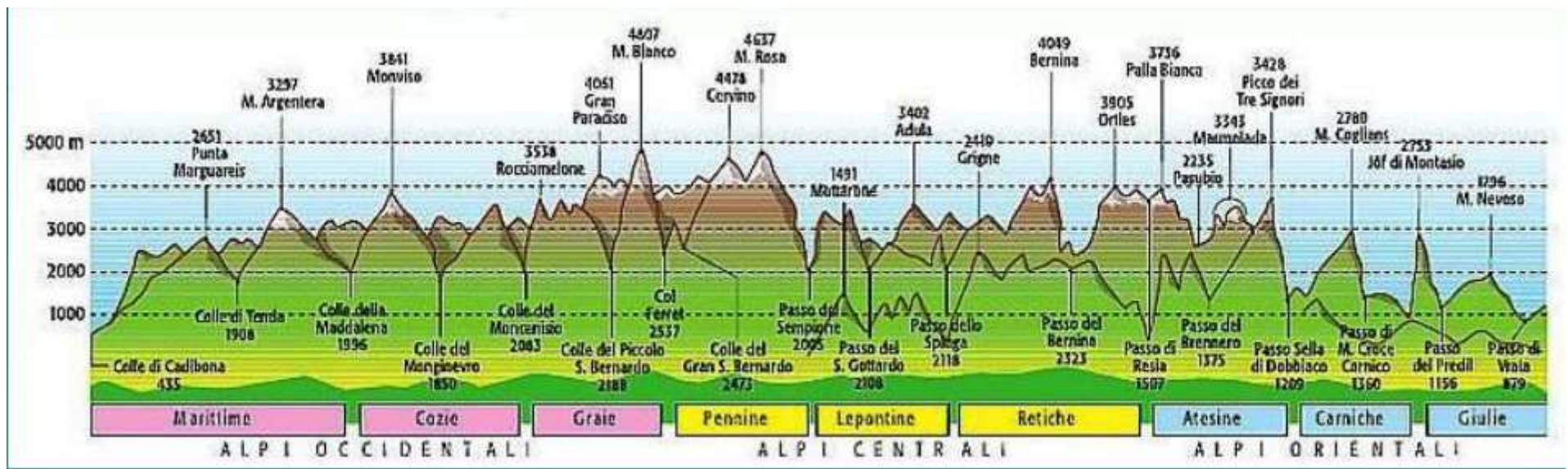
Le situazioni meteorologiche sulle Alpi

- ✓ La catena alpina, per la sua posizione in mezzo al continente europeo e le latitudini medie, è interessata da masse d'aria di origini molto diverse: marittime dall'Atlantico e dal Mediterraneo, continentali dall'Europa del Nord e dalla Russia, nonché dall'Africa



Le situazioni meteorologiche sulle Alpi

- ✓ L'orografia e l'altitudine delle Alpi, inoltre, creano un effetto barriera piuttosto rilevante, basta vedere le differenze climatiche fra il versante nord ed il versante italiano; questo effetto barriera genera modifiche aereologiche e fisiche importanti sulle masse d'aria che devono scavalcare l'ostacolo montano



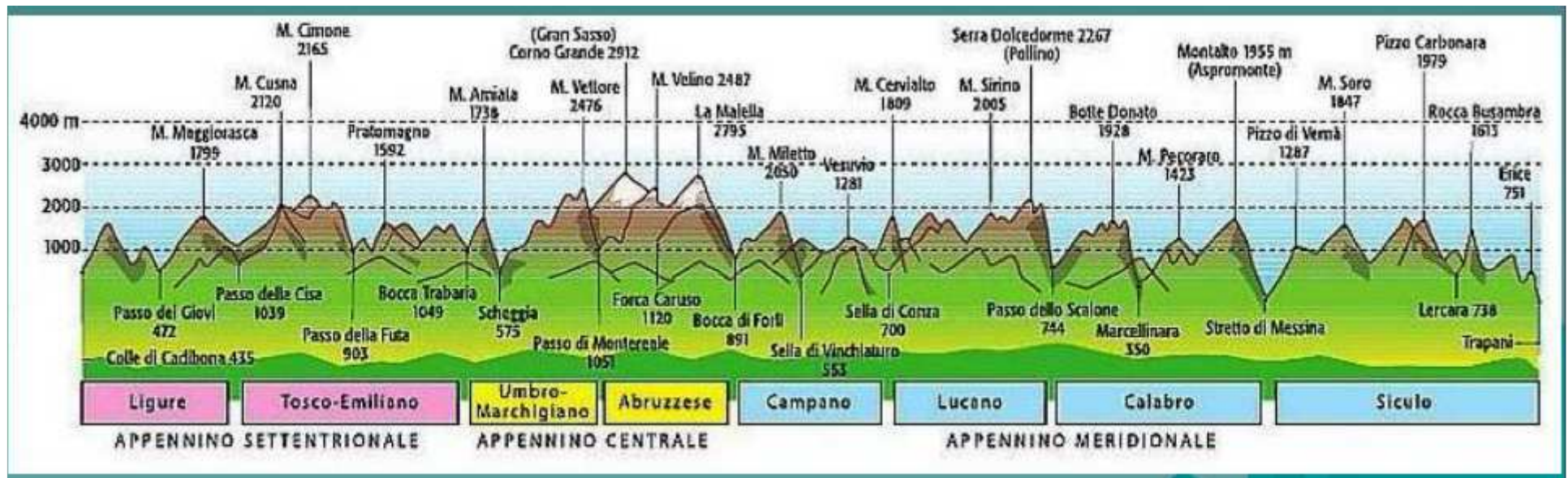
Le situazioni meteorologiche sugli Appennini

Gli Appennini, per la loro posizione Nord-Est Sud Est, incuneati fra il mar Adriatico e il Mar Tirreno, sono interessati da masse d'aria di origini molto diverse: marittime dall'Atlantico e dal Mediterraneo, continentali dall'Europa del Nord e dalla Russia, nonché dall'Africa,

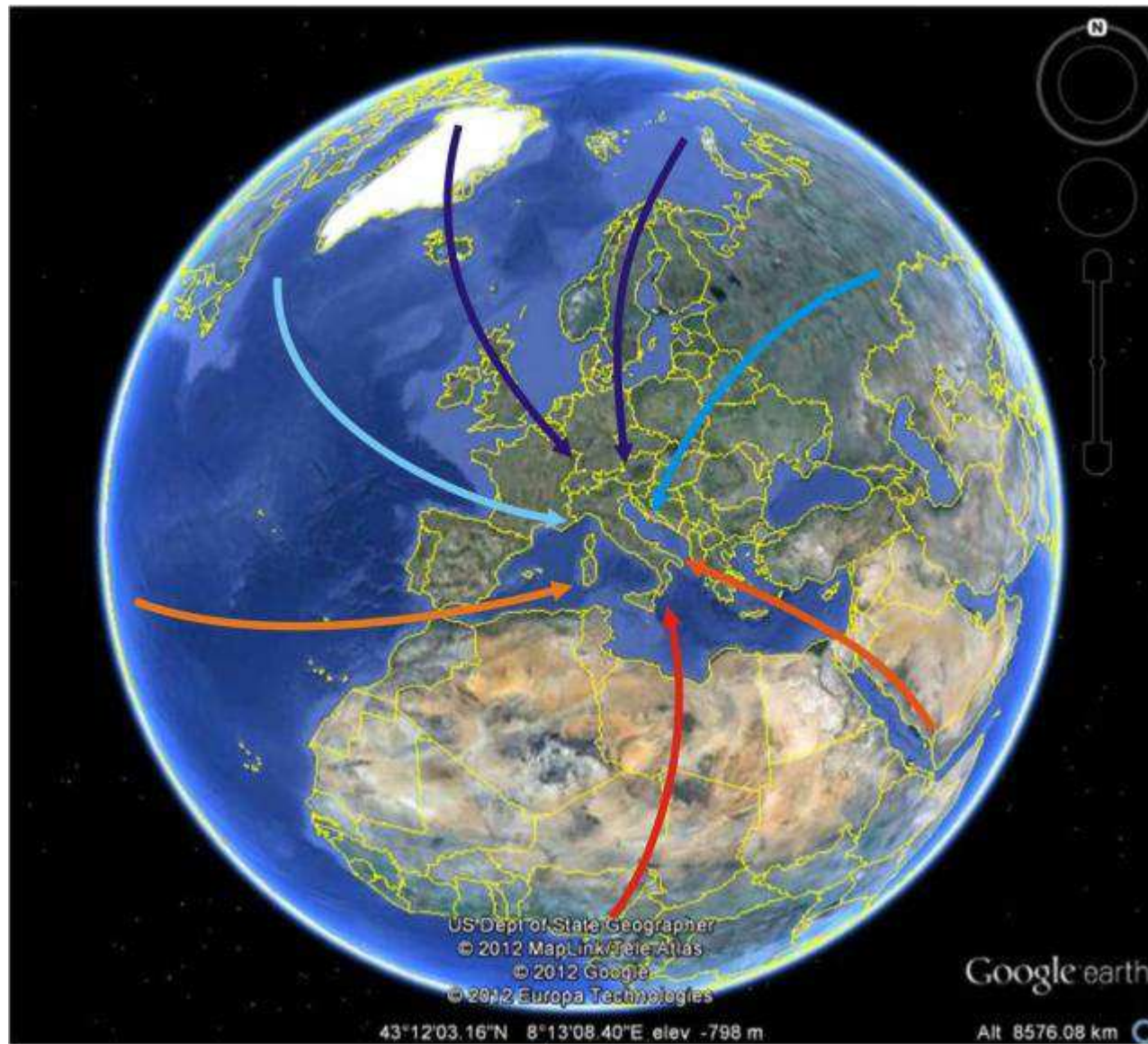


Le situazioni meteorologiche sugli Appennini

- ✓ L'orografia e l'altitudine degli Appennini, inoltre, creano un effetto barriera piuttosto rilevante per i flussi da Est e quelli da W oppure da S in Liguria, con differenze notevoli di precipitazioni fra i 2 versanti

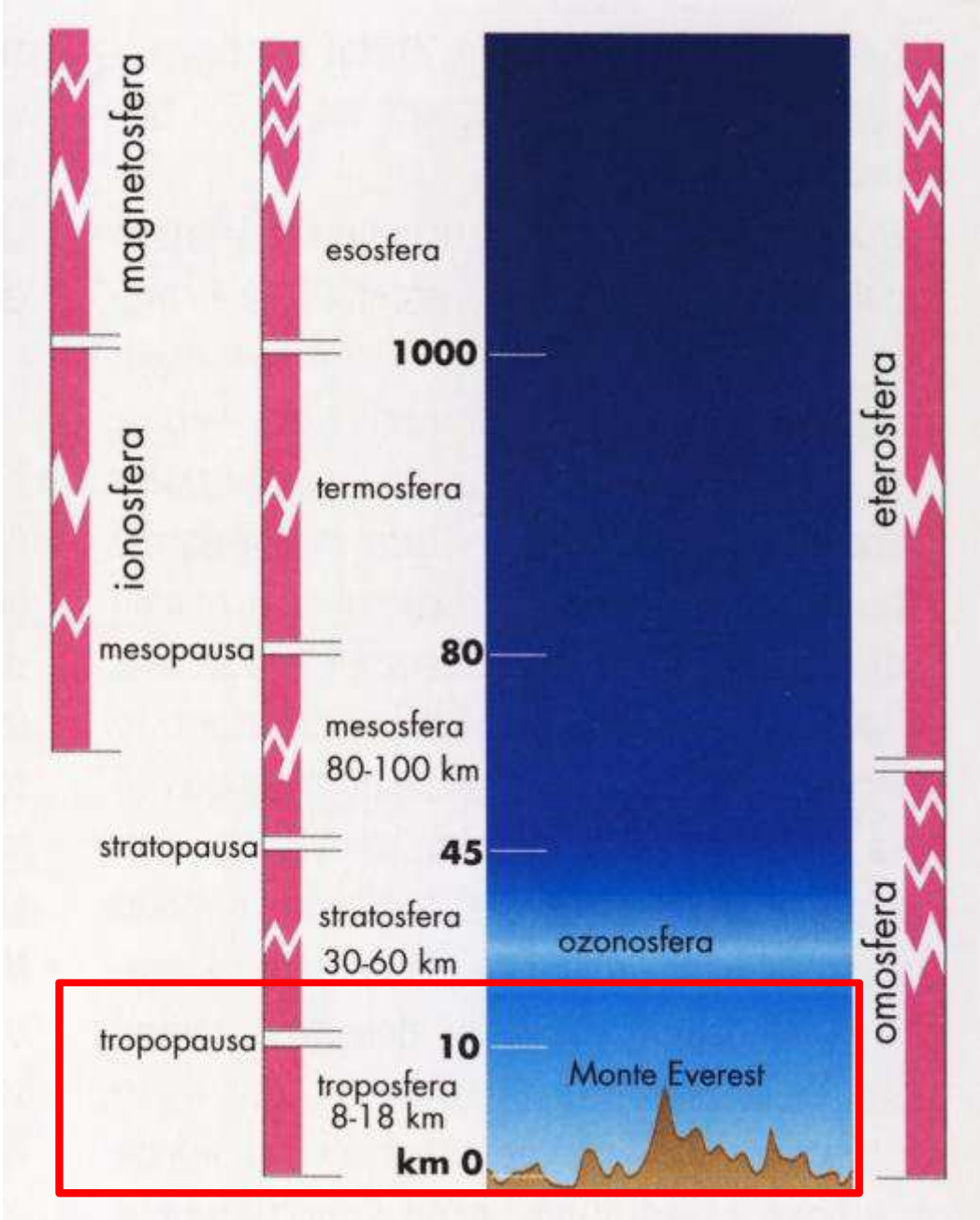


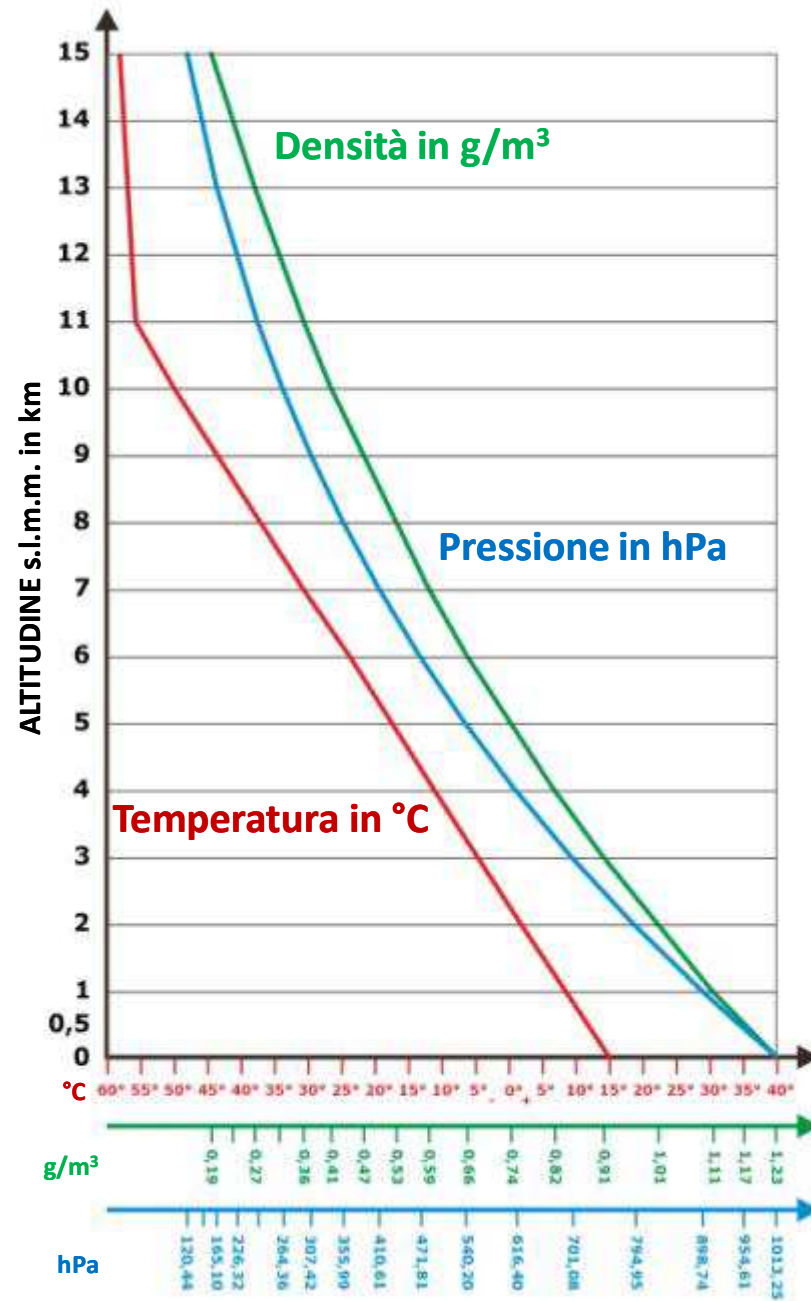
Origini delle masse d'aria



Pressione atmosferica

Alcuni concetti di base





La Pressione Atmosferica

La forza esercitata su una superficie qualsiasi da tutte le porzioni di aria sovrastanti (pressione idrostatica)

Unità di misura:

$$1 \text{ hPa} = 100 \text{ Pa} = 1 \text{ mb} = 0.001 \text{ Bar}$$

Andamento con la quota:

$$p = p_0 \exp [-0.0034 (z - z_0)/T]$$

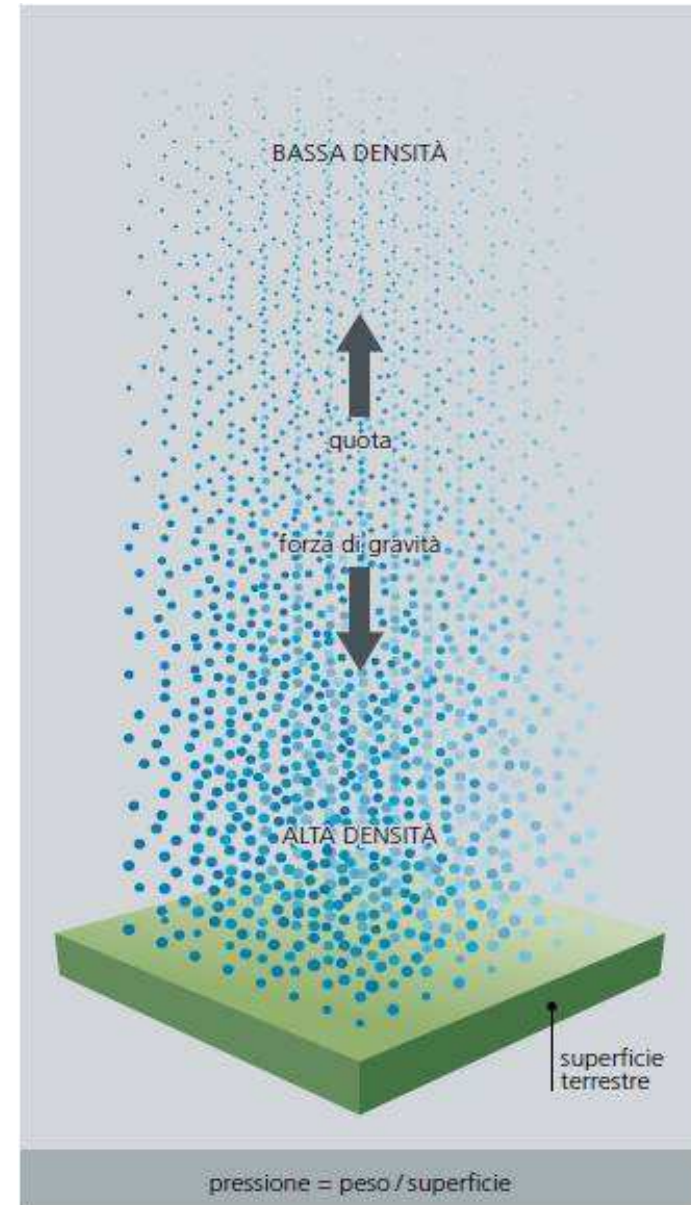
La pressione **decrece con la quota** non linearmente.

Ma con buona approssimazione si può dire che:
nei primi 1000 metri di quota la pressione decresce di

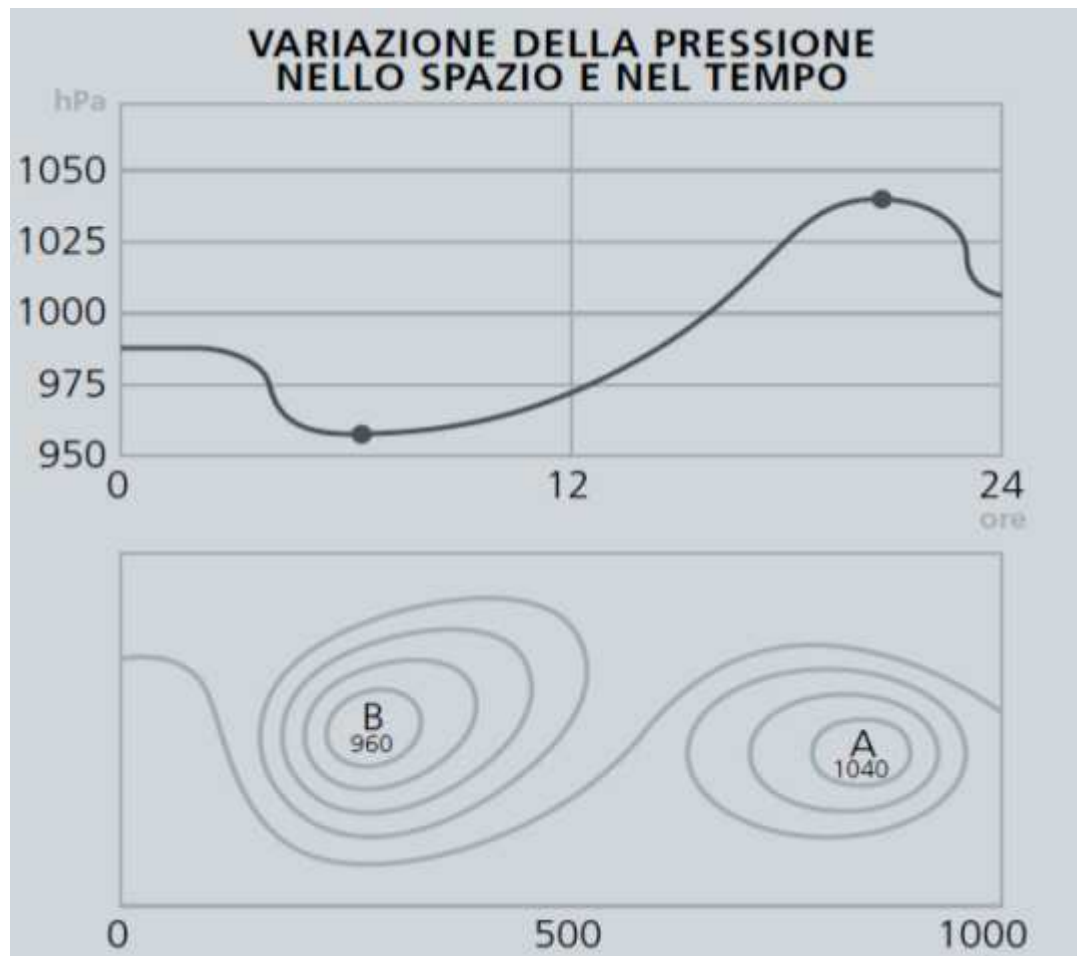
1 hPa ogni 8 metri

tra 1000 e 3000 metri la pressione decresce di 1 hPa ogni 10
m

sopra i 3000 metri la pressione decresce di 1 hPa ogni 14 m



Variazione nello spazio e nel tempo

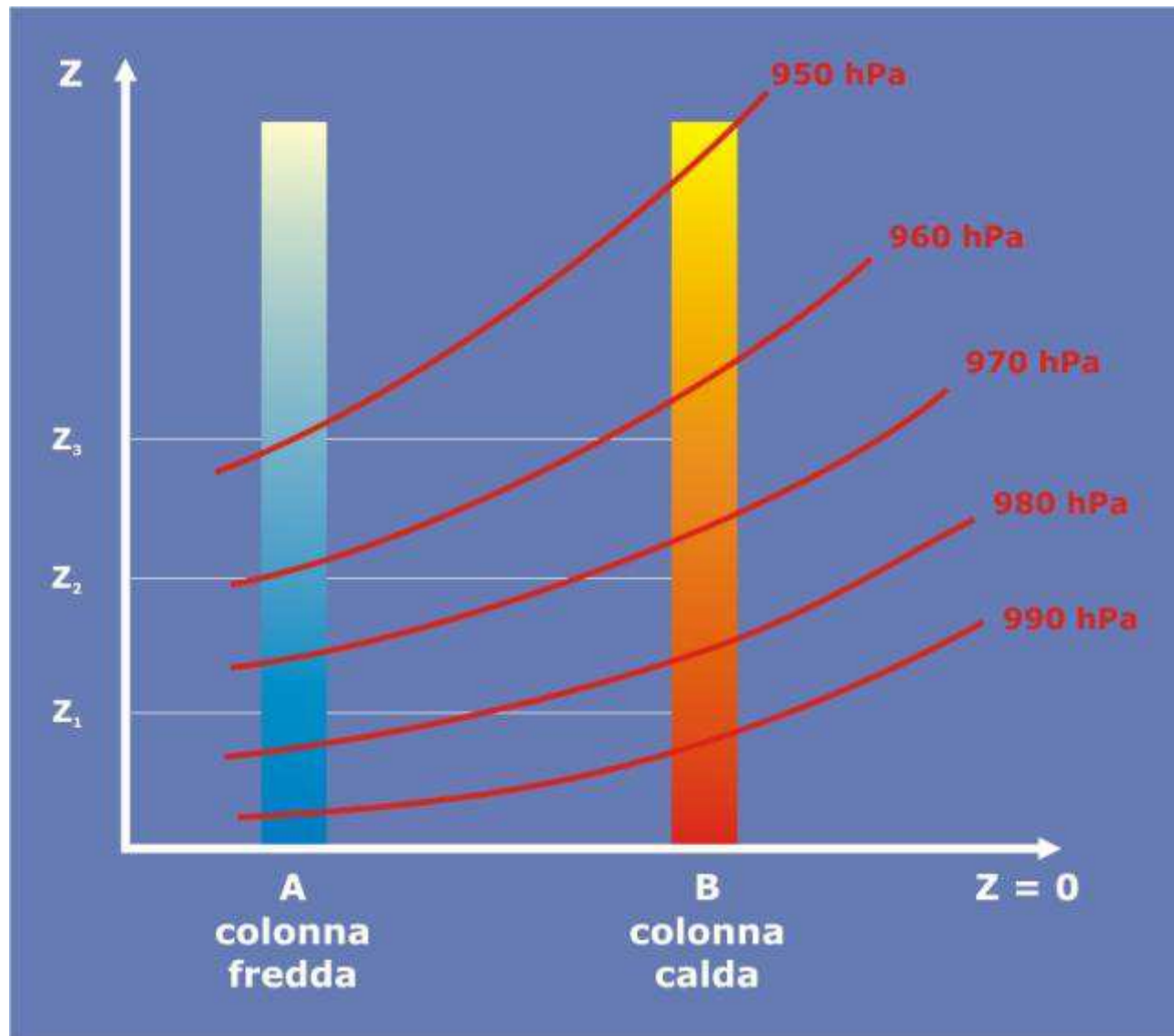


Variazione nello spazio e nel tempo

La pressione al livello del mare non è affatto stazionaria, ma varia nello spazio e nel tempo in funzione della presenza di strutture meteorologiche come i cicloni (= zone di bassa pressione o depressioni) e gli anticicloni (= zone di alta pressione).

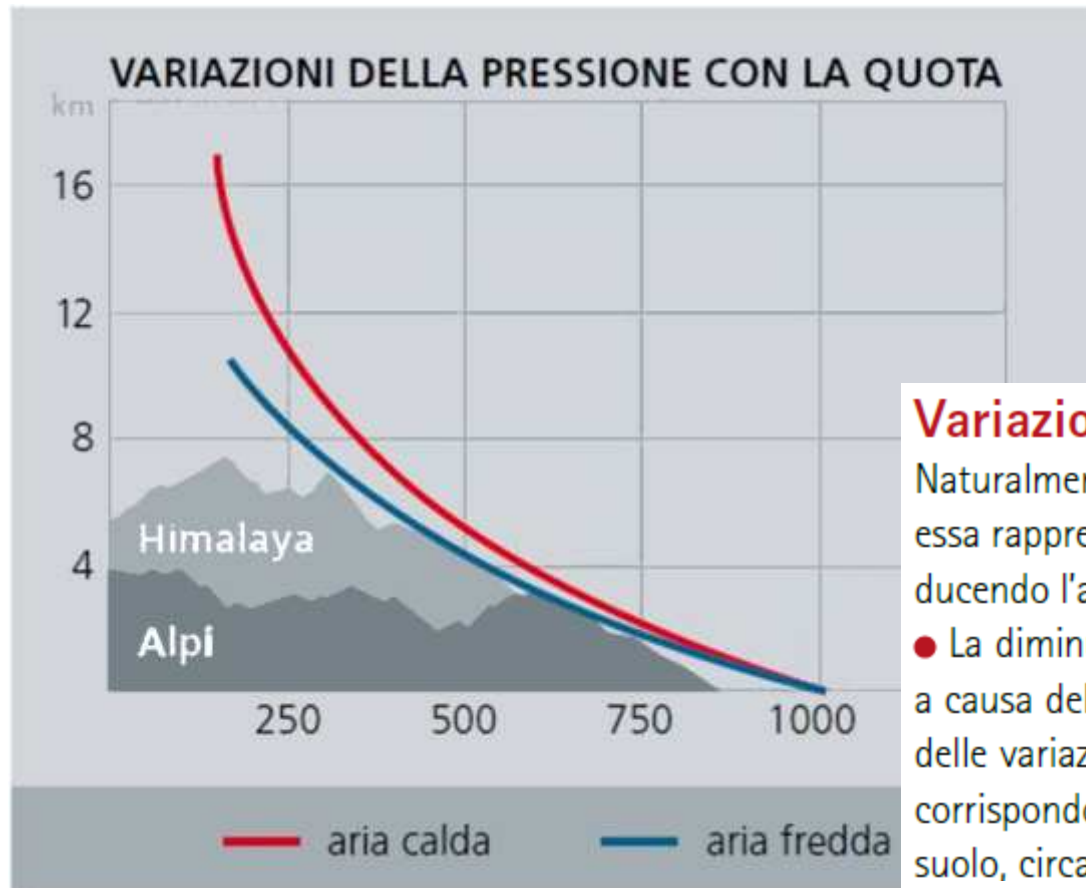
● Spostandosi geograficamente da un profondo ciclone ad un robusto anticiclone, la pressione può assumere un valore generalmente compreso tra 950 hPa e 1050 hPa.

Variazione con la Temperatura



Masse d'aria **con temperature differenti** presenteranno anche **densità differenti** e pertanto il **medesimo valore** di pressione, in ciascuna colonna, sarà misurabile a quote tra loro differenti. **Tale differenza di quota determina un gradiente di pressione** e conseguentemente innescherà moti di masse d'aria tesi a riequilibrare questi squilibri.

Variazione con la quota

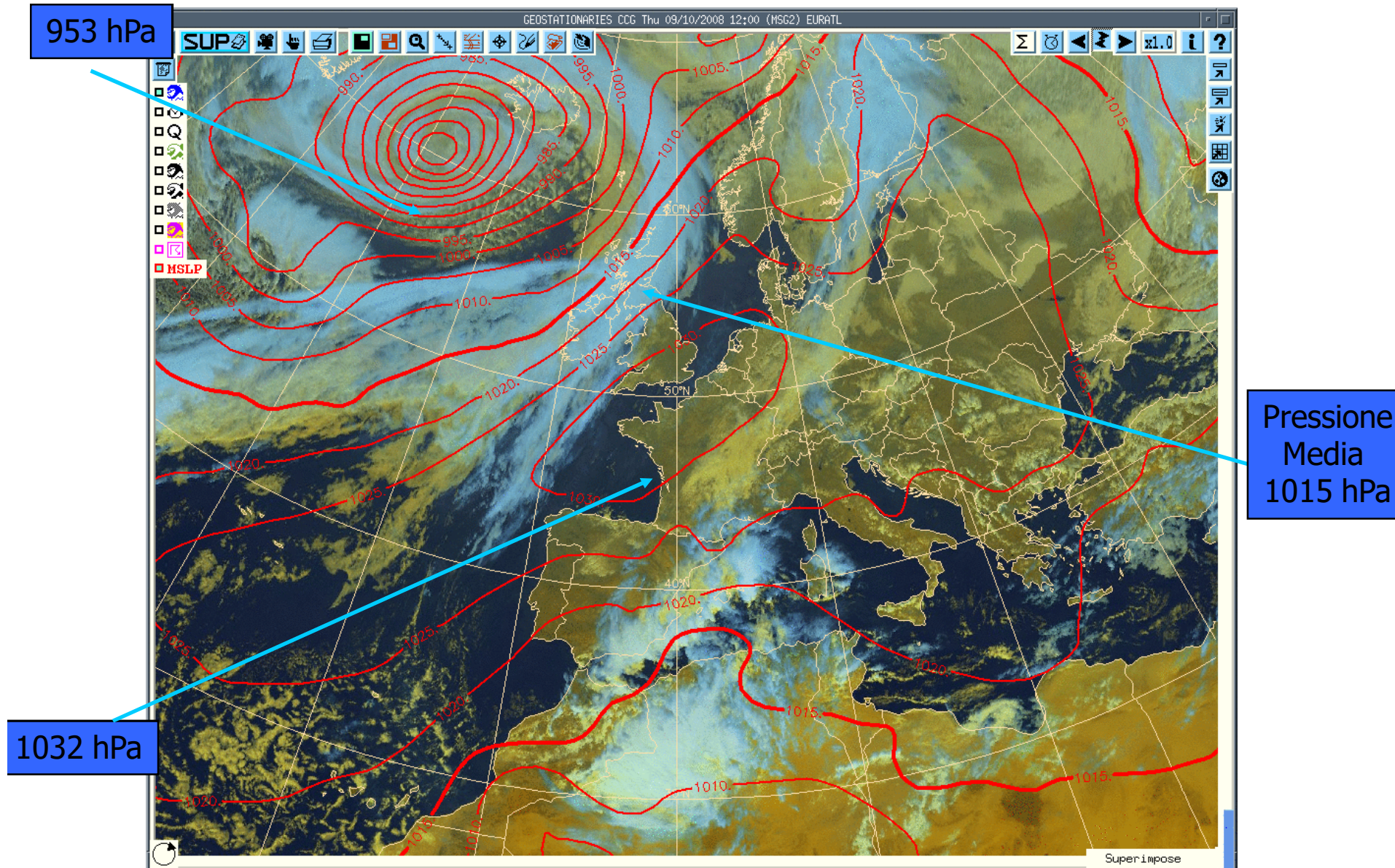


Variazione altitudinale

Naturalmente, la pressione varia anche con la quota: poiché essa rappresenta il peso della colonna d'aria sulla superficie, riducendo l'altezza della colonna il suo peso diminuisce.

- La diminuzione della pressione con la quota non è costante, a causa della corrispondente riduzione della densità dell'aria (e delle variazioni di umidità): ad ogni 100 metri di innalzamento corrispondono circa 12 hPa di diminuzione negli strati vicino al suolo, circa 10 hPa a 1500 metri di quota e circa 8 hPa a 3000 metri, fino a circa 2-3 hPa a 10 km di altezza. Mediamente, si può approssimare a circa 9,3 hPa ogni 100 m.
- 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.

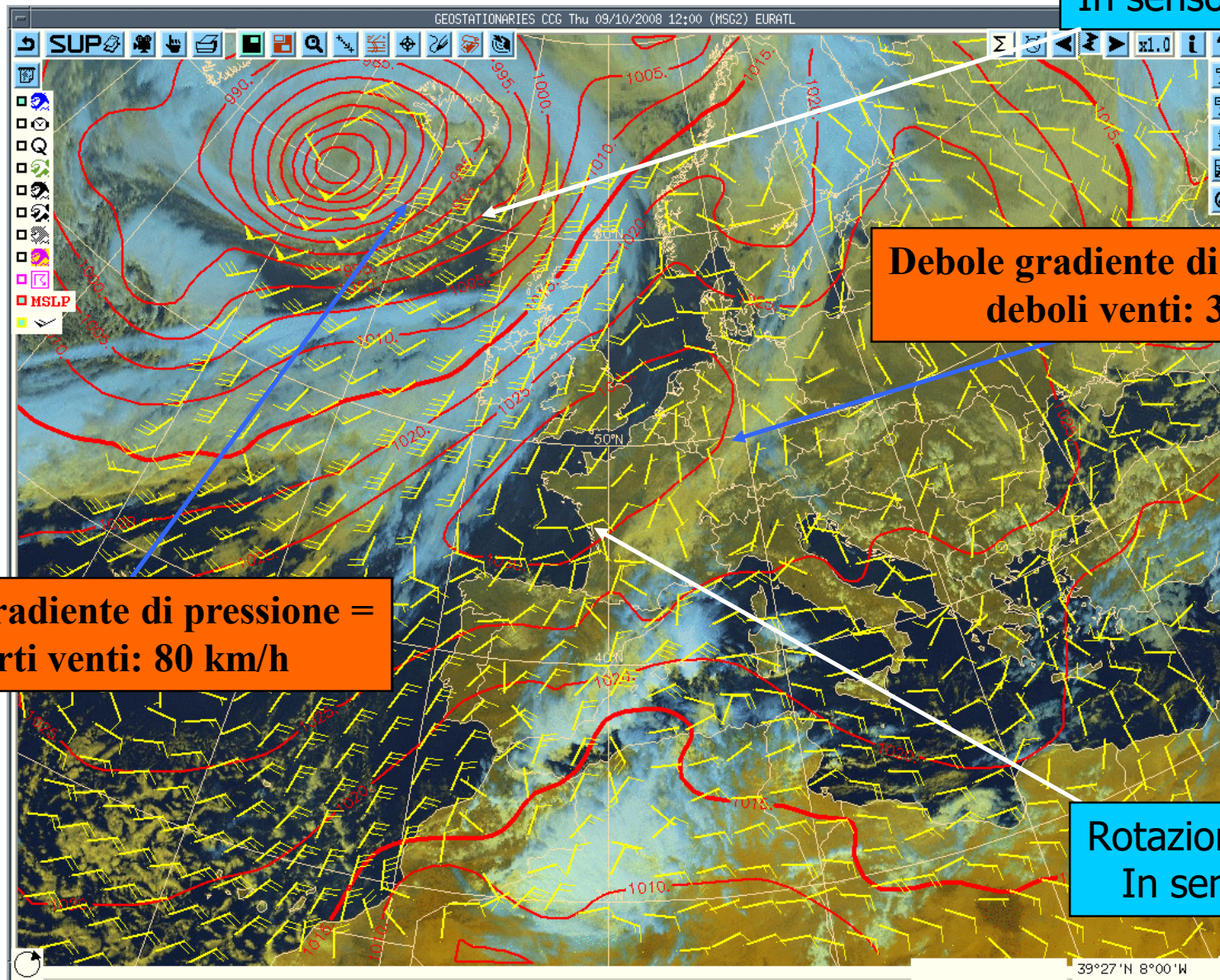
Anticiclone e depressioni COME RICONOSCERLI?



Anticiclone e depressioni

COME RICONOSCERLI?

Rotazione dei venti
In senso anti-orario



Debole gradiente di pressione =
deboli venti: 3 km/h

Forte gradiente di pressione =
Forti venti: 80 km/h

Rotazione dei venti
In senso orario

Anticiclone e depressioni

Circolazione tridimensionale

ANTICICLONE =

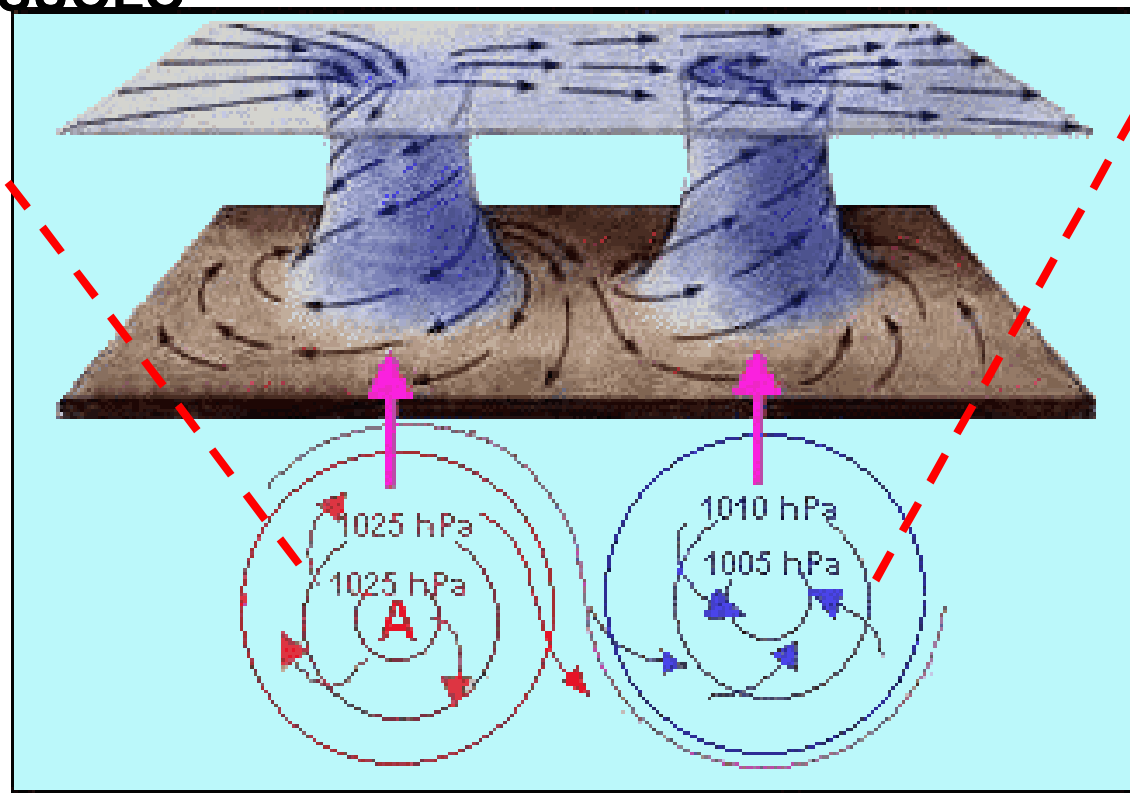
Convergenza in IN ALTA QUOTA ed
avvitamento dell'aria verso il basso il
senso orario

**DIVERGENZA AL LIVELLO DEL
SUOLO**

DEPRESSIONE =

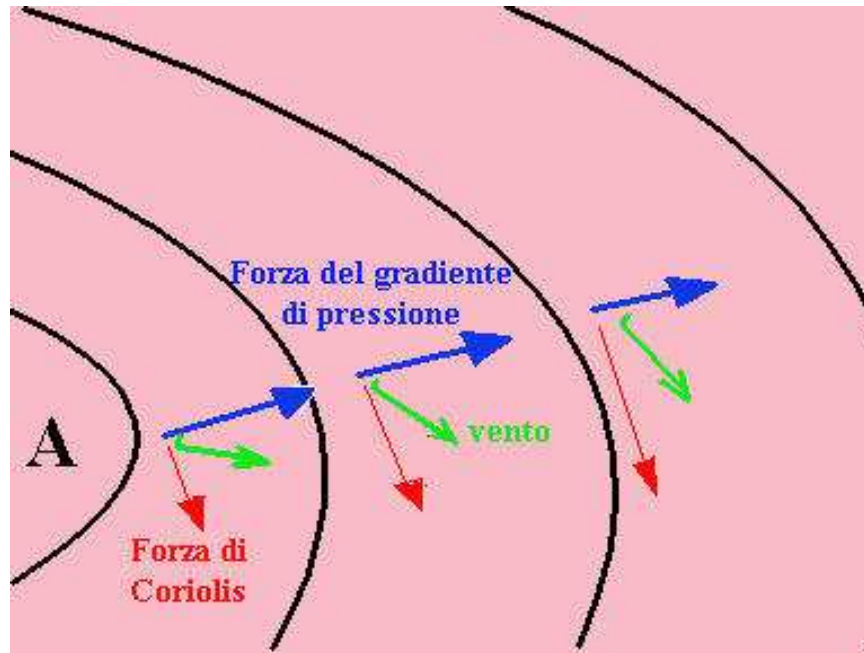
Convergenza nei NEI BASSI STRATI
ATMOSFERICI e moto verticale
verso l'alto in senso antiorario

DIVERGENZA IN ALTA QUOTA



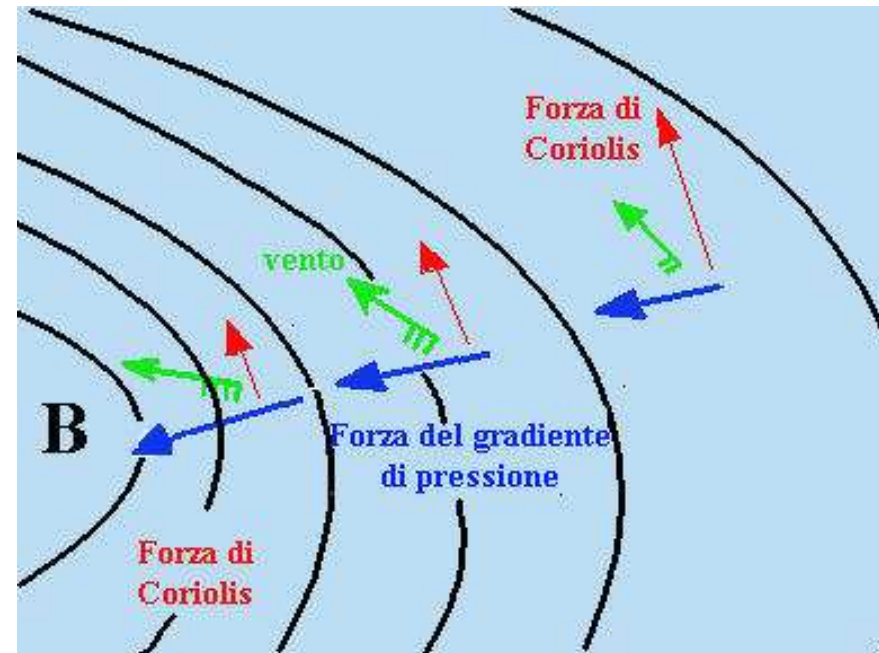
I venti - Direzione e forza

Alta pressione



In un'alta pressione la forza di gradiente è orientata verso l'esterno (minore pressione: centrifuga), mentre la forza di Coriolis devia il flusso verso destra; di conseguenza il vento risultante ruota in senso orario.

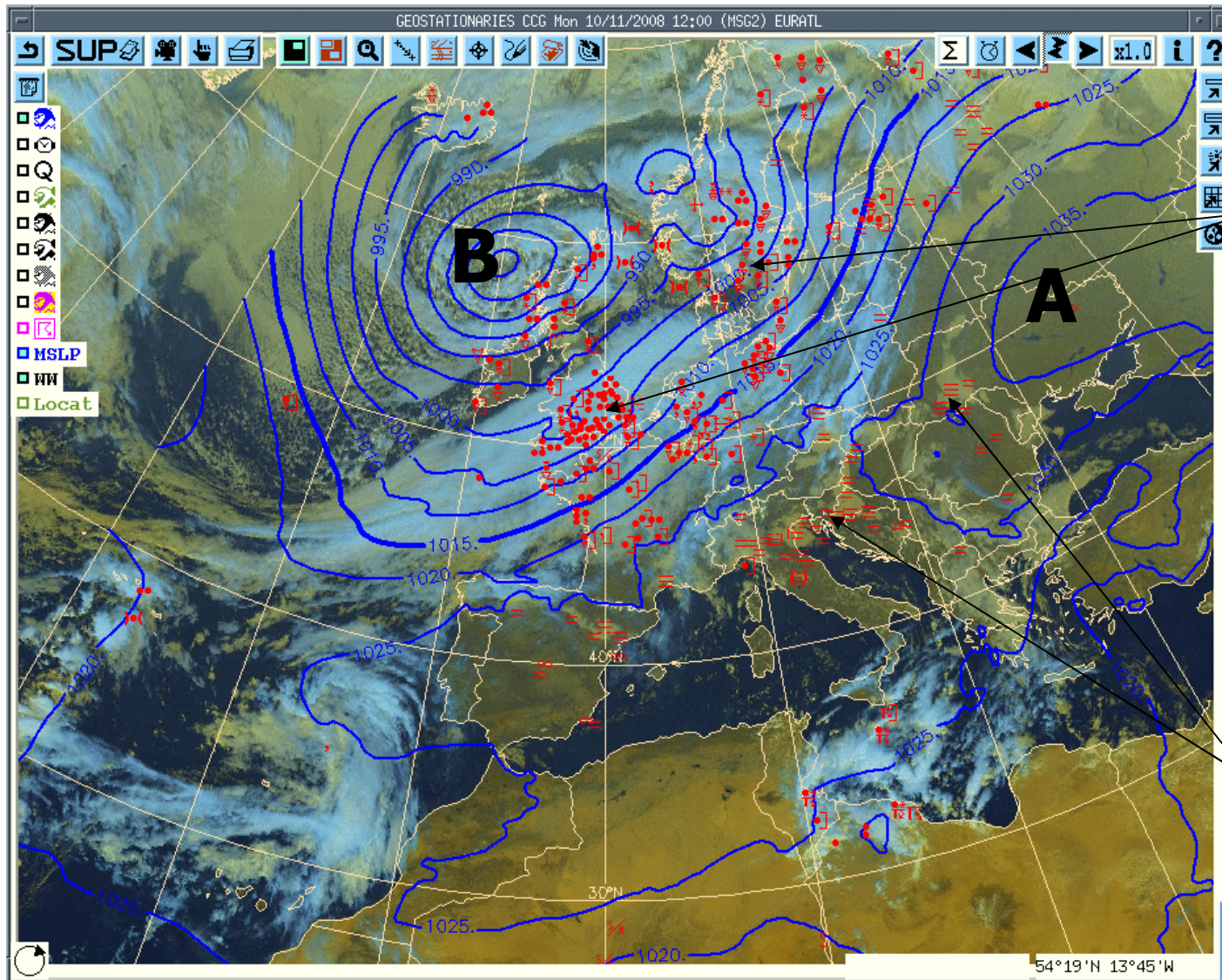
Bassa pressione



In una bassa pressione la forza di gradiente è orientata verso il centro della depressione (minore pressione: forza centripeta), mentre la forza di Coriolis devia il flusso verso destra; di conseguenza il vento risultante ruota in senso antiorario.

Anticiclone e depressioni

Il tempo collegato (non sempre)



BASSA PRESSIONE
Simbolo delle piogge
e dei rovesci

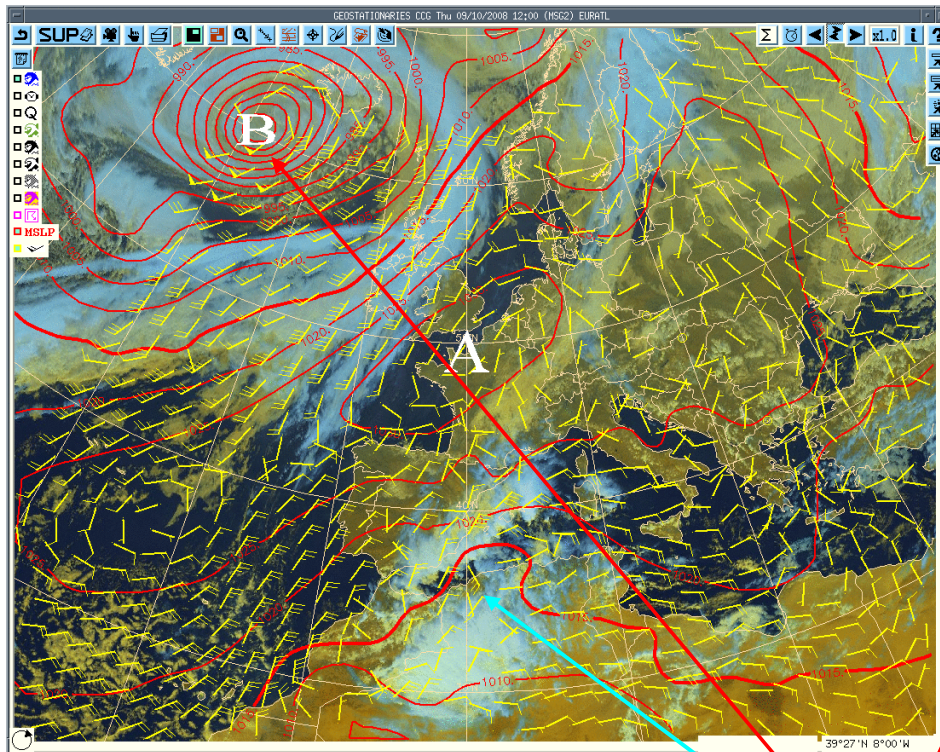
Situazione del 10 novembre
2008 Alle ore 12 UTC

ALTA PRESSIONE
Simbolo delle nebbie
o nubi basse

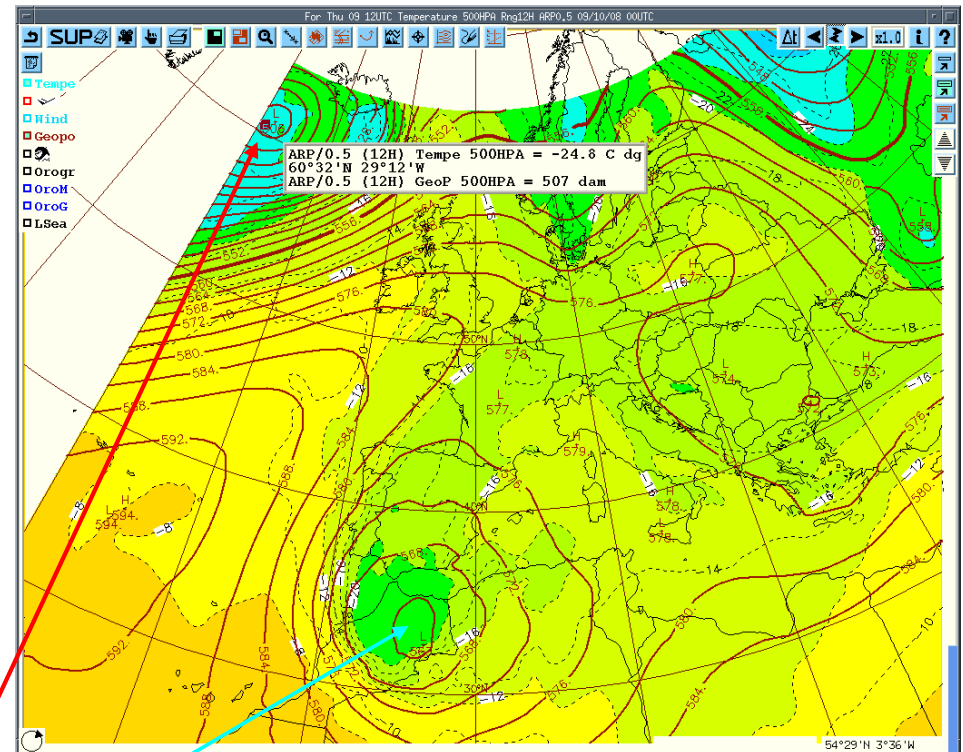
ANTICICLONE E **DEPRESSIONE**

COME RICONOSCERLI?

Carta al suolo



Carta al 500 hPa (5600 m)



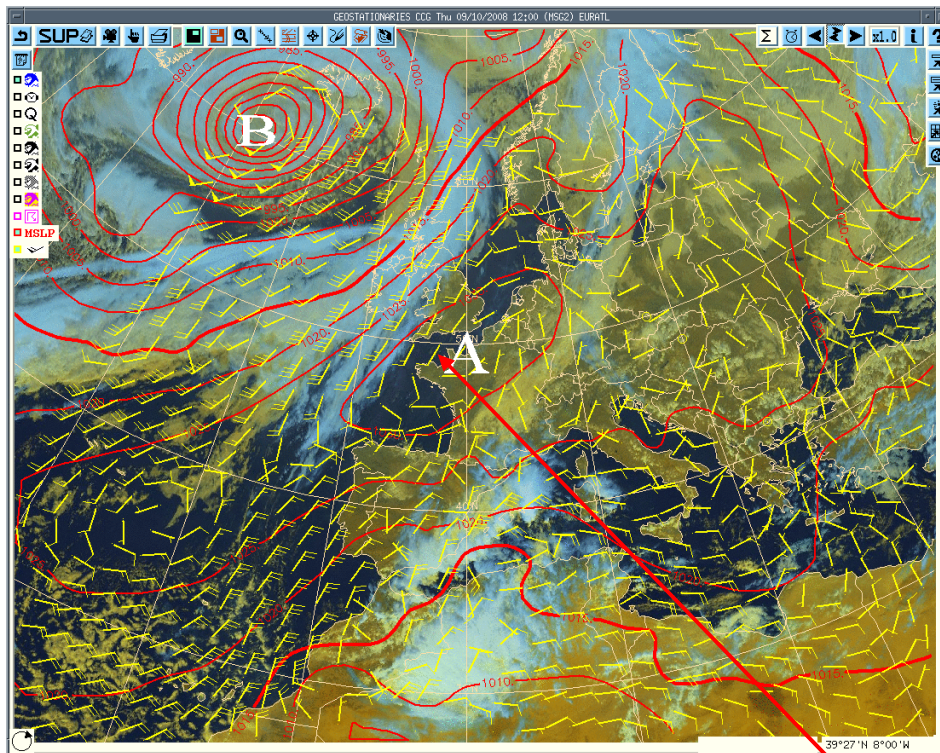
La bassa pressione al suolo è generalmente sormontata da un nucleo di aria fredda in quota, ad esempio a Sud-Ovest Dell'Islanda (-25. 8°C a 5070 m)

Dell'Islanda (-25. 8°C a 5070 m)

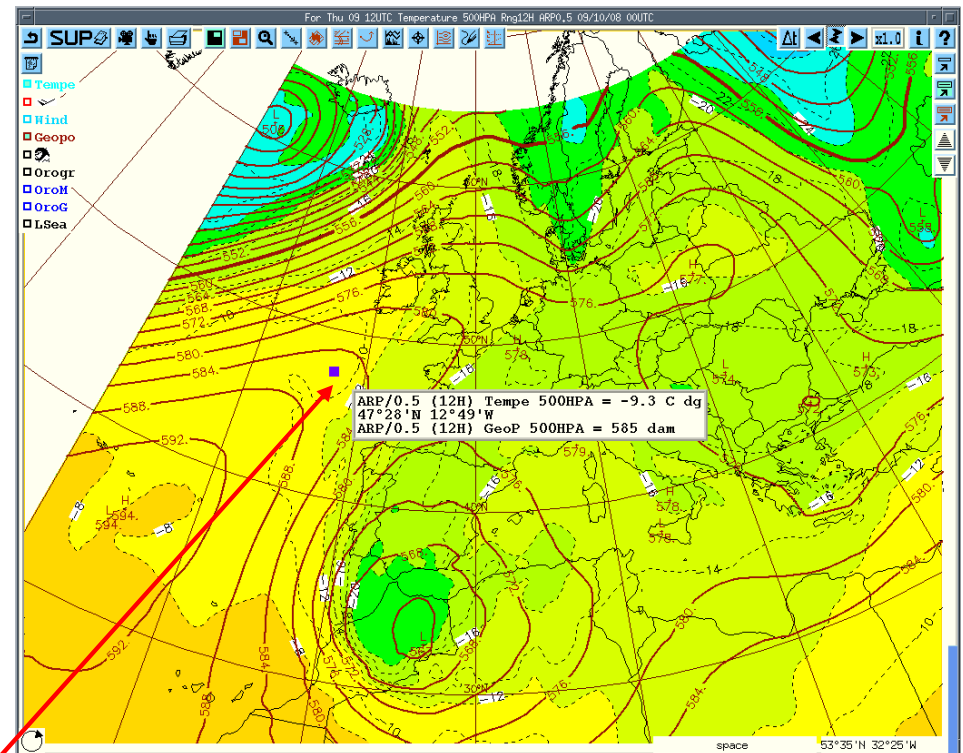
ANTICICLONE E DEPRESSIONE

COME RICONOSCERLI?

Carta al suolo



Carta al 500 hPa (5600 m)

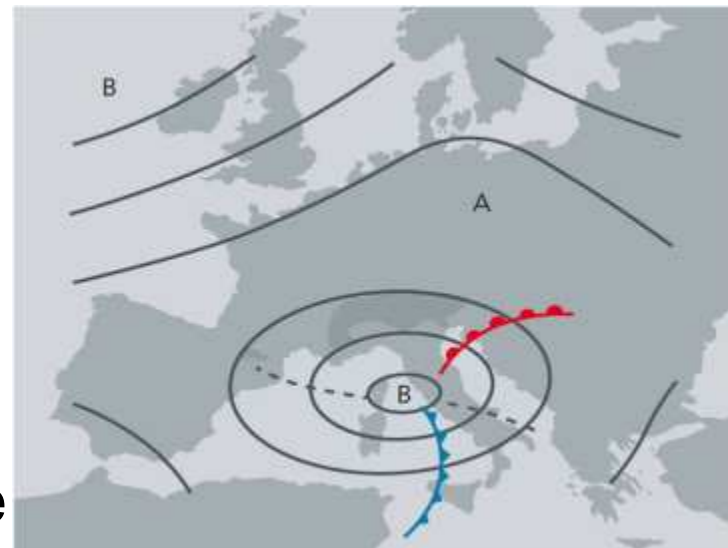


L'alta pressione al suolo è generalmente sormontata da un promontorio in quota, con presenza d'aria piuttosto mite, ad esempio al largo della Francia (-9.3°C a 5850 m)

Tipi di tempo sulle Marche

Autunno

- in autunno, si raggiunge il massimo apporto delle precipitazioni, per il fatto che sia le perturbazioni atlantiche provenienti da NW, che le depressioni mediterranee vanno ad interessare direttamente la regione; inoltre le perturbazioni risultano particolarmente attive, poiché le masse di aria subiscono l'intensa azione destabilizzatrice del Mar Mediterraneo, che, a fine estate ed inizio autunno, ha ancora una temperatura relativamente alta e quindi elevato risulta il suo contributo in vapor d'acqua [Murri e Fusari, 1987]

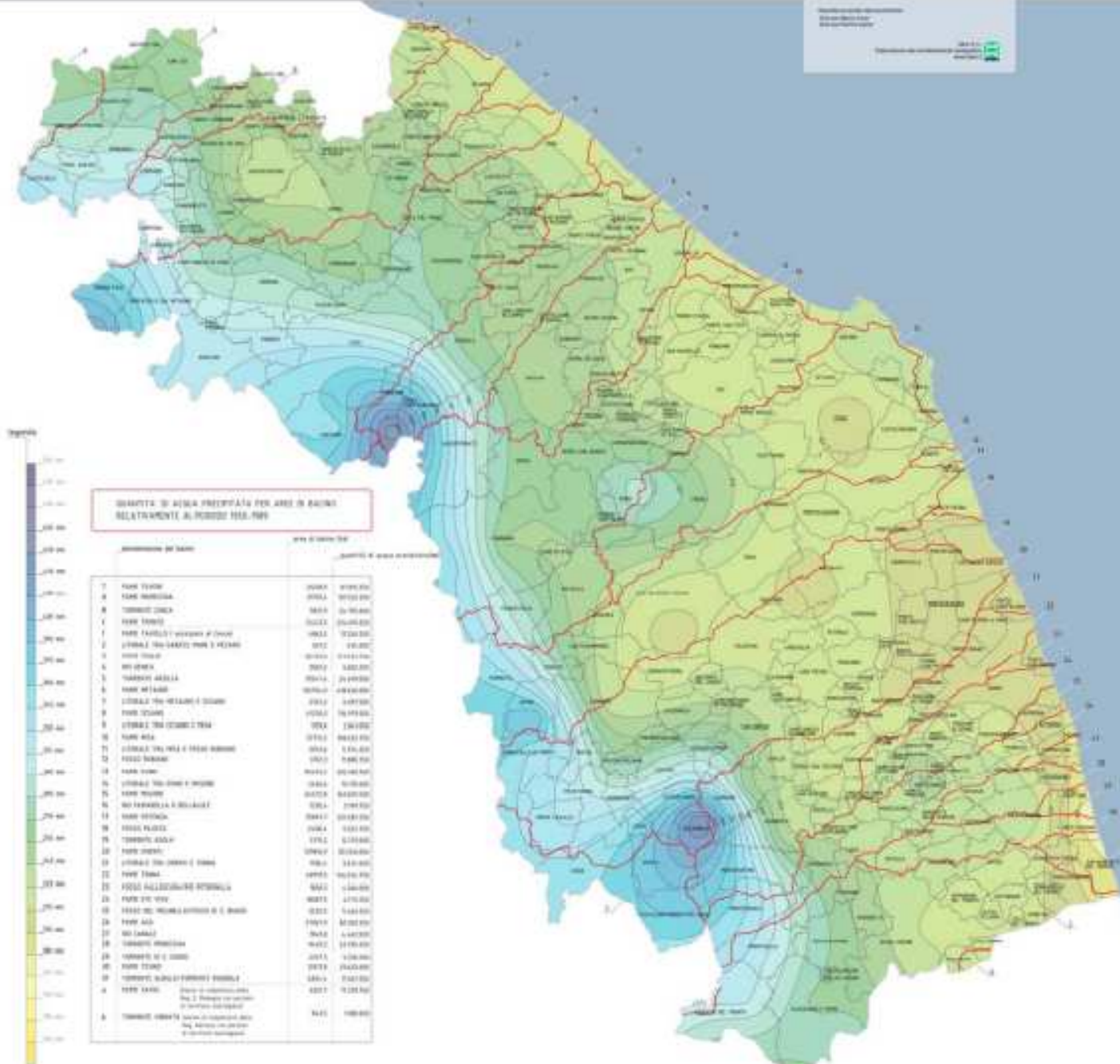




 Ministero dell'Ambiente, del Territorio e del Turismo

 Regione Marche

 Dipartimento di Scienze e Tecnologie



QUANTITÀ DI ACQUA PRECIPITATA PER AREA DI BACINO RELATIVAMENTE AL PERIODO 1950-1989

numero di bacino	nome di bacino	area di bacino (km²)	quantità di acqua precipitata (mm)
1	FIUME TEVERE	10000	1000,00
2	FIUME ADIGLIANO	10000	1000,00
3	FIUME Tevere	10000	1000,00
4	FIUME Tevere	10000	1000,00
5	FIUME Tevere	10000	1000,00
6	FIUME Tevere	10000	1000,00
7	FIUME Tevere	10000	1000,00
8	FIUME Tevere	10000	1000,00
9	FIUME Tevere	10000	1000,00
10	FIUME Tevere	10000	1000,00
11	FIUME Tevere	10000	1000,00
12	FIUME Tevere	10000	1000,00
13	FIUME Tevere	10000	1000,00
14	FIUME Tevere	10000	1000,00
15	FIUME Tevere	10000	1000,00
16	FIUME Tevere	10000	1000,00
17	FIUME Tevere	10000	1000,00
18	FIUME Tevere	10000	1000,00
19	FIUME Tevere	10000	1000,00
20	FIUME Tevere	10000	1000,00
21	FIUME Tevere	10000	1000,00
22	FIUME Tevere	10000	1000,00
23	FIUME Tevere	10000	1000,00
24	FIUME Tevere	10000	1000,00
25	FIUME Tevere	10000	1000,00
26	FIUME Tevere	10000	1000,00
27	FIUME Tevere	10000	1000,00
28	FIUME Tevere	10000	1000,00
29	FIUME Tevere	10000	1000,00
30	FIUME Tevere	10000	1000,00
31	FIUME Tevere	10000	1000,00
32	FIUME Tevere	10000	1000,00
33	FIUME Tevere	10000	1000,00
34	FIUME Tevere	10000	1000,00
35	FIUME Tevere	10000	1000,00
36	FIUME Tevere	10000	1000,00
37	FIUME Tevere	10000	1000,00
38	FIUME Tevere	10000	1000,00
39	FIUME Tevere	10000	1000,00
40	FIUME Tevere	10000	1000,00
41	FIUME Tevere	10000	1000,00
42	FIUME Tevere	10000	1000,00
43	FIUME Tevere	10000	1000,00
44	FIUME Tevere	10000	1000,00
45	FIUME Tevere	10000	1000,00
46	FIUME Tevere	10000	1000,00
47	FIUME Tevere	10000	1000,00
48	FIUME Tevere	10000	1000,00
49	FIUME Tevere	10000	1000,00
50	FIUME Tevere	10000	1000,00



 Centro di Ricerca e Innovazione

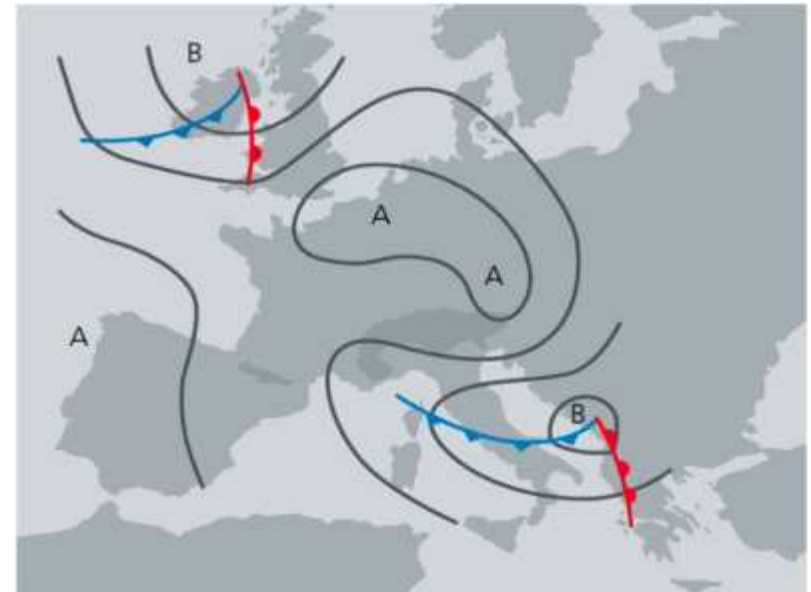
Compo medio della precipitazione annuale e stagionale sulle Marche per il periodo 1950-2000

 Regione Marche

 Dipartimento di Scienze e Tecnologie

Inverno

- in inverno, il tempo perturbato proviene solitamente da est o nordest:
- afflussi di aria fredda dall'Europa balcanico-danubiana causano nevicite anche sulle coste. Nondimeno, i periodi di brutto tempo abbastanza intensi e prolungati si hanno in correlazione con la formazione e l'approfondimento di depressioni sul Tirreno, che richiamando aria umida dal Mediterraneo e aria fredda da settentrione, generano corpi nuvolosi, che risalgono la penisola italiana secondo un moto ciclonico e scaricano il loro contenuto di acqua precipitabile sulle Marche sotto forma di piogge frequenti e copiose;



Campo medio della precipitazione invernate
sui bacini idrografici delle Marche del periodo 1950-1989



Centro di Ecologia e Climatologia

Centro di Ecologia e Climatologia
campo medio della precipitazione
annuale e stagionale
sulle Marche per il periodo 1950-2000

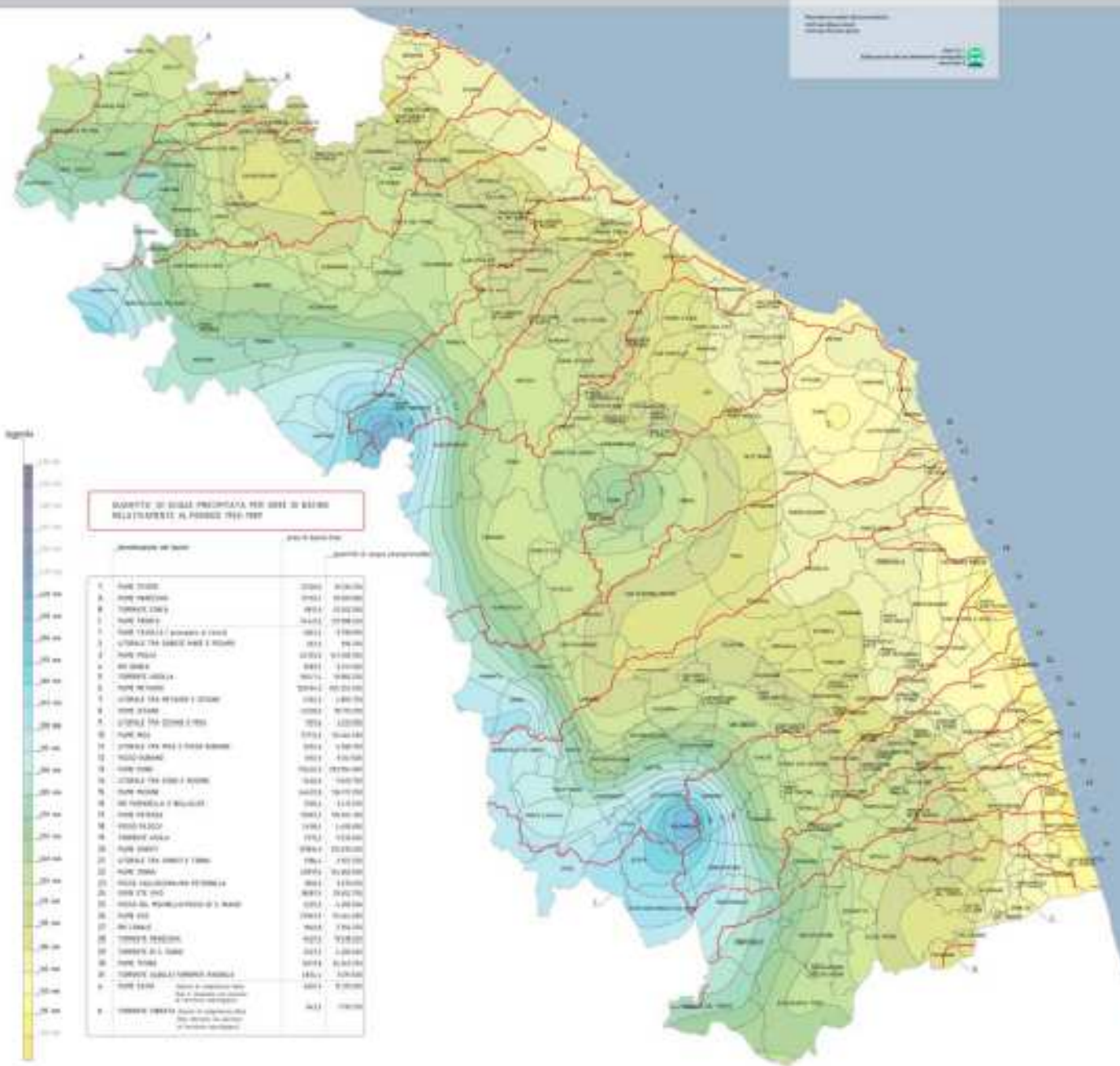
Roberto Marini - 2000
Roberto Marini - 2000

Primavera

- in primavera, le condizioni meteorologiche sono all'insegna della variabilità, a causa dei reiterati ritorni di masse d'aria fredda da nordest e dell'arrivo di aria umida di origine atlantica, che portano tempo instabile; l'espansione o il regresso dell'area anticiclonica delle Azzorre dal Mediterraneo condiziona in modo determinante, rispettivamente, il perdurare del bel tempo o di quello caratterizzato dalle piogge e dagli acquazzoni primaverili



Campo medio della precipitazione primaverile
sui bacini idrografici delle Marche del periodo 1950-1989



Centro di Ecologia e Climatologia

Centro di Ecologia e Climatologia
annuale e stagionale
sulle Marche per il periodo 1950-2000

Roberto Marini - 2000
Roberto Marini - 2000

Marzo, 2000

Estate

- in estate, la regione può avere tempo perturbato soprattutto ad opera dell'instabilità a carattere locale, perché le depressioni atlantiche in transito da ovest verso est seguono traiettorie più settentrionali, interessando marginalmente l'alto Adriatico. Possono comunque verificarsi rapide variazioni diurne della nuvolosità, più accentuate lungo la fascia appenninica ove si formano cumuli imponenti



Campo medio della precipitazione estiva sui bacini idrografici delle Marche del periodo 1950-1989



QUANTITÀ DI ACQUA PRECIPITATA PER AREA DI BACINO
RISULTANTE AL FINE DEL PERIODO 1950-1989

Amministrazione del bacino	Area (km ²)	Quantità di acqua precipitata (mm)
1. BACIN DEL TRIVERO	10.400	3.640.000
2. BACIN DEL FURNO	10.000	3.000.000
3. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
4. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
5. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
6. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
7. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
8. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
9. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
10. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
11. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
12. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
13. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
14. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
15. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
16. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
17. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
18. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
19. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
20. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
21. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
22. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
23. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
24. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
25. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
26. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
27. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
28. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
29. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
30. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
31. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
32. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
33. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
34. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
35. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
36. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
37. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
38. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
39. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
40. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
41. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
42. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
43. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
44. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
45. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
46. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
47. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
48. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
49. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000
50. BACIN DEL TEVERE	10.000	3.000.000

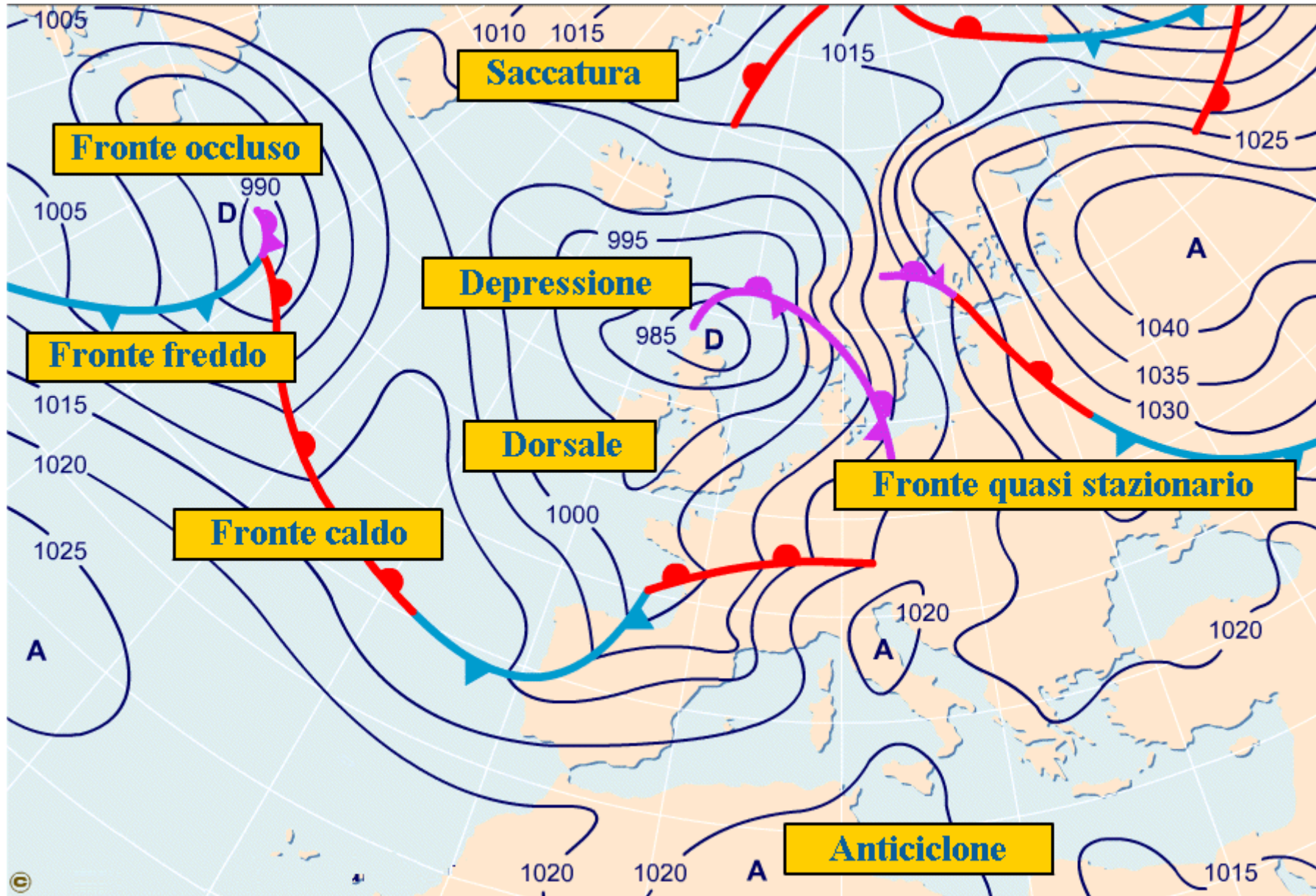
Centro di Ricerca e Osservazione
 Marche Region

Compo medio della precipitazione
 annuale e stagionale
 sulle Marche per il periodo 1950-2000

Autore: Marco Rossi
 Anno: 2000

Impariamo alcuni termini

INTERPRETAZIONE DI UNA CARTA METEOROLOGICA AL SUOLO

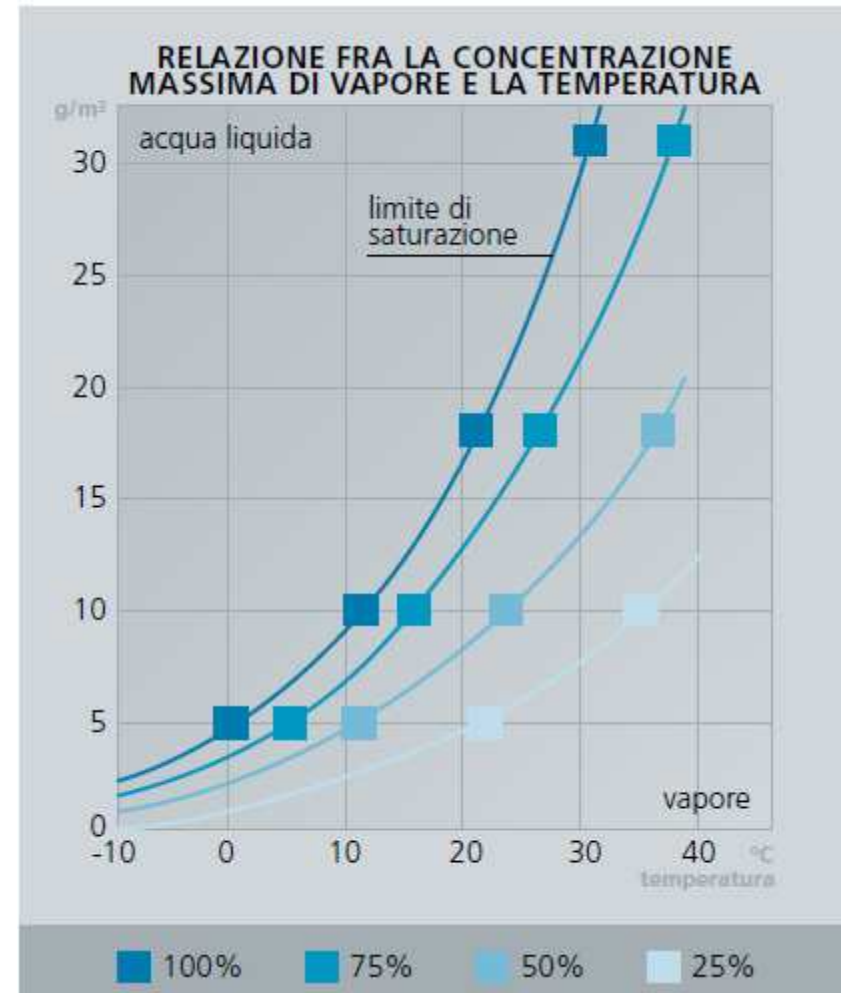


Umidità dell'aria

L'umidità dell'aria

L'UMIDITÀ DELL'ARIA COS'È E COME SI MISURA

L'umidità è una misura della quantità di vapor d'acqua presente nell'aria. Poiché la massima quantità di vapor d'acqua che una massa d'aria può contenere è tanto maggiore quanto più elevata è la sua temperatura, usualmente si utilizza la misura dell'umidità relativa, che è il rapporto tra la quantità di vapor d'acqua effettivamente presente nella massa d'aria e la quantità massima che essa può contenere a quella temperatura (e alla stessa pressione). Se c'è più vapore di quanto l'aria ne può contenere, o perché ne arriva dell'altro da una fonte di umidità (ad esempio per evaporazione dal terreno o dal mare), o perché l'aria si raffredda, la parte in eccesso rispetto al massimo condensa, cioè passa allo stato liquido. Durante questo passaggio viene emesso del calore nell'ambiente (e viceversa: quando l'acqua liquida evapora, sottrae calore all'ambiente), detto calore latente. L'umidità si misura con l'igrometro, che convenzionalmente deve essere posizionato ad un'altezza di 2 m dal suolo. Essendo un rapporto fra due quantità, l'umidità relativa si esprime in percentuale (da 0% a 100%).



La condensazione delle masse d'aria

Umidità Relativa

Una massa d'aria contiene un certo quantitativo di umidità (**umidità assoluta**). Il rapporto tra l'umidità assoluta e quella che potrebbe essere contenuta nella massa d'aria ad una data temperatura è detta **umidità relativa**.

Attorno al 100% di UR si ha condensazione.

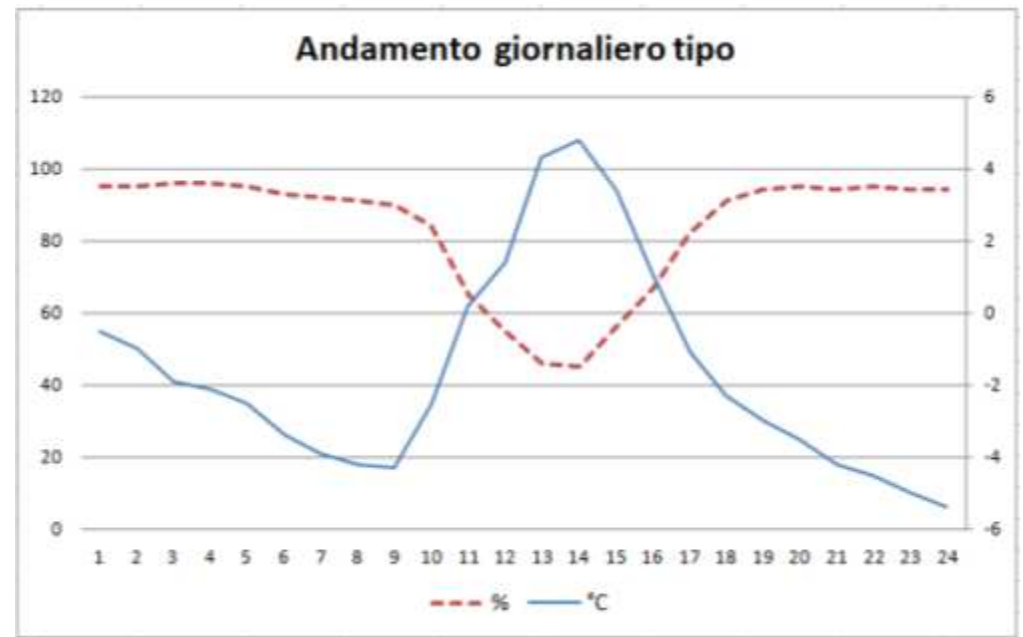


Temperatura e Umidità Relativa

A pressione costante la Temperatura e l'Umidità Relativa hanno andamenti opposti.

All'aumentare della $t^{\circ}\text{C}$ diminuisce l'UR, e viceversa al diminuire della $t^{\circ}\text{C}$ aumenta l'UR.

Es: meccanismo di formazione della nebbia.



Nell'atmosfera il raffreddamento che porta alla condensazione delle masse d'aria che poi portano alla formazione di nuvole e piogge è determinato dal sollevamento della masse d'aria stesse, che, negli strati superiori dell'atmosfera vengono a contatto con masse d'aria a temperature minori.

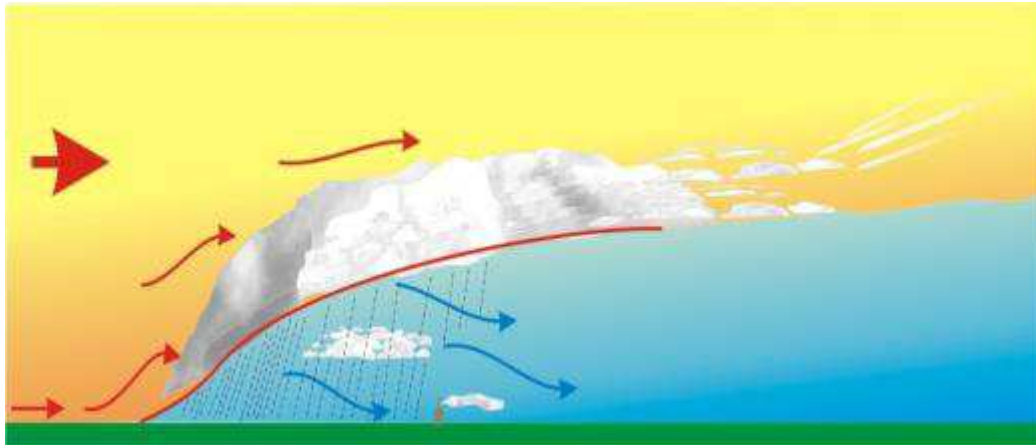
In questo caso però la maggiore componente di raffreddamento è determinata dalla diminuzione della pressione, che provoca un'espansione della massa d'aria.

I tipi di precipitazione

I diversi meccanismi che inducono, attraverso il sollevamento, la condensazione delle masse d'aria, portano a diversi tipi di precipitazione:

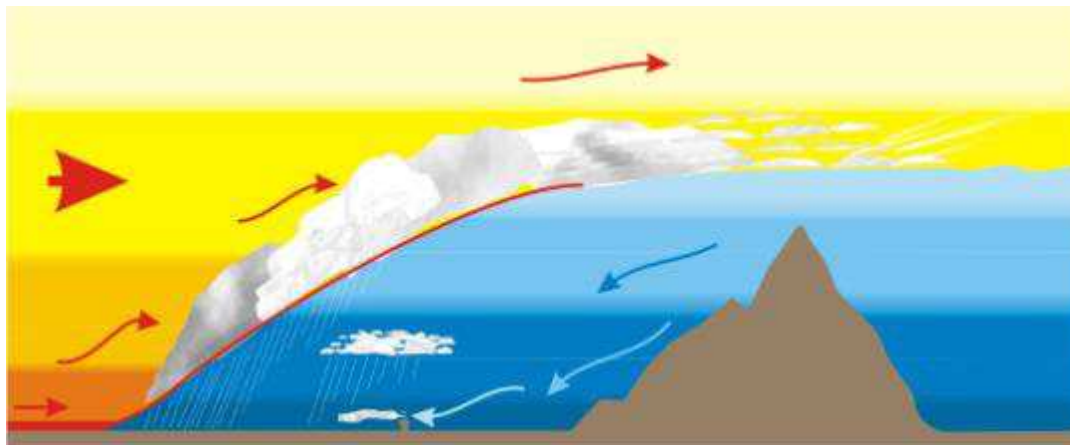
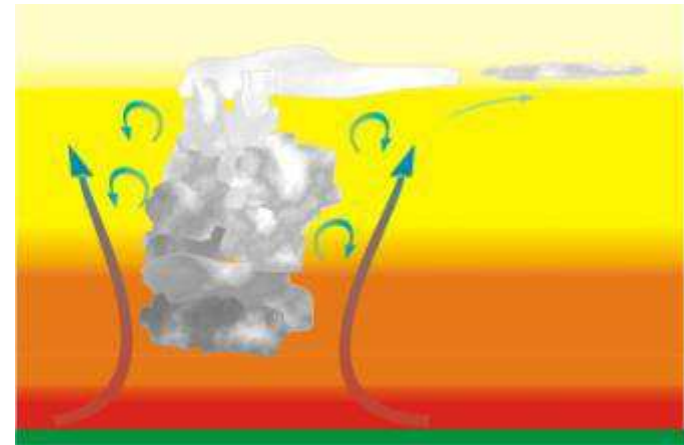
1. Frontale (fronte **freddo** o **caldo**)
2. Convettiva (temporale)
3. Orografica (Stau)

Formazione delle nubi e delle precipitazioni



**ASCESA FORZATA
CONTRO MASSE D'ARIA (frontale)**
decine di ore

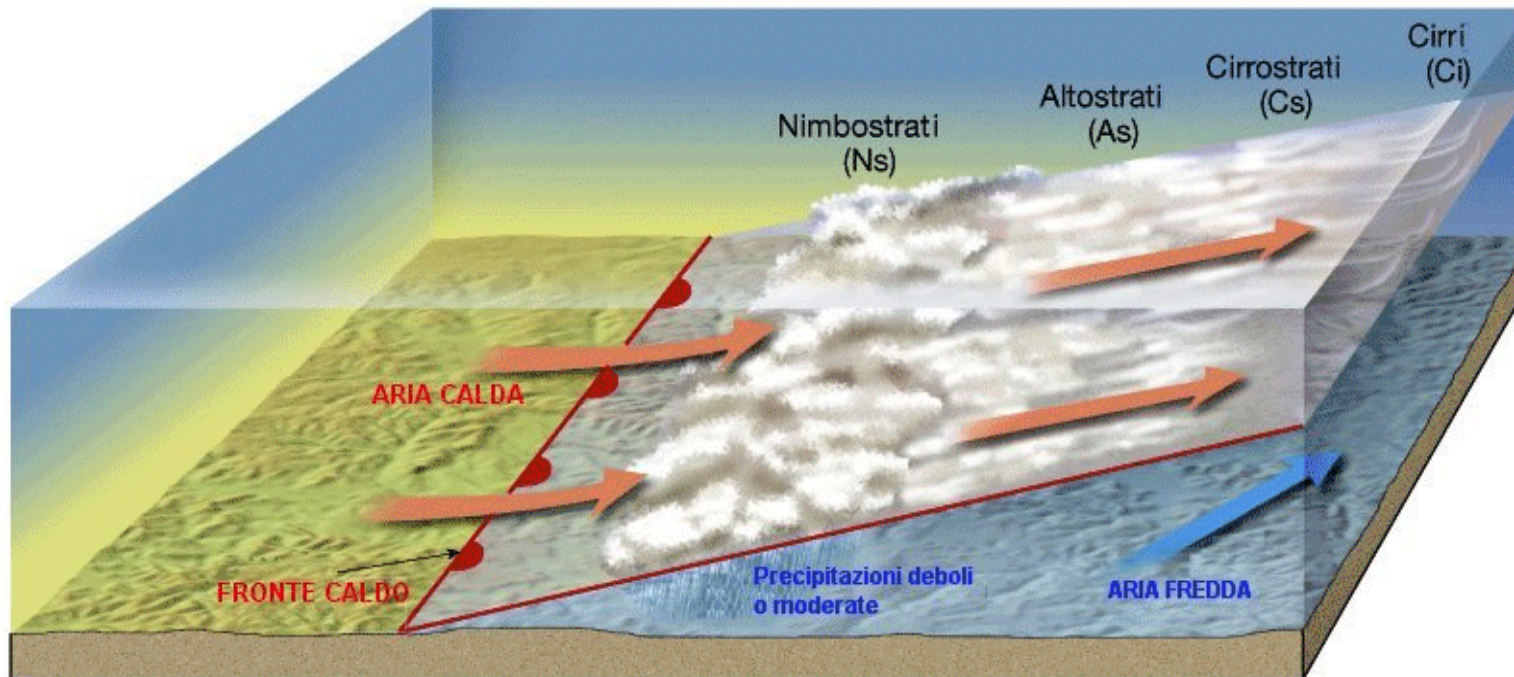
ASCESA TERMICA CONVETTIVA
minuti o poche ore



**ASCESA FORZATA
CONTRO OSTACOLI
OROGRAFICI**
decine di ore

ILLUSTRAZIONE FRONTALE

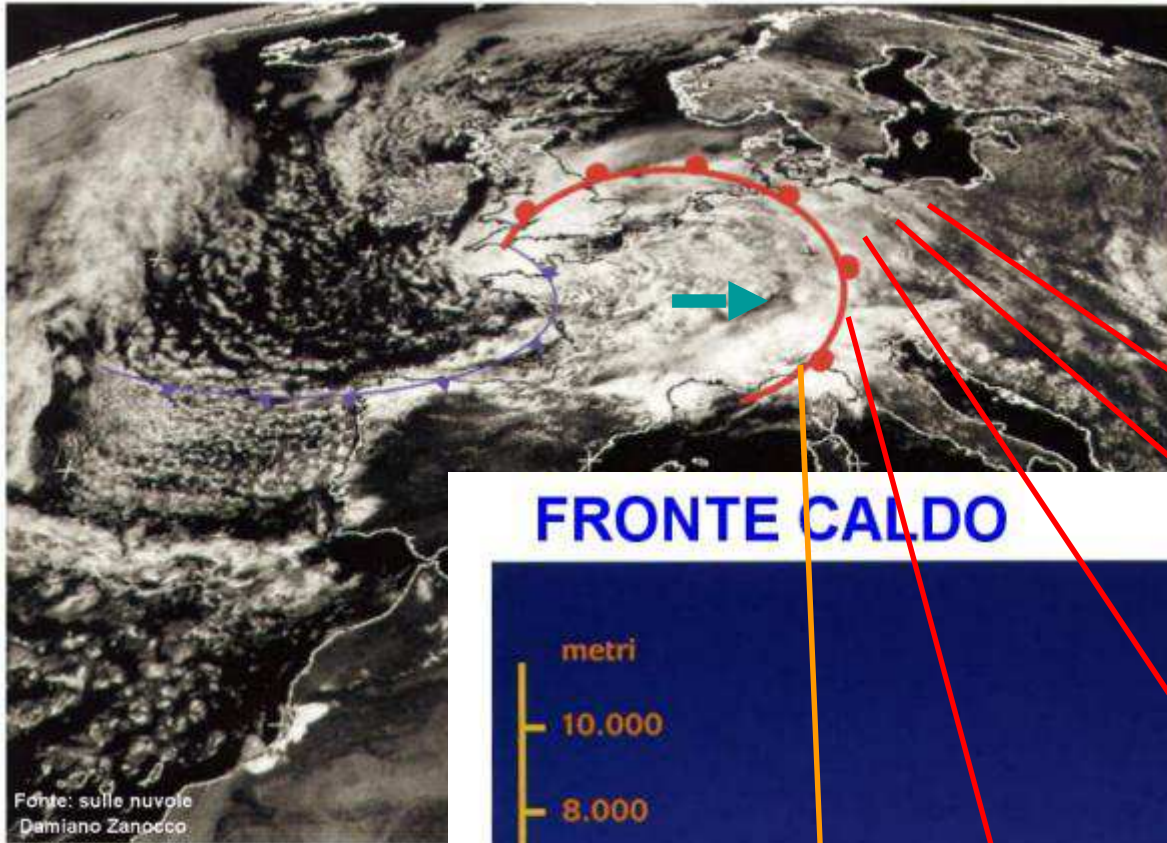
FRONTE CALDO



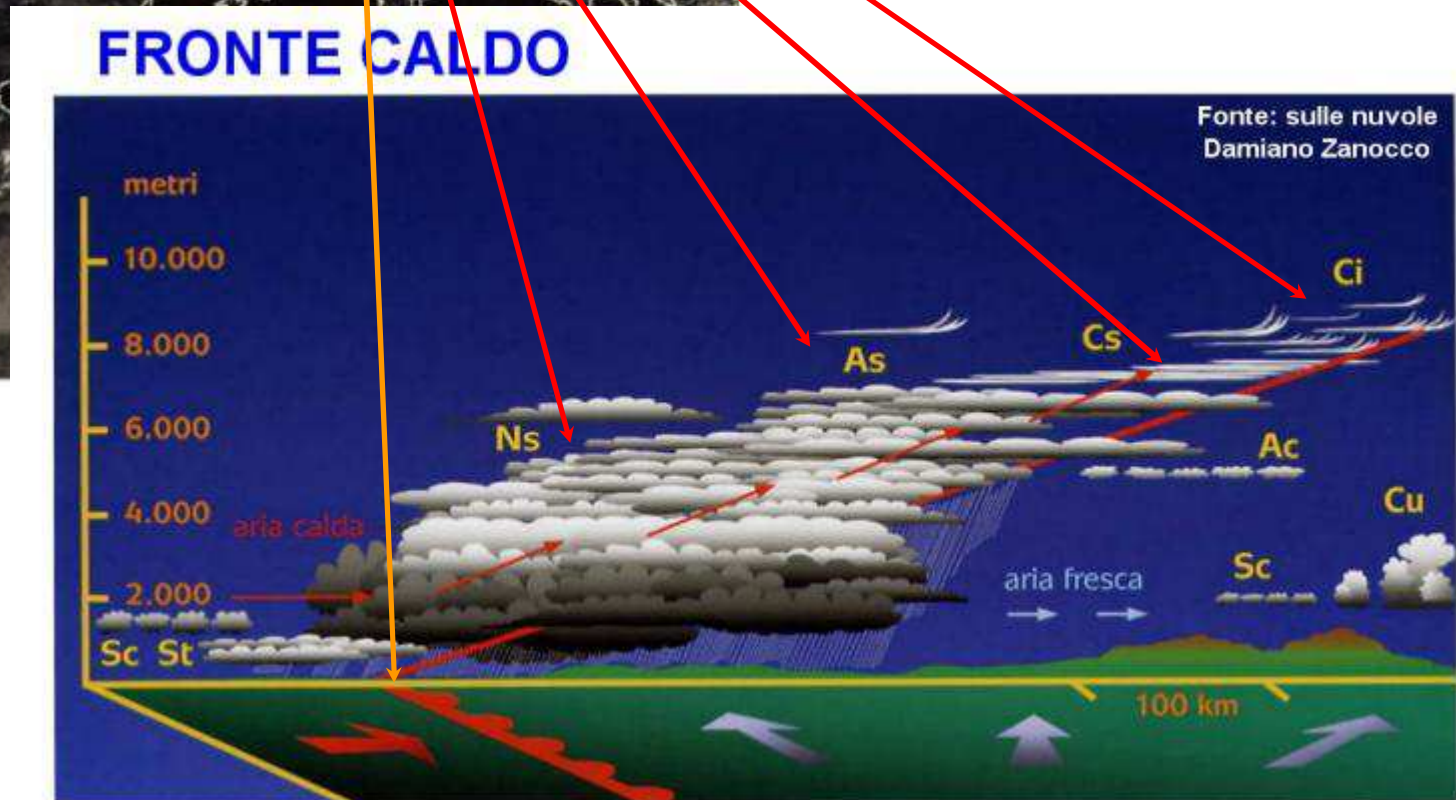
**il fronte
caldo**

Nel caso di un fronte caldo, l'aria calda meno densa, tende a scivolare sopra l'aria fredda che incontra. In questo contesto l'aria calda ed umida sollevandosi si raffredda ed il vapore acqueo condensa producendo nubi e precipitazioni; si tratta di instabilità piuttosto «debole o moderata», più marcata se oltre al sollevamento frontale vi è la concomitanza di un sollevamento orografico.

IL FRONTE CALDO



LA PENDENZA DELLA DISCONTINUITÀ FRONTALE È DI 7 - 10 m/km



**Schema in
verticale e
proiezione in
pianta del
fronte caldo**

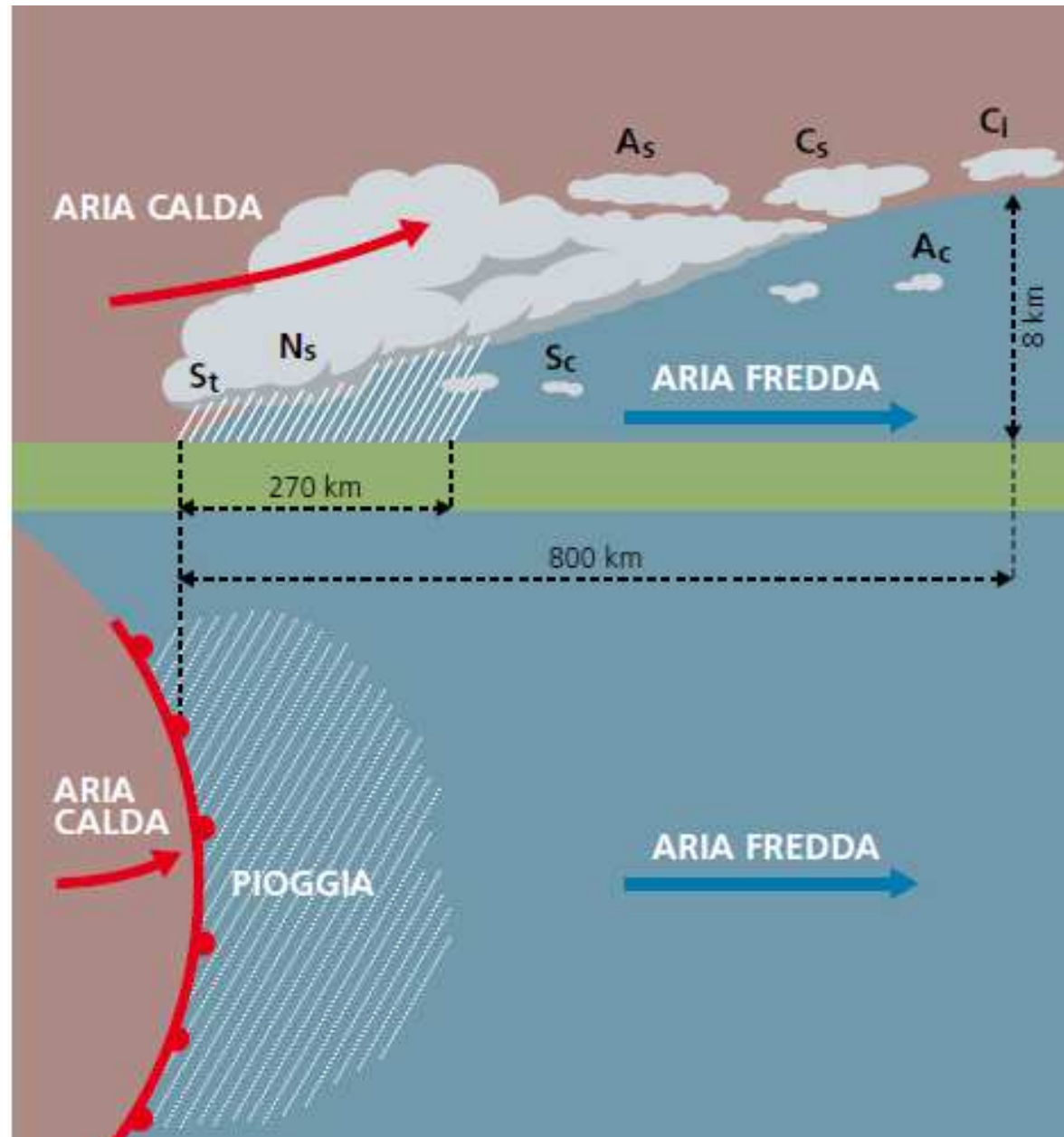
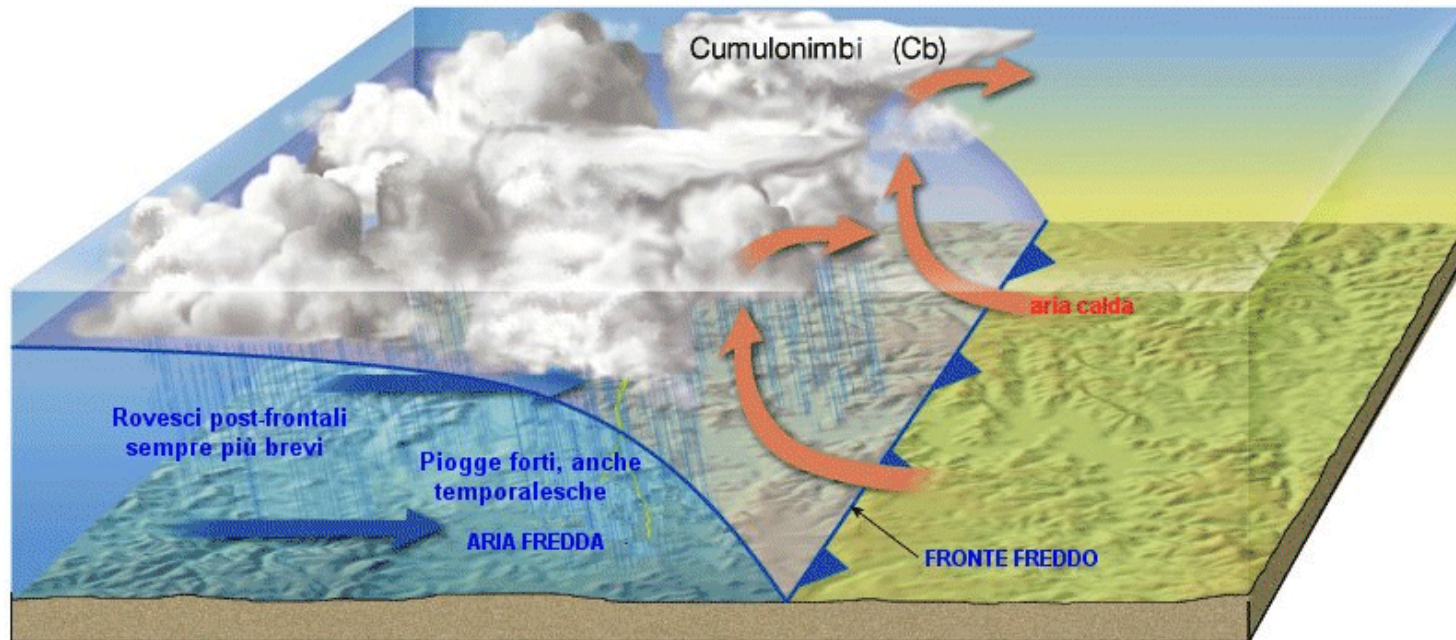


ILLUSTRAZIONE FRONTALE

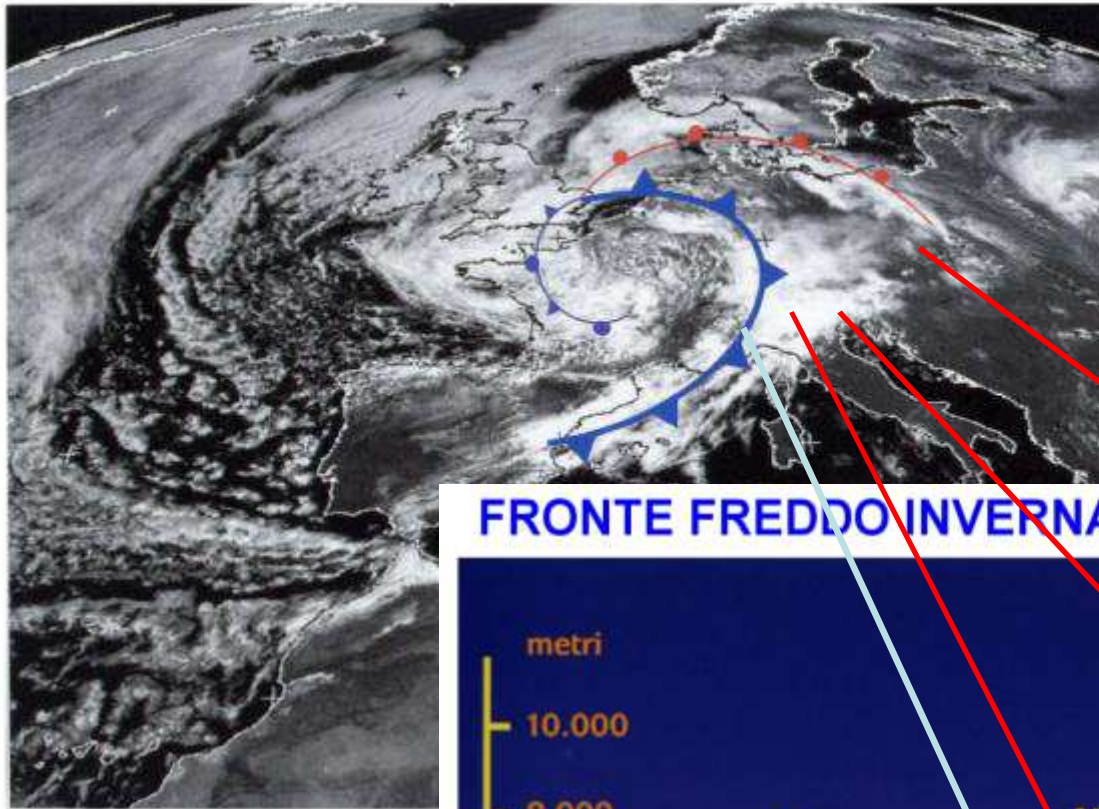
FRONTE FREDDO



**il fronte
freddo**

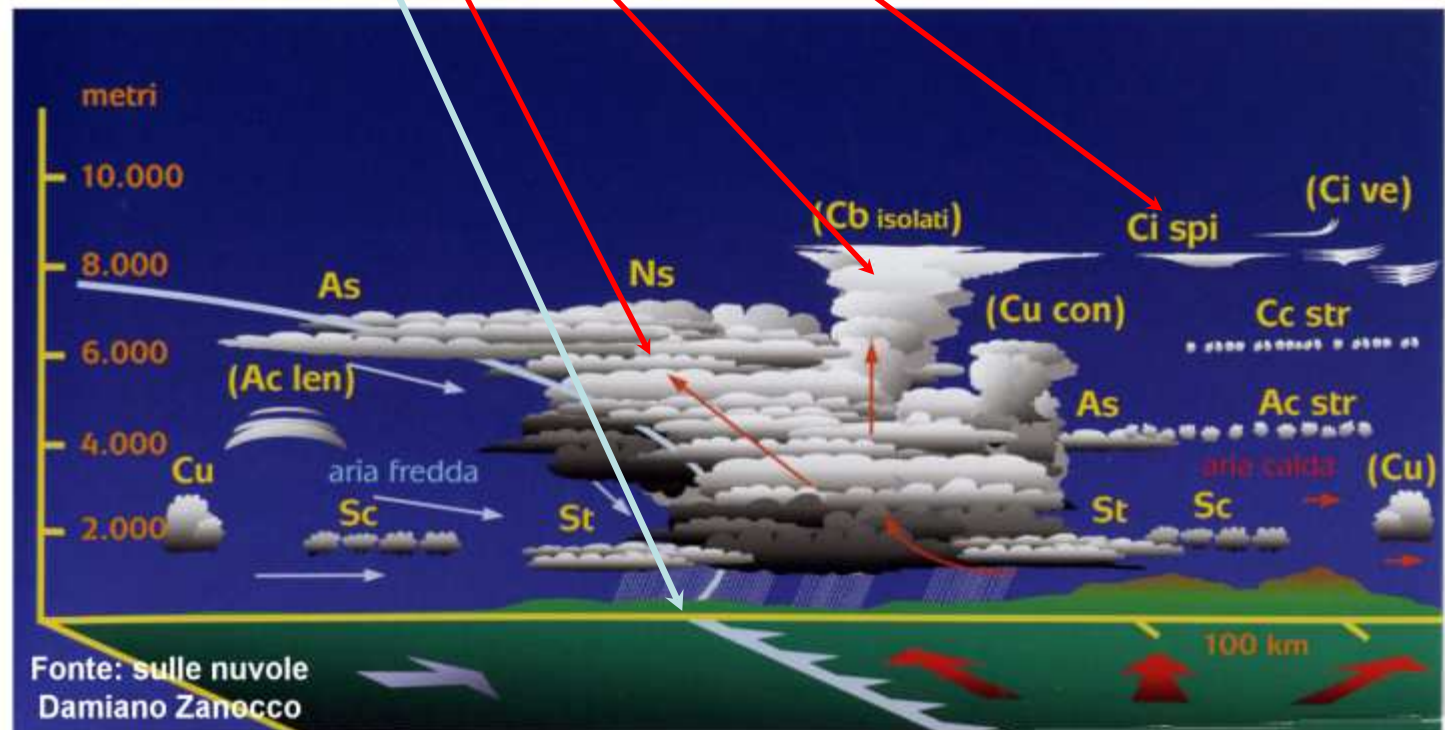
Nel caso di un fronte freddo, la massa d'aria che avanza s'incunea al di sotto di una massa calda ed umida sollevandola. L'aria calda di conseguenza si raffredda ed il vapore acqueo si condensa producendo nubi e precipitazioni. La pendenza del fronte freddo è tale che il processo ascendente è spesso intenso e può dar luogo a piogge o rovesci intensi nonché a temporali anche forti.

IL FRONTE FREDDO

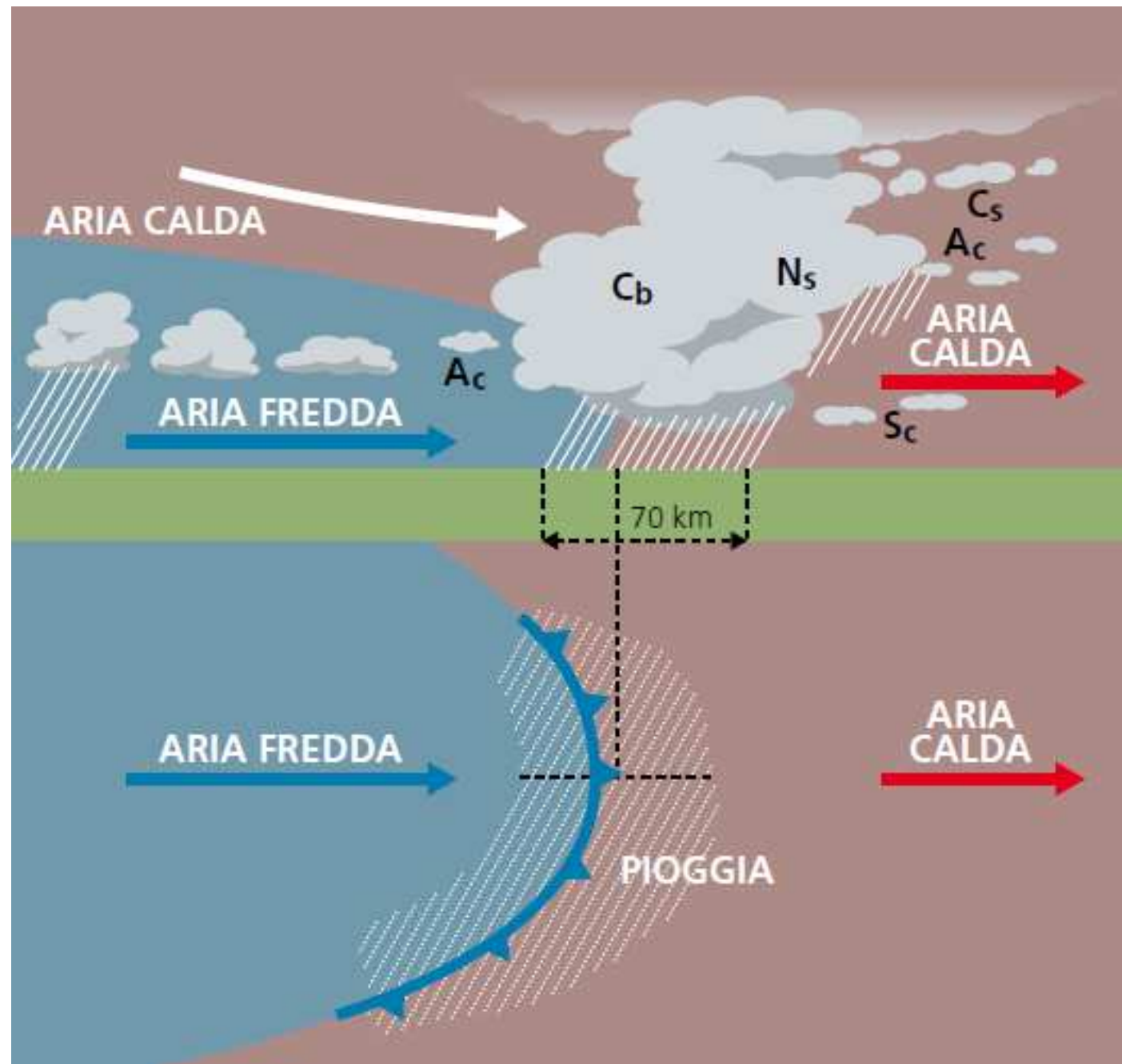


LA PENDENZA DELLA
DISCONTINUITÀ FRONTALE
È DI 60 - 80 m/km

FRONTE FREDDO INVERNALE

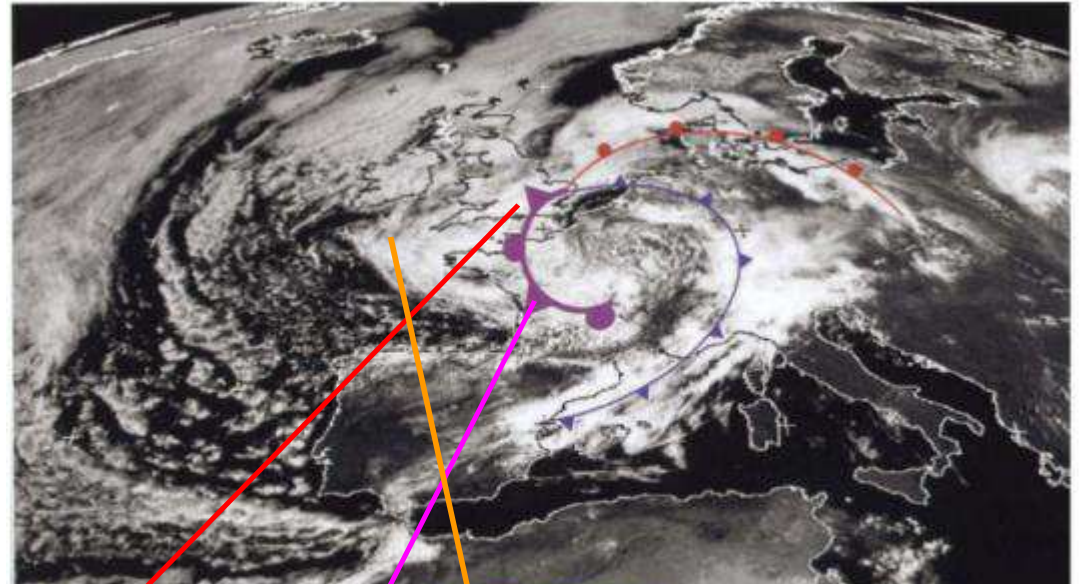


**Schema in
verticale e
proiezione
in pianta
del fronte
freddo**

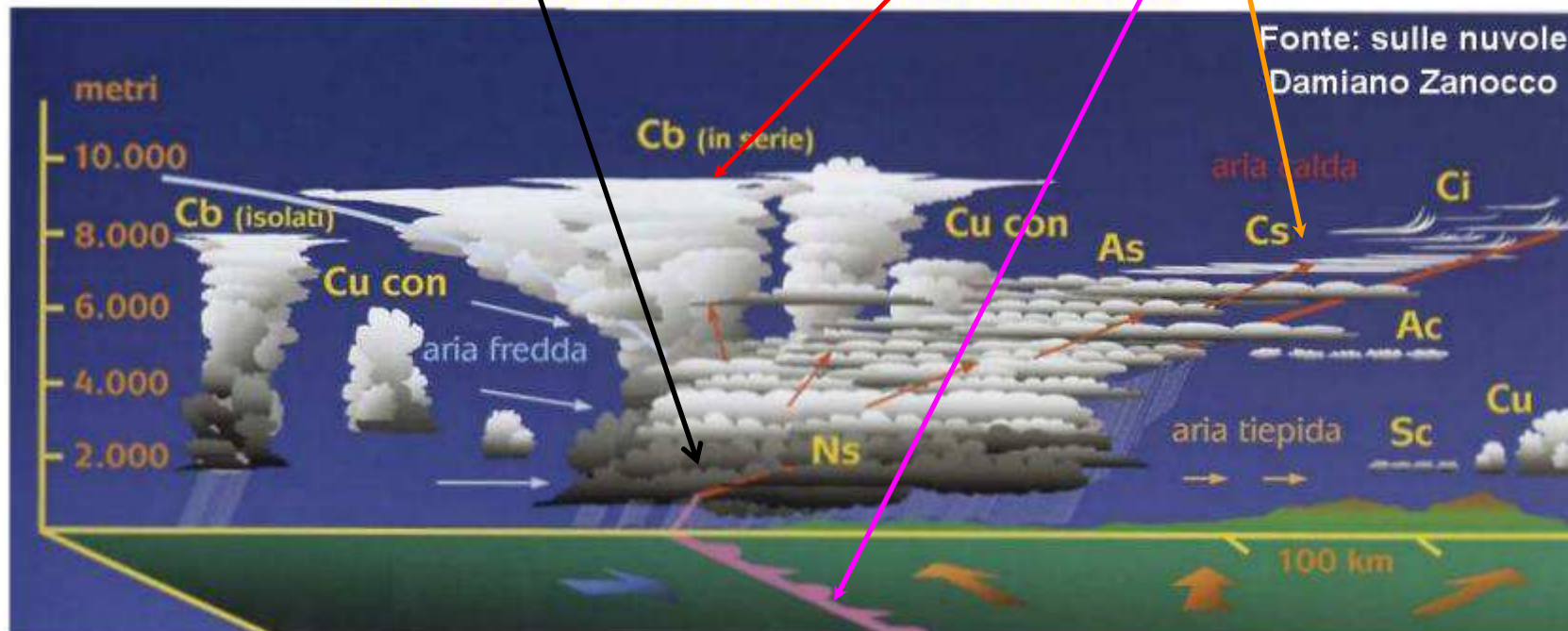


IL FRONTE OCCLUSO

SCOMPARSA DEL SETTORE CALDO AL SUOLO ED ESPULSIONE DELL'ARIA CALDA ED UMIDA VERSO L'ALTO

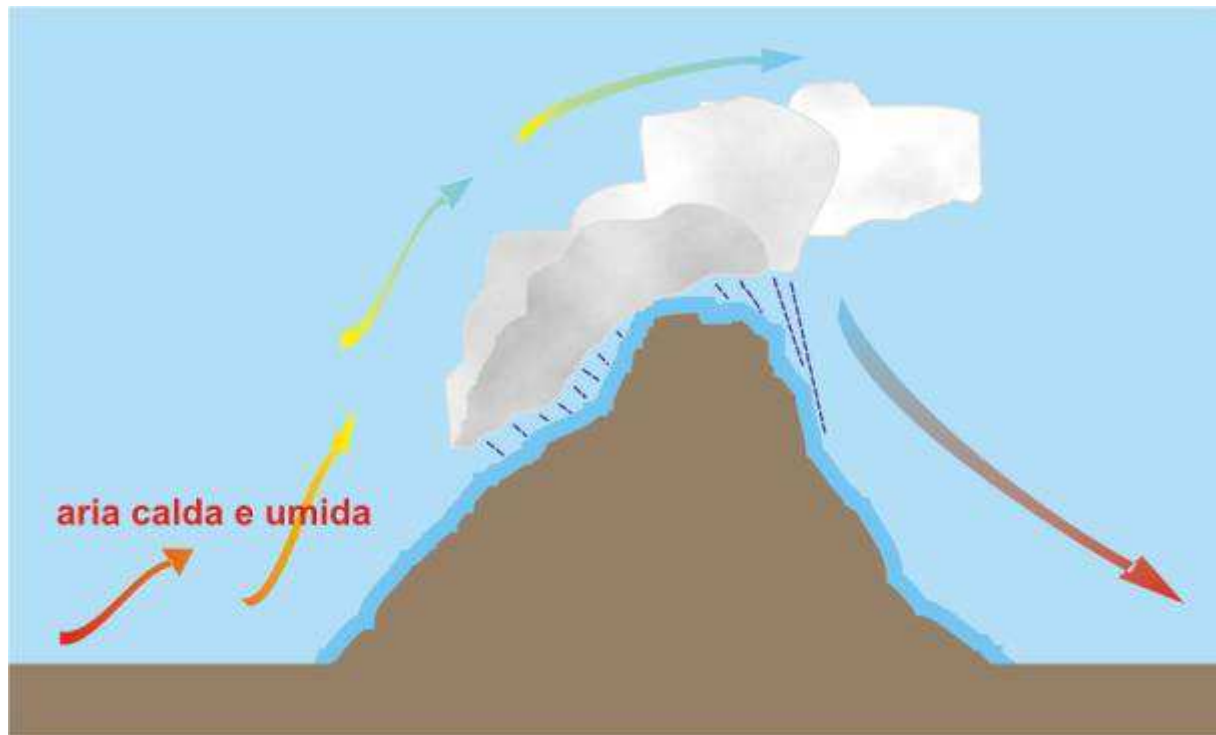


FRONTE OCCLUSO A CARATTERE FREDDO



Le diverse situazioni responsabili del sollevamento dell'aria e dalla condensazione

IL SOLLEVAMENTO OROGRAFICO

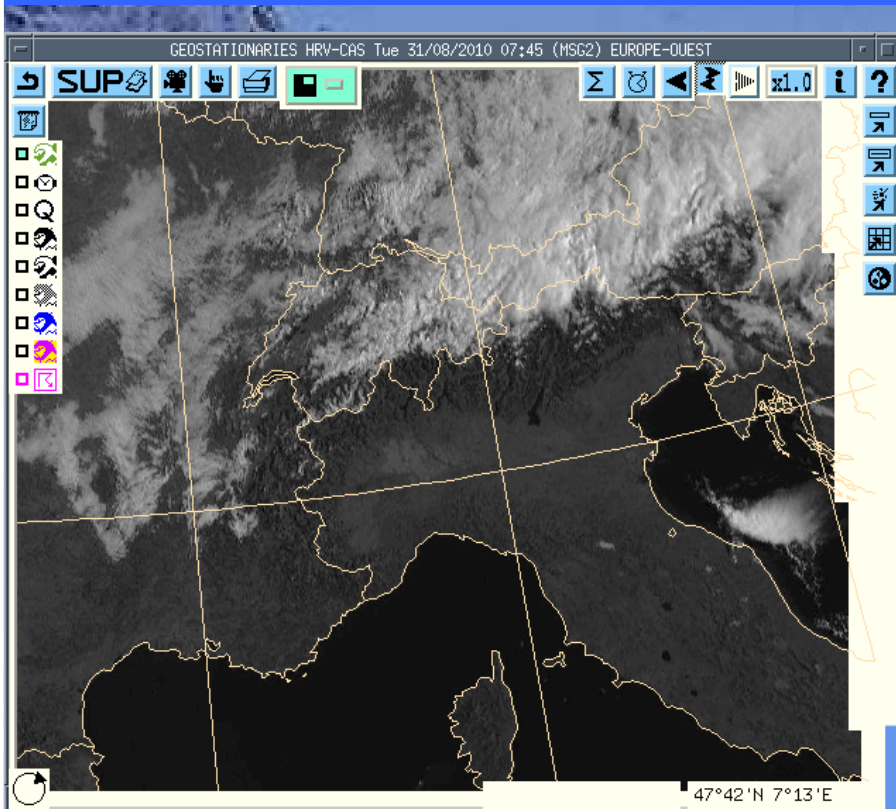


In quota le correnti di aria umida viaggiano liberamente; tuttavia sul loro percorso possono presentarsi rilievi che costringono l'aria a salire per poter valicare l'ostacolo. In caso di sollevamento forzato l'aria umida si raffredda fino a condensare e se l'ascesa forzata prosegue si possono verificarsi precipitazioni dette di **STAU**.

Stau & Föhn

LO STAU

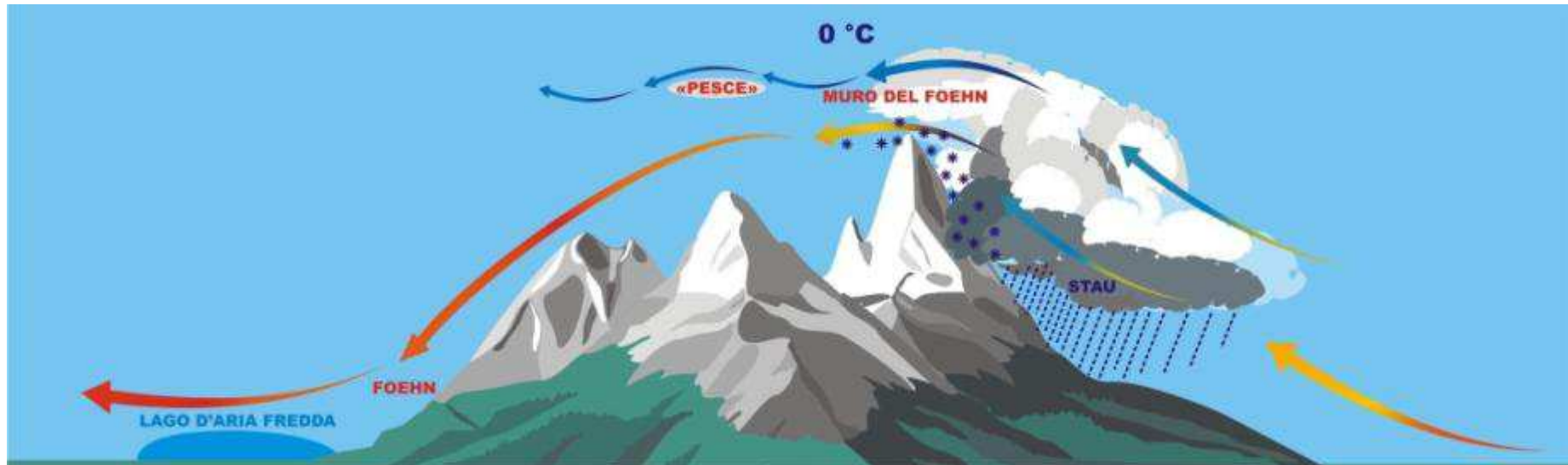
Quando una massa d'aria umida si solleva in modo forzato sul versante sopravvento di una catena montuosa si ha un effetto chiamato STAU (dal tedesco sbarramento). Il cielo è coperto e vi sono precipitazioni diffuse, anche nevose in montagna durante l'inverno.



IL FÖHN

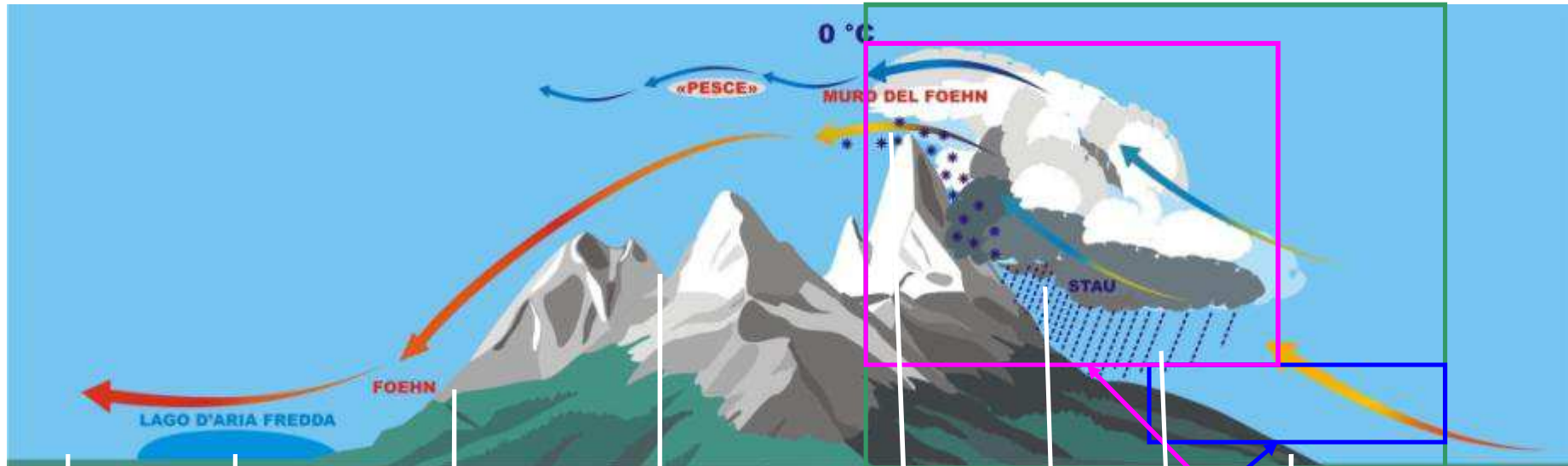
La stessa massa dopo aver valicato la montagna riscende sul versante sottovento ma senza il suo carico di umidità, in gran parte precipitato sotto forma di pioggia o neve sul versante dello STAU. Il cielo è pressoché sgombro da nuvole salvo nubi lenticolari, l'aria è secca e, nelle valli, spira un vento spesso tiepido chiamato Foehn.

Stau e Föhn



0 m	0 m	1000 m	2000 m	3000 m	2000 m	1000 m	400 m
25 °C	17 °C	15 °C	5 °C	-5 °C	0 °C	5 °C	11 °C
20%	60%	30%	50%	100%	100%	100%	75%

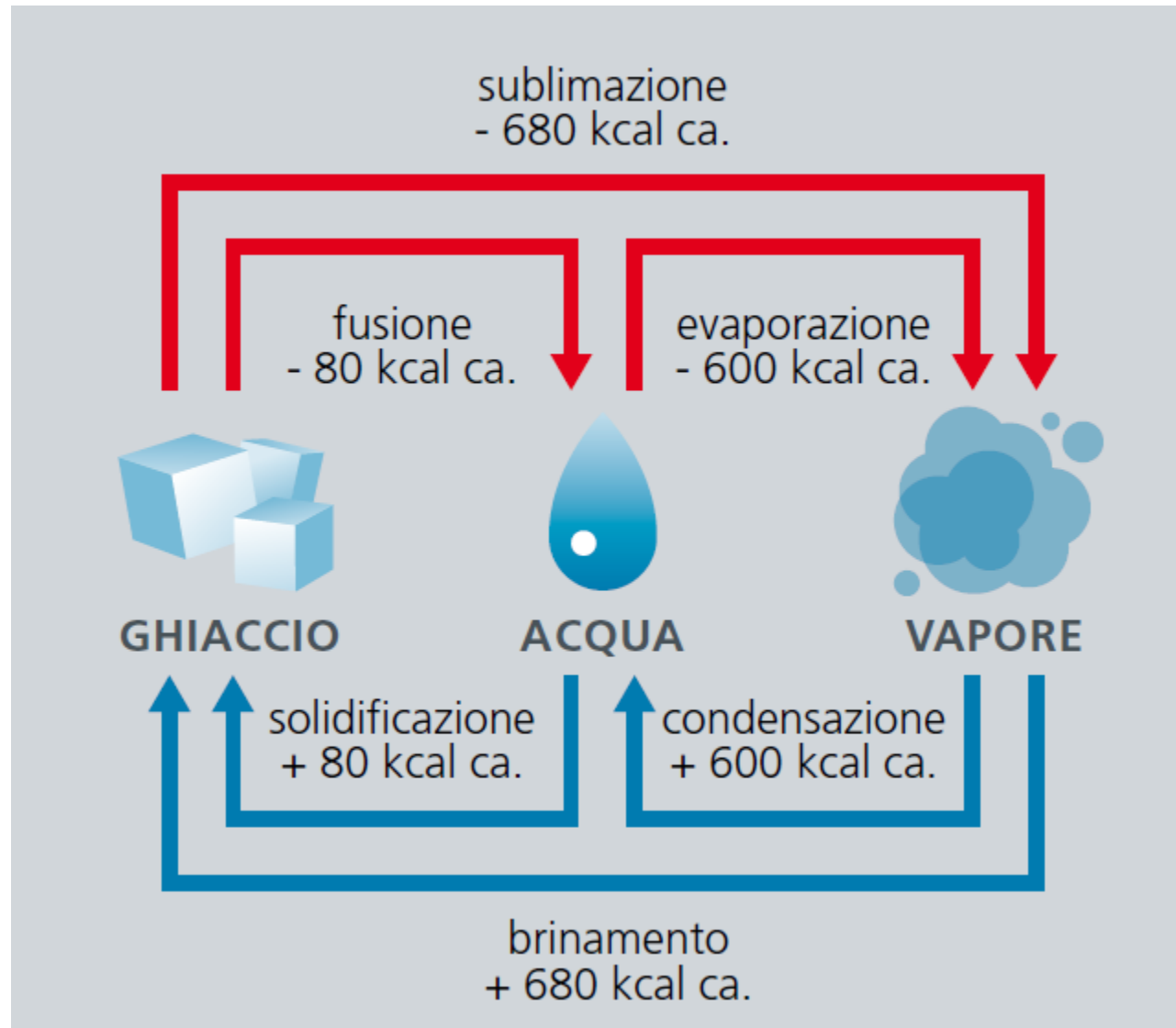
Stau



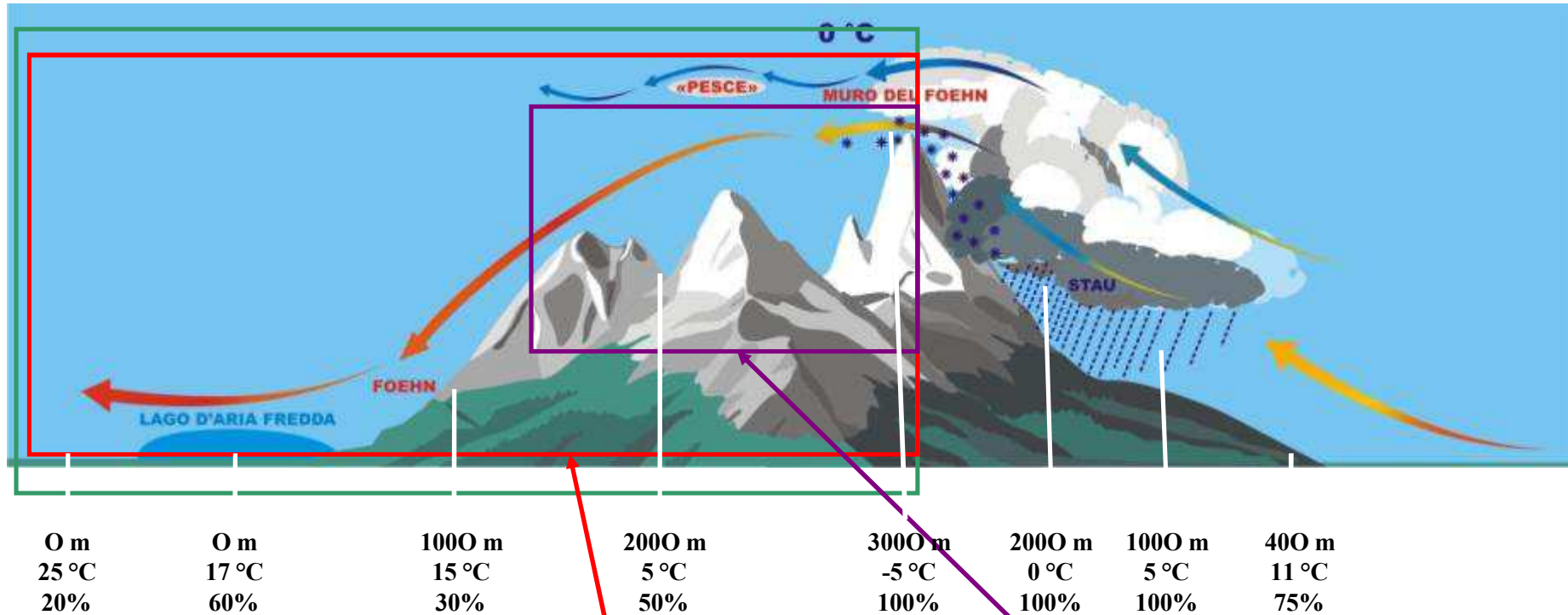
0 m	0 m	1000 m	2000 m	3000 m	2000 m	1000 m	400 m
25 °C	17 °C	15 °C	5 °C	-5 °C	0 °C	5 °C	11 °C
20%	60%	30%	50%	100%	100%	100%	75%

Durante il sollevamento la massa d'aria subisce un raffreddamento di $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ fino al raggiungimento delle condizioni di saturazione (adiabatica secca); raggiunta la condensazione (100% UR), nel proseguire del sollevamento la massa d'aria si raffredda di $0,5^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ (adiabatica satura): il processo di condensazione avviene con liberazione di calore (calore latente).

Passaggi di stato della molecola acqua



Föhn



Durante percorso di caduta (ipotizzando per semplicità che ciò avvenga su tutto il versante sottovento), la massa d'aria subisce un processo di riscaldamento principalmente per compressione e attrito; poiché, non appena terminate le precipitazioni la massa d'aria non è più satura, essa riacquisterà calore in discesa riscaldandosi nella misura di $1^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$. Dallo spartiacque fino alla quota di condensazione la massa d'aria si riscalda quindi del doppio di quanto si è raffreddata sul versante sopravvento.

Quota dello zero termico

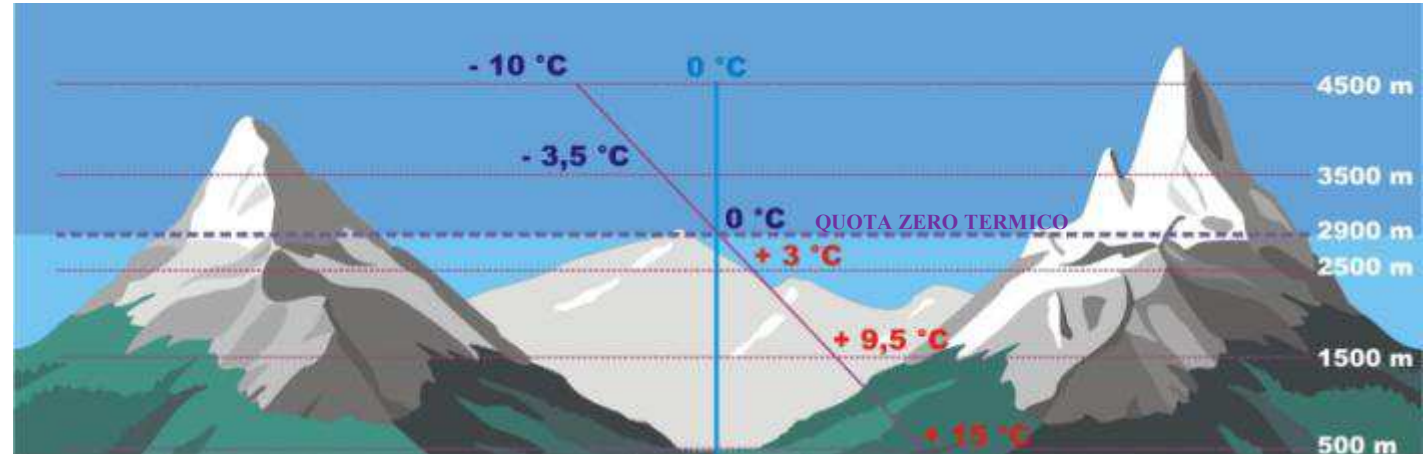
Nozione dello ZERO TERMICO e della sua quota

Lo zero termico
corrisponde alla quota
oltre la quale la
temperatura dell'aria è
sempre inferiore a 0°C.

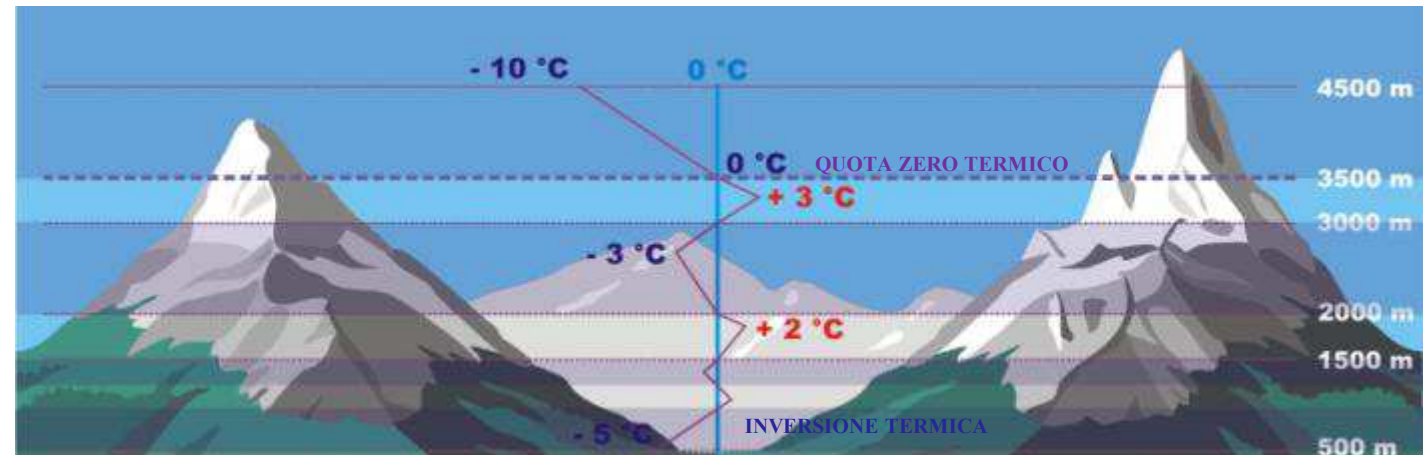
Non potendo considerare
la moltitudine di quote in
cui si avrà 0°C

(esposizione, natura del
terreno, orografia locale)
si fornisce un dato unico
corrispondente alla quota
dello zero termico nella
libera atmosfera (valore
estrapolato dai
radiosondaggi).

GRADIENTE TERMICO STANDARD 0,65 °C/100 M

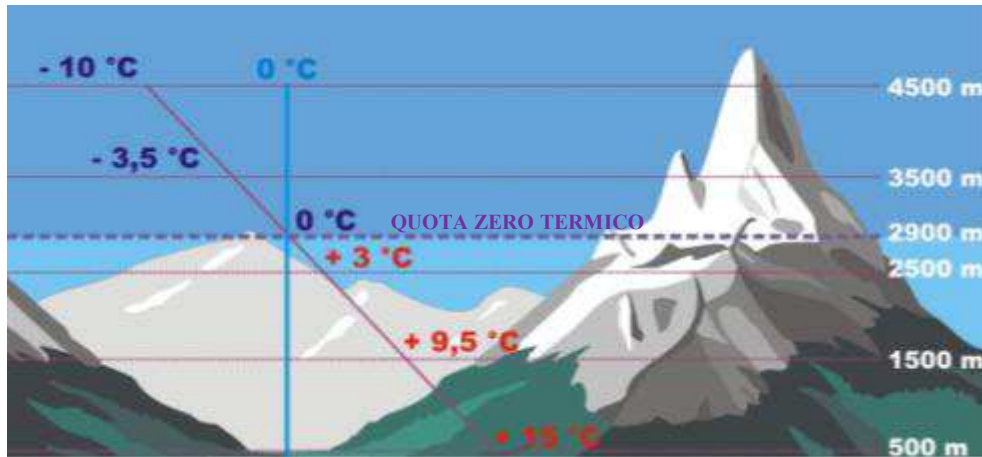


ATMOSFERA DI SITUAZIONE STABILE INVERNALE

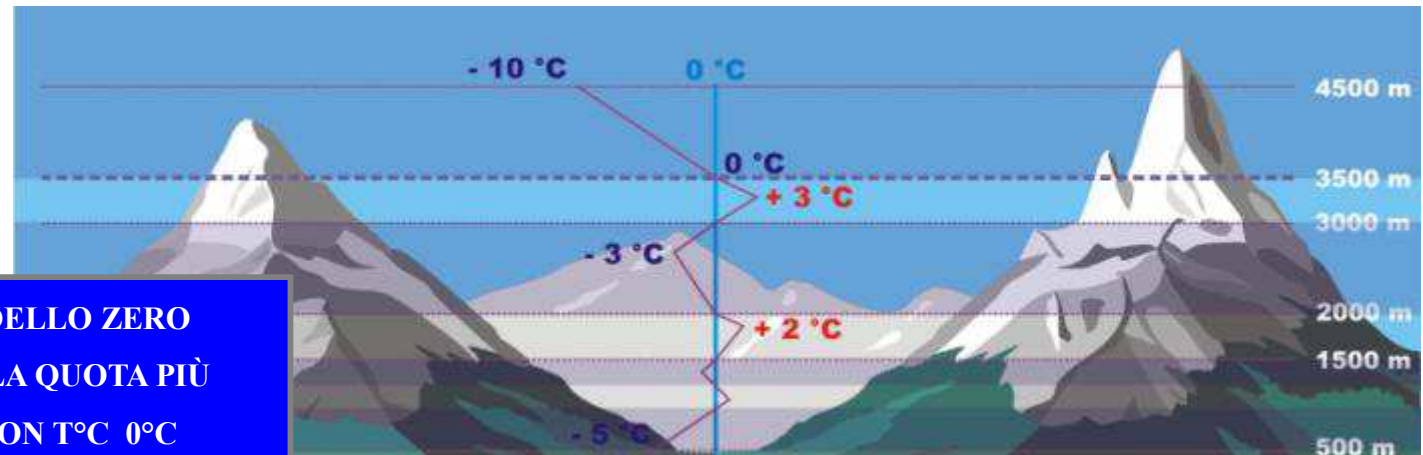


Chiarimenti sulle nozioni dello Z.T.

PER ZERO TERMICO S'INTENDE LA QUOTA ALLA QUALE LA TEMPERATURA DELL'ARIA NELLA LIBERA ATMOSFERA È PARI A 0°C



QUALI SONO O QUALE È LA QUOTA DELLO ZERO TERMICO?



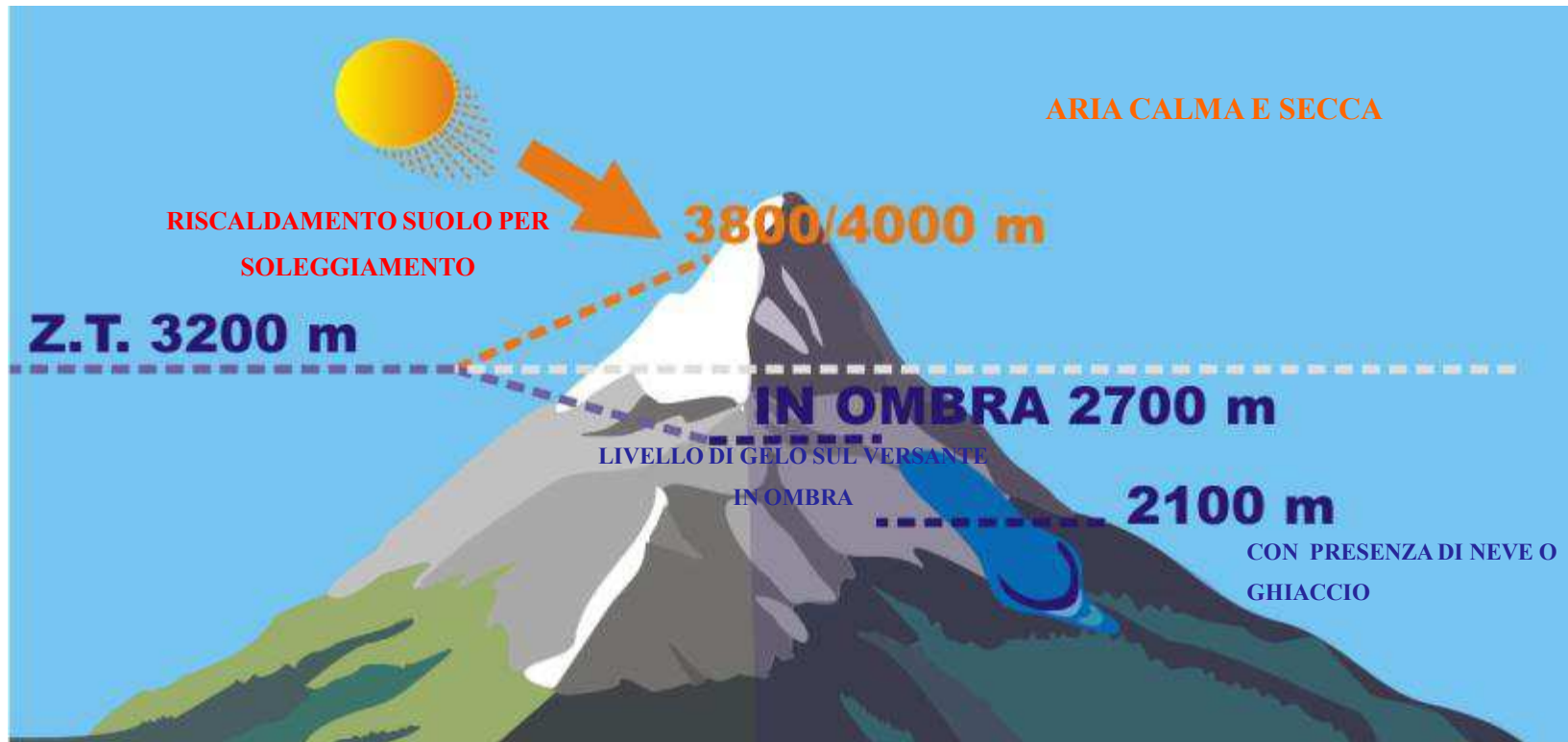
LA QUOTA DELLO ZERO TERMICO È LA QUOTA PIÙ ELEVATA CON T°C 0°C SENZA CONSIDERARE I LIVELLI D'INVERSIONE

Quota dello zero termico previsto e realtà locale

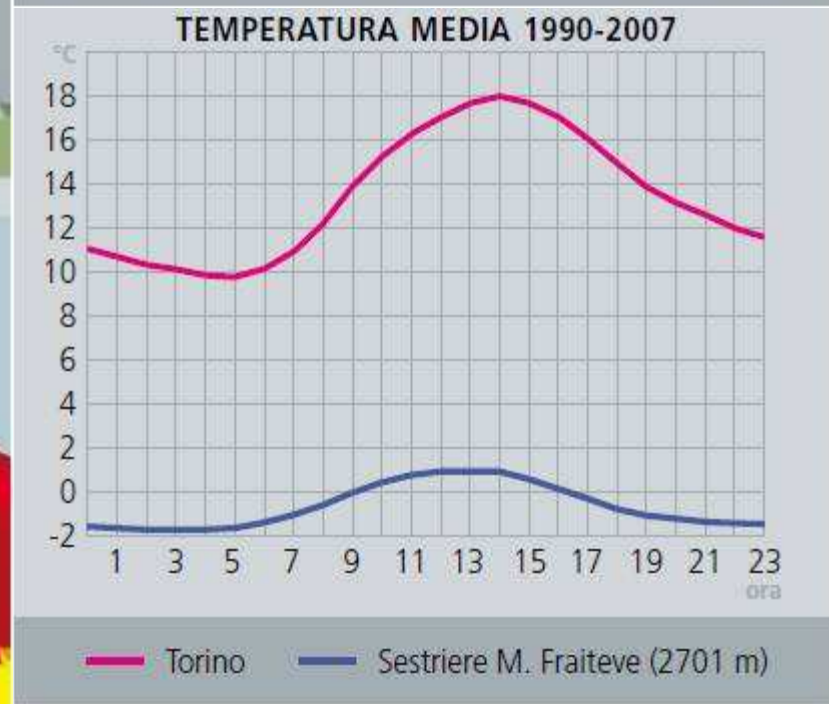
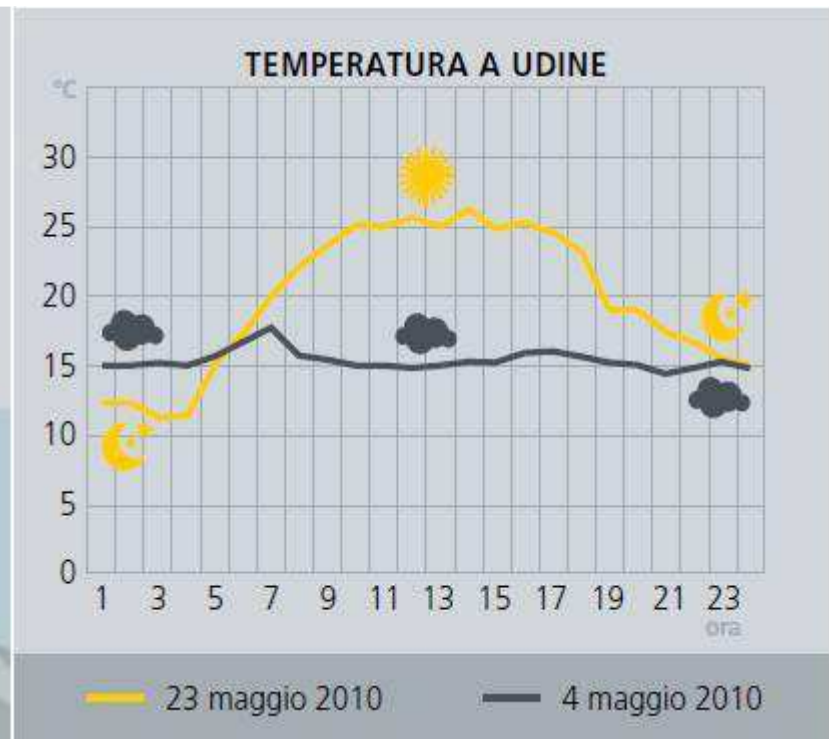
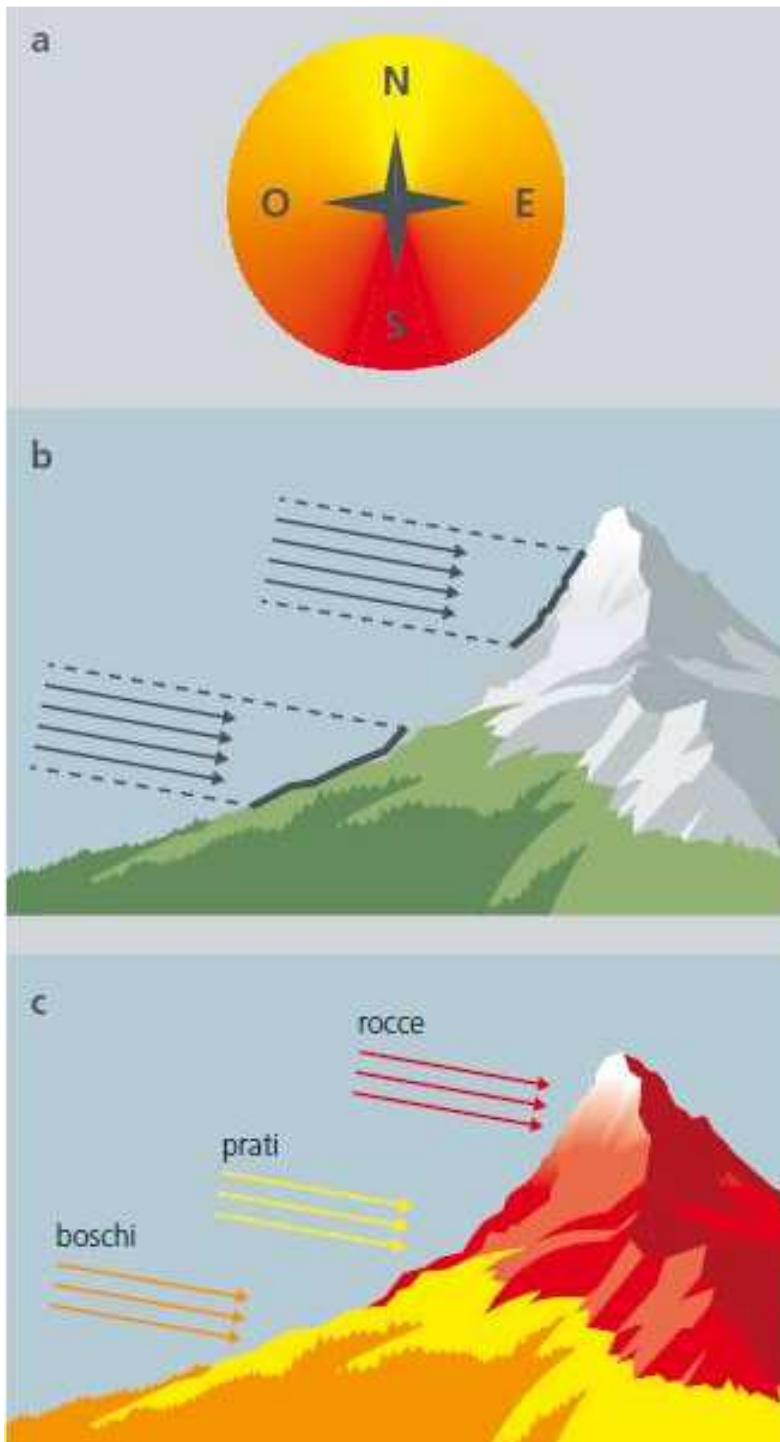


In caso di rimescolamento aerologico e di alto tasso di umidità, la quota dello zero termico tende ad essere assai lineare su tutti i versanti e su tutti i tipi di terreno

Quota dello zero termico previsto e realtà locale

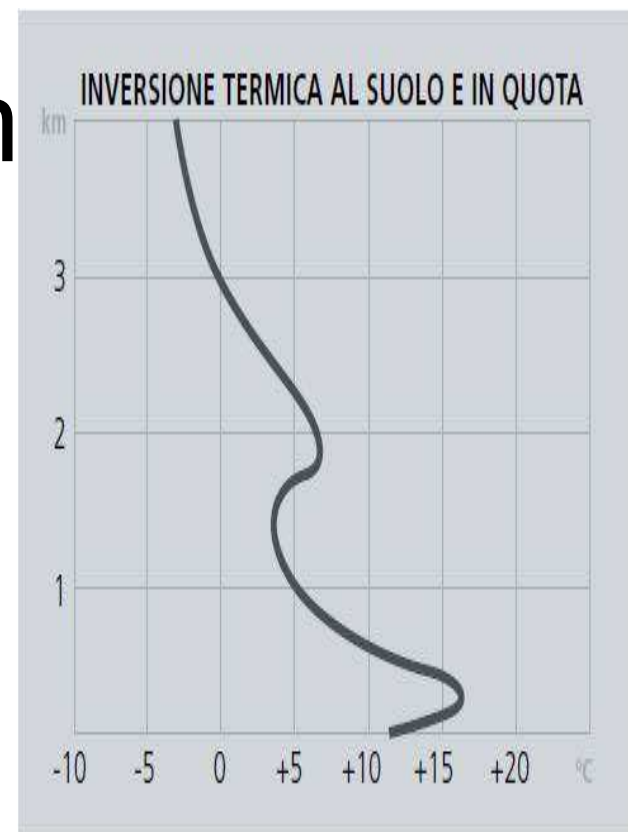


In caso di bel tempo e di aria secca, senza forte ventilazione, vi sono forti divari fra la quota dello zero termico osservata nella libera atmosfera e lo zero termico osservato al suolo in funzione dei versanti considerati e della natura del terreno



L'INVERSIONE TERMICA COS'È, QUALI TIPI CI SONO

Normalmente all'aumentare della quota la temperatura dell'aria diminuisce di circa $0,6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ogni 100 m di innalzamento. Tuttavia, soprattutto nella stagione fredda, l'andamento verticale della temperatura può risultare diverso. Molte volte, infatti, ci sono strati di atmosfera in cui la temperatura, invece che diminuire, aumenta con l'aumentare della quota; questa condizione si chiama inversione termica (sotto freddo e sopra caldo, mentre normalmente è viceversa). Uno strato di inversione termica può avere la base a contatto con il terreno, oppure più in alto: nel primo caso si parla di inversione al suolo, nel secondo di inversione in quota; esse hanno origini diverse.



L'inversione termica

Fenomeno legato a situazioni atmosferiche stabili (anticicloniche), viene spesso amplificato dalle caratteristiche topografiche locali.

Lo strato d'aria vicino al suolo si raffredda di notte (serena) per irraggiamento.

Quando la stabilità atmosferica con scarsa ventilazione perdura per almeno qualche giorno lo strato d'aria fredda s'ispessisce e l'intensità dell'inversione tende ad accentuarsi.

Spesso al di sotto si forma la nebbia.



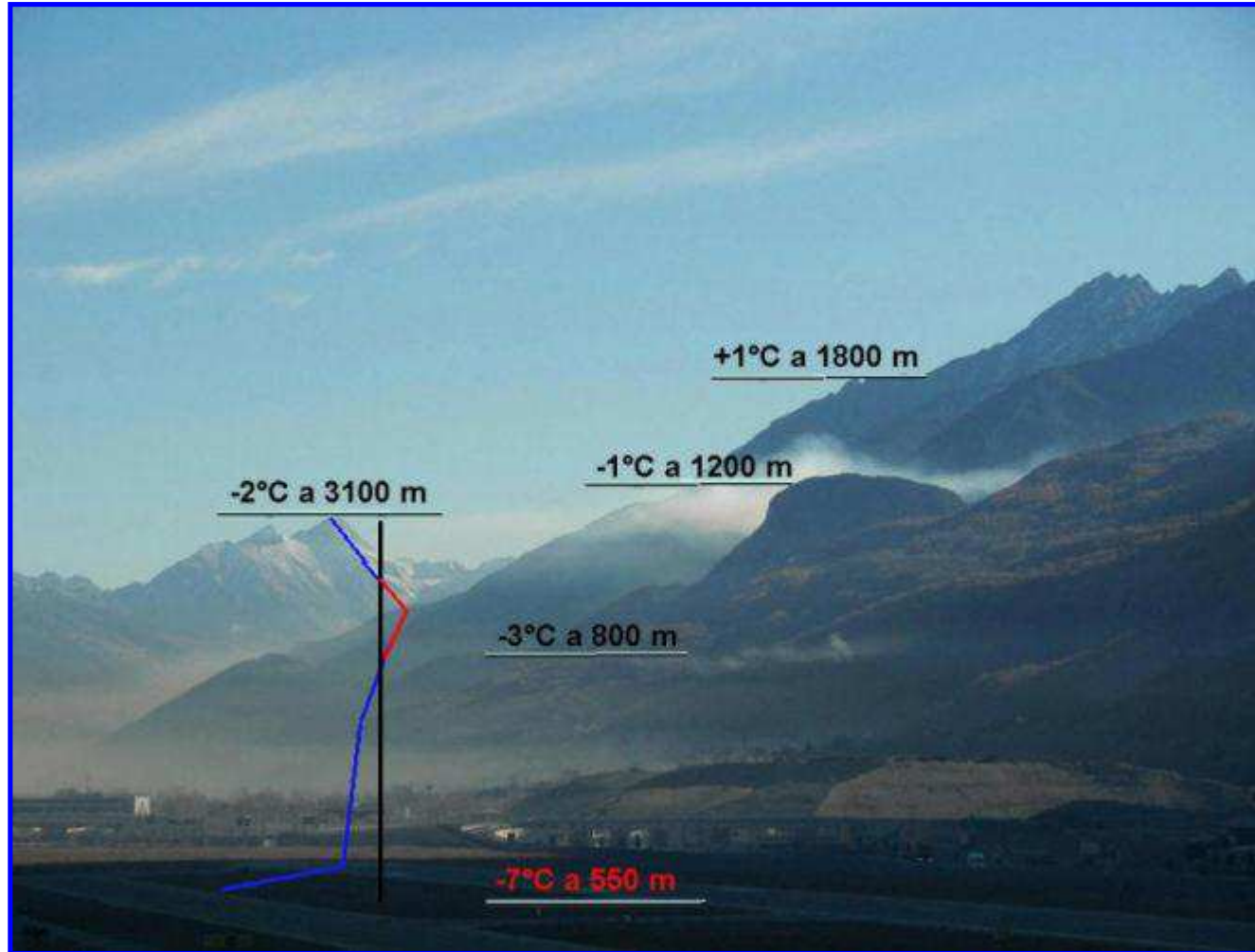
L'inversione termica

SCORRIMENTO DI ARIA FREDDA (DENSA) VERSO I FONDOVALLE

ACCUMULO DI ARIA FREDDA NELLE ZONE PIÙ BASSE MENTRE ARIA PIÙ MITE SCORRE SOPRA



Inversione termica al suolo



La temperatura è di -2°C a 3000 m ed aumenta fino a 1800 m, dove raggiunge 1°C, poi scende nuovamente fino a -3°C ad 800 m. Infine la diminuzione si accentua negli strati più bassi con -7°C a fondovalle, si rende anche visibile sottoforma di foschia.

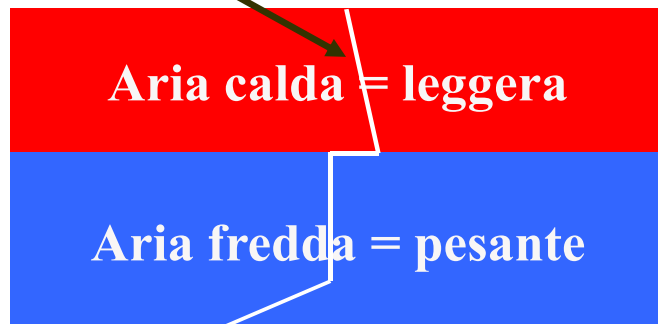
Inversione termica nei bassi strati



Inversione termica invernale
con nubi basse negli
strati più bassi

Inversione termica notturna
estiva con foschia ben visibile
negli strati più bassi

Profilo termico





Mauro.valt@gmail.com

Meteorologia alpina di mauro valt



**Limite della precipitazione
nevosa**

Limite delle neviccate

Quota al di sopra della quale più del 90% della precipitazione cade sotto forma di neve (Kappenberger/Kerkmann)

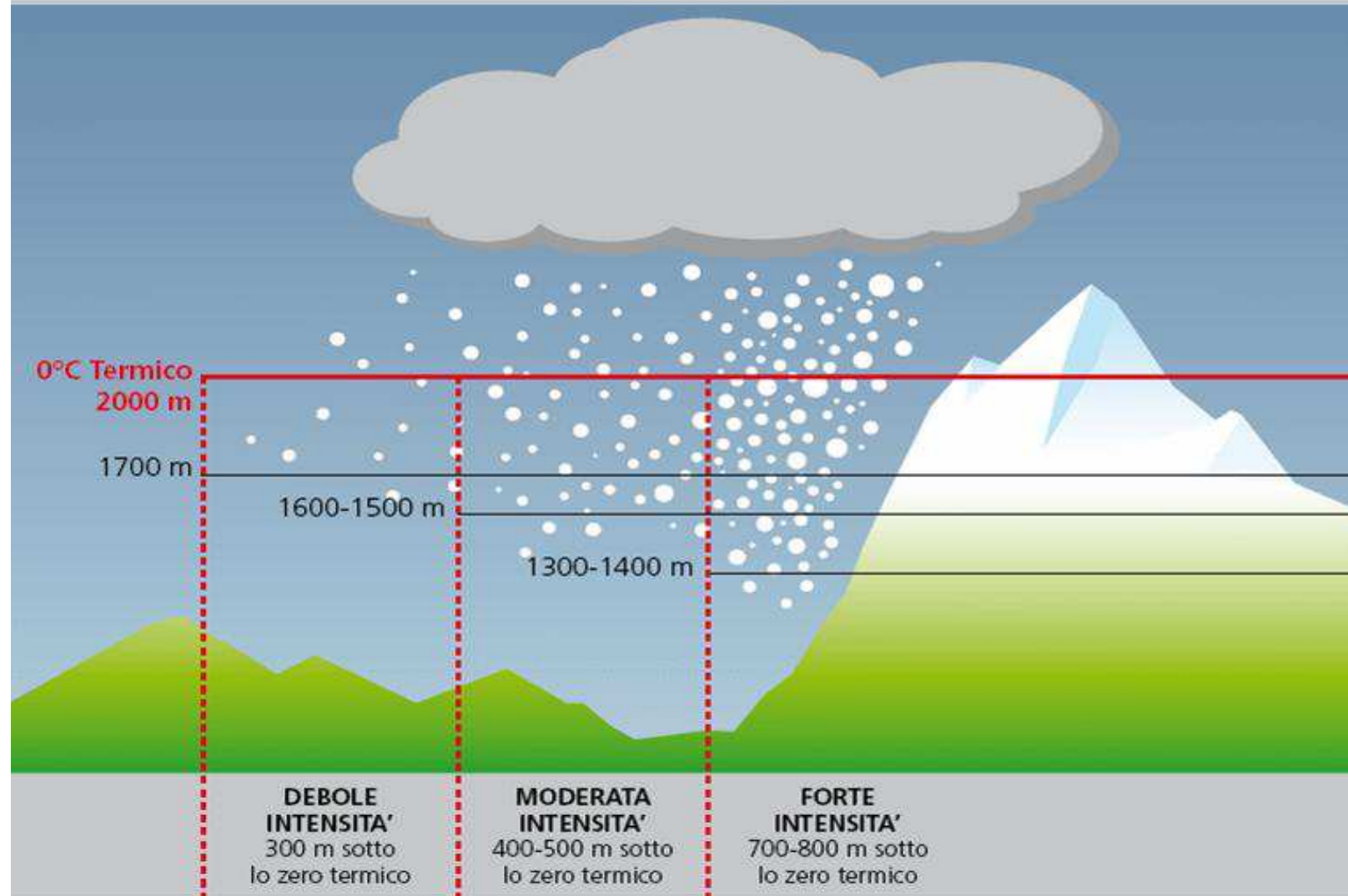
Tale quota non corrisponde necessariamente al limite di accumulo di neve al suolo

Il limite delle neviccate dipende da numerosi fattori:

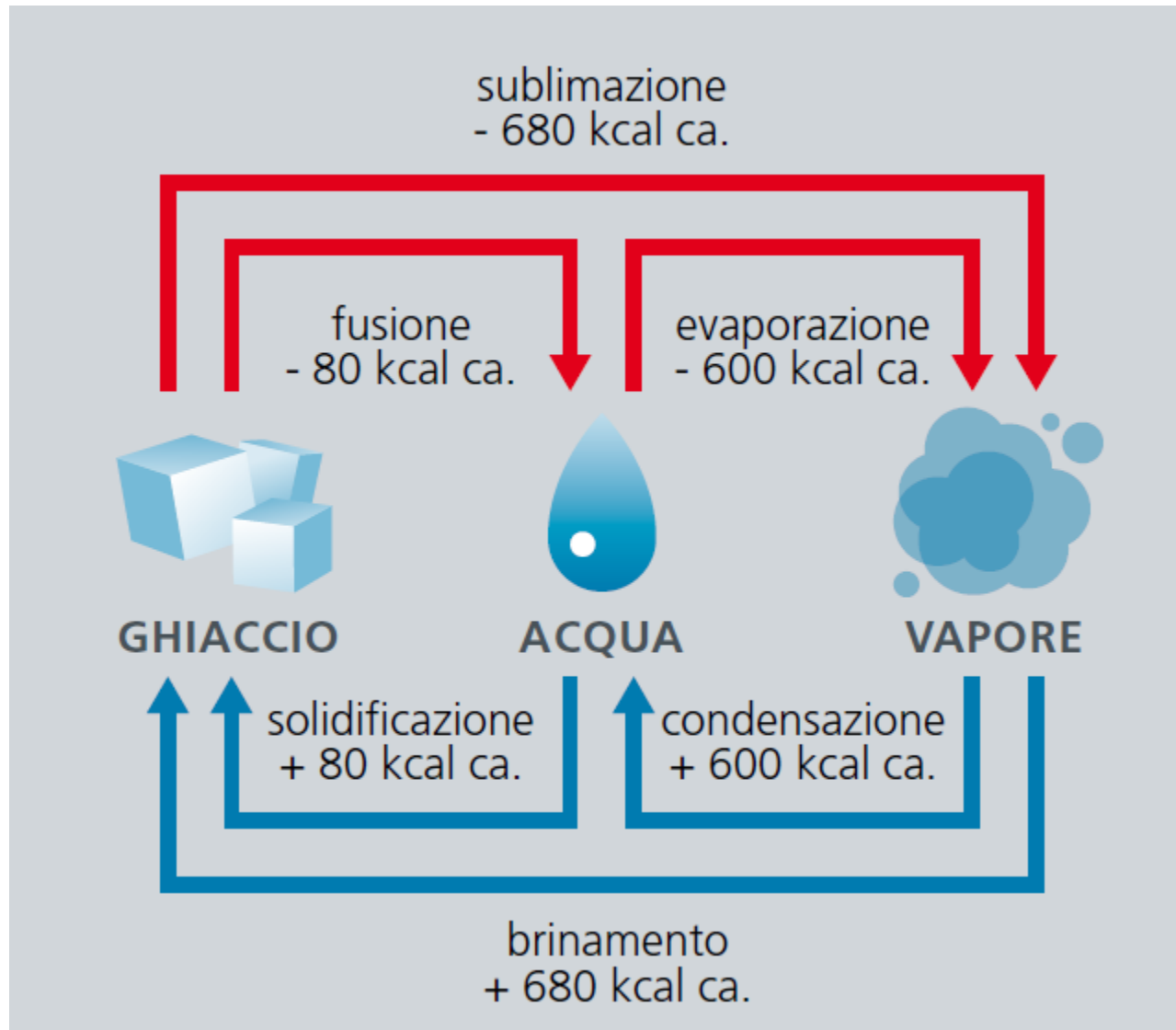
- la quota dello zero termico;
- l'intensità e la durata della precipitazione nevosa;
- la presenza di uno strato d'inversione termica o di isoterma;
- le configurazioni topografiche locali;
- la posizione geografica (zone interne della catena alpina e zone vicine alla pianura).

LIMITE DELLA NEVICATA IN RAPPORTO ALLA QUOTA DELLO ZERO TERMICO E ALL'INTENSITA'

il limite della neve non corrisponde alla quota dello zero termico,
ma scende al di sotto di essa in relazione all'intensità della precipitazione nevosa

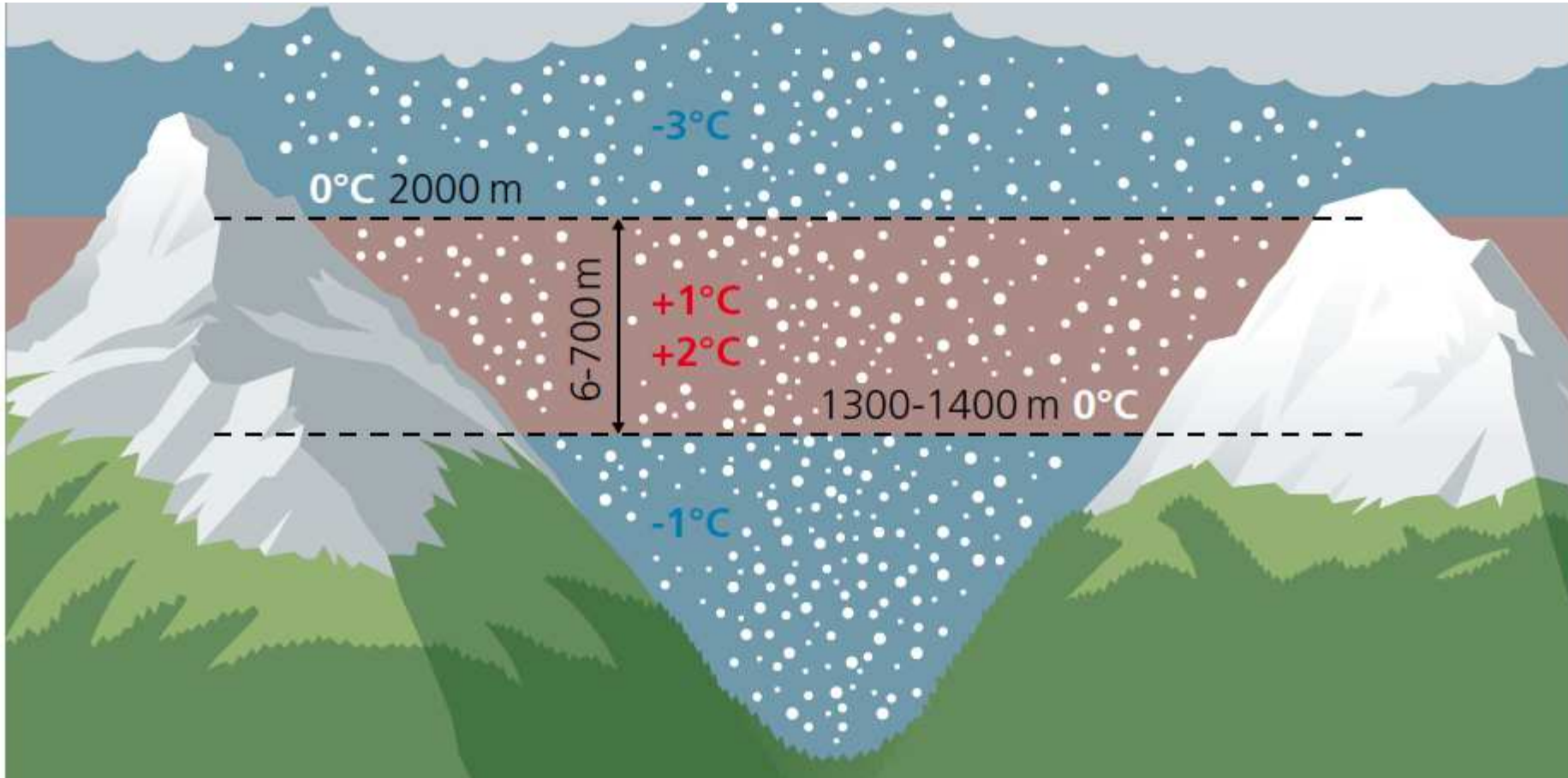


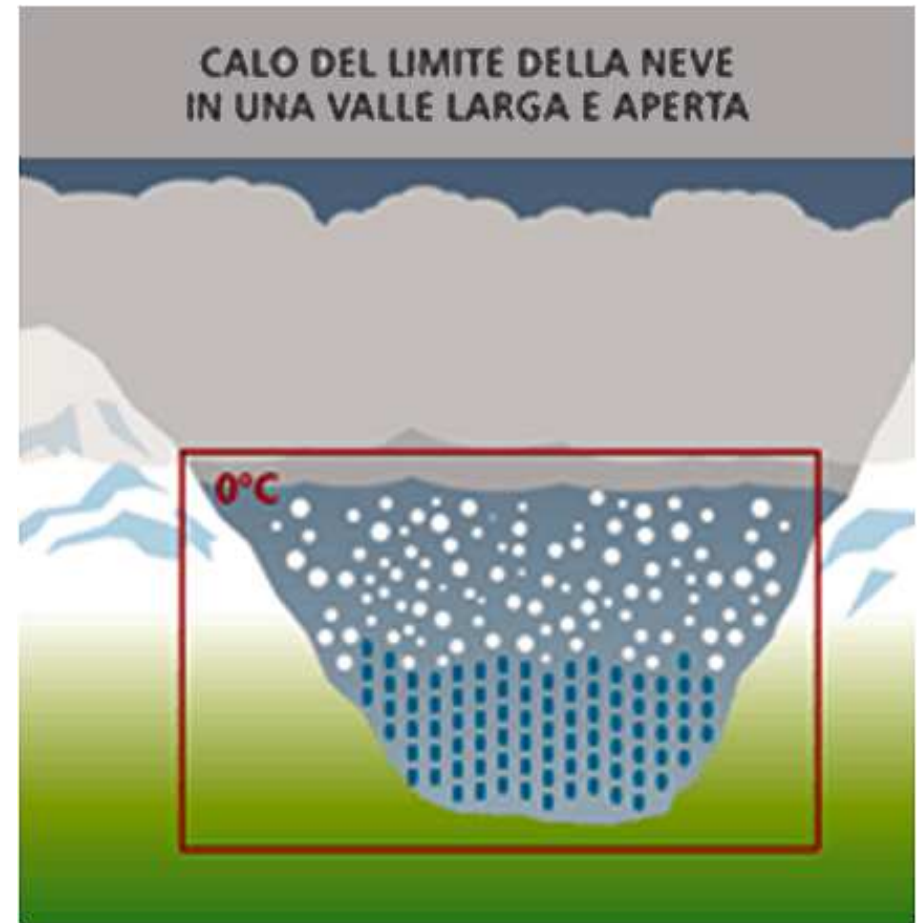
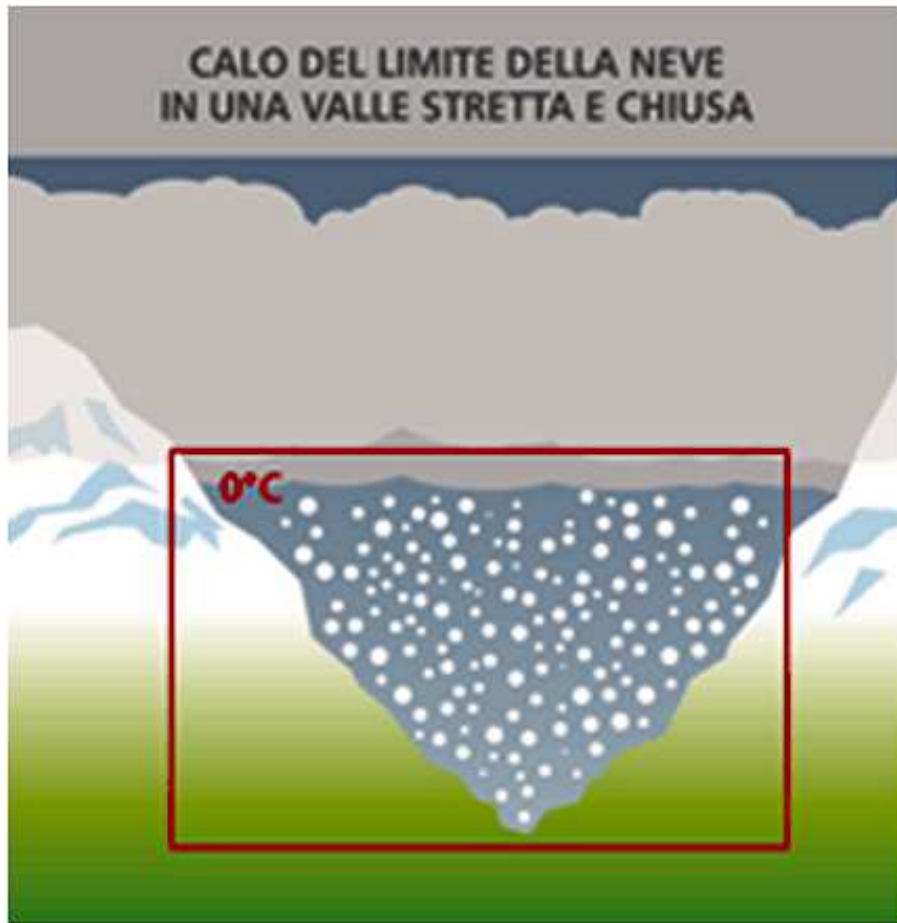
Passaggi di stato della molecola acqua



Dipendenza del limite della nevicata

Inversione termica

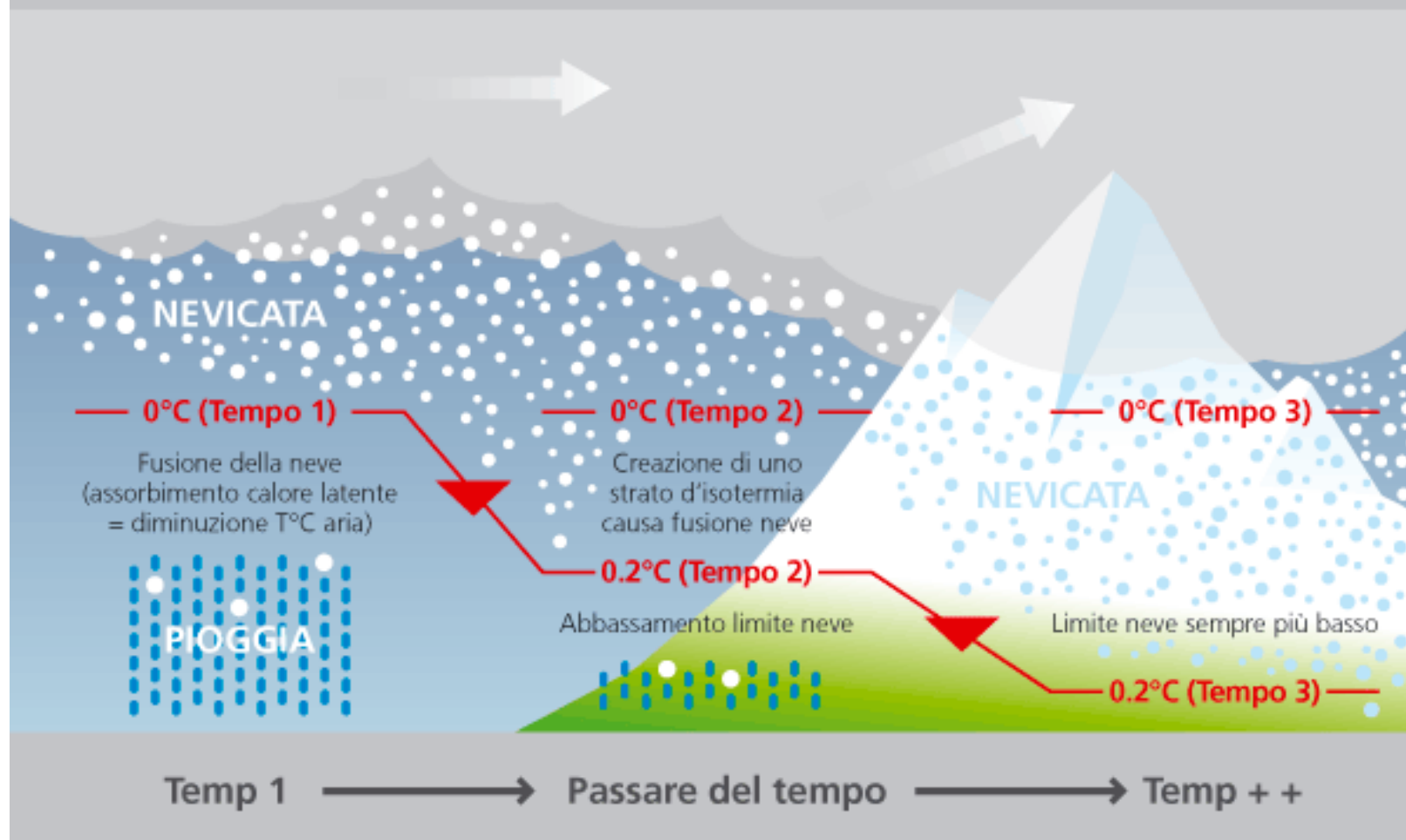




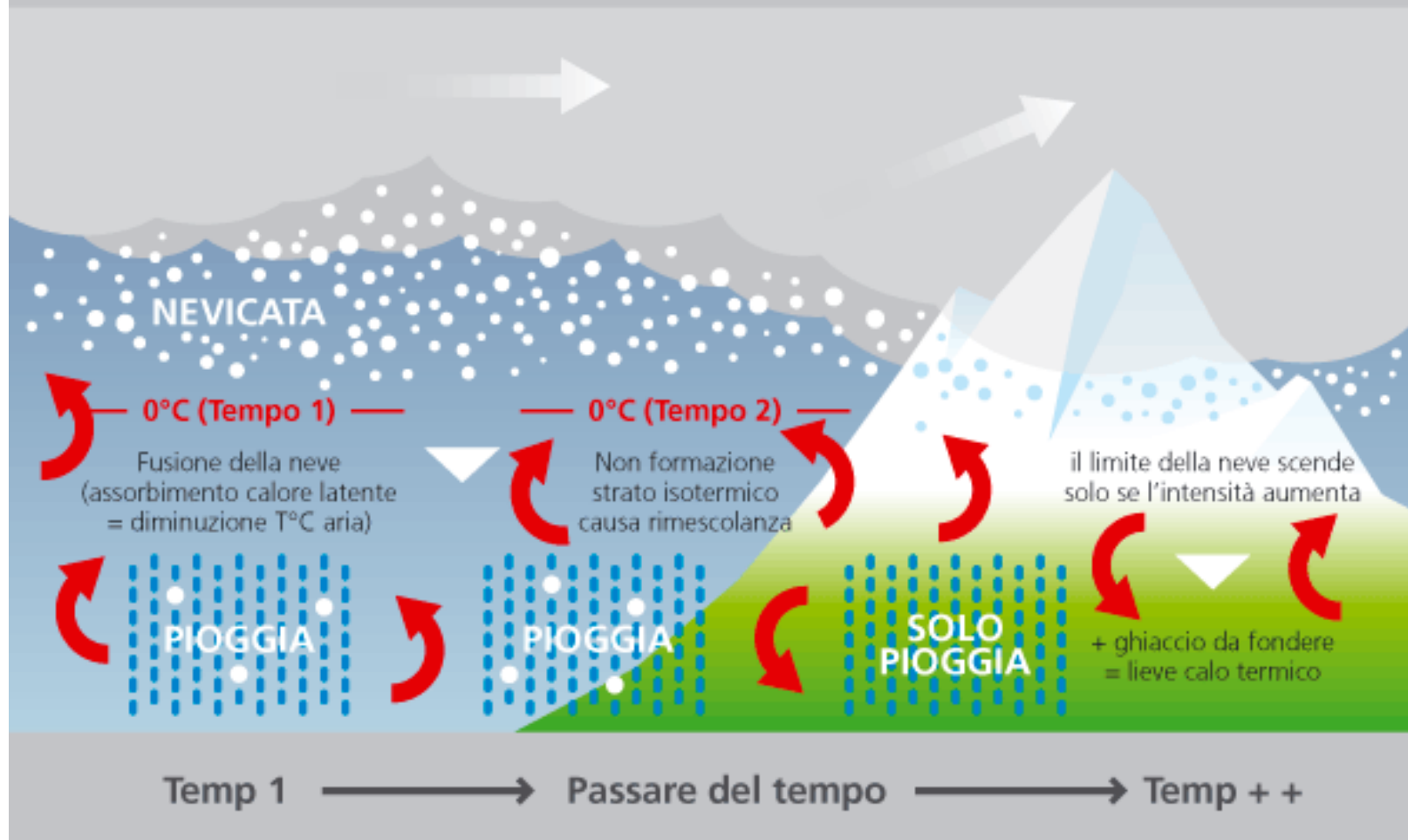
Nelle valli strette e chiuse il limite della neve tende a scendere di più che non nelle valli larghe, soprattutto in caso di non rimescolanza (venti deboli o assenti).

Il volume di atmosfera che consuma calore durante la fusione della neve, e quindi che si raffredda, è minore nelle valli più strette; la neve raffredda l'atmosfera fino a quote più basse

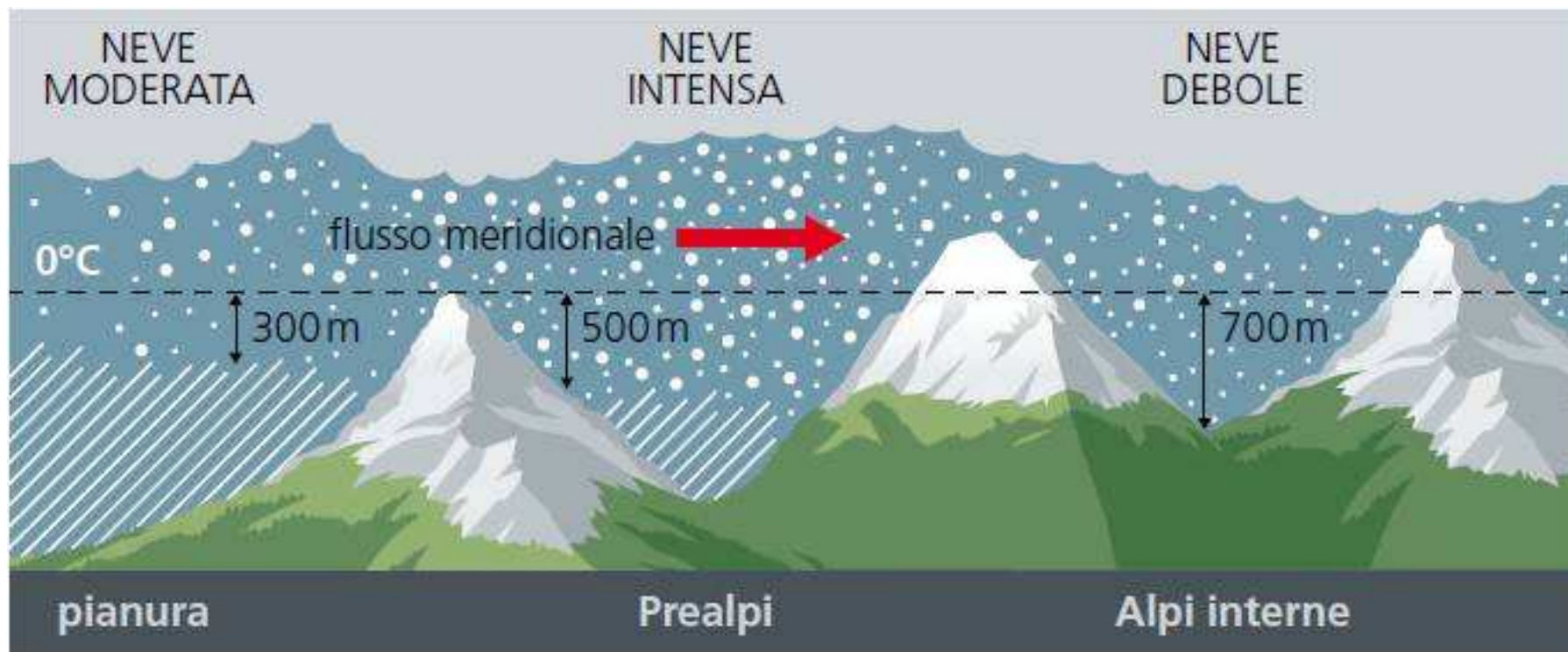
RAFFREDDAMENTO DA FUSIONE ASSENTE/SCARSA RIMESCOLANZA DELL'ARIA



RAFFREDDAMENTO DA FUSIONE RIMESCOLANZA DELL'ARIA

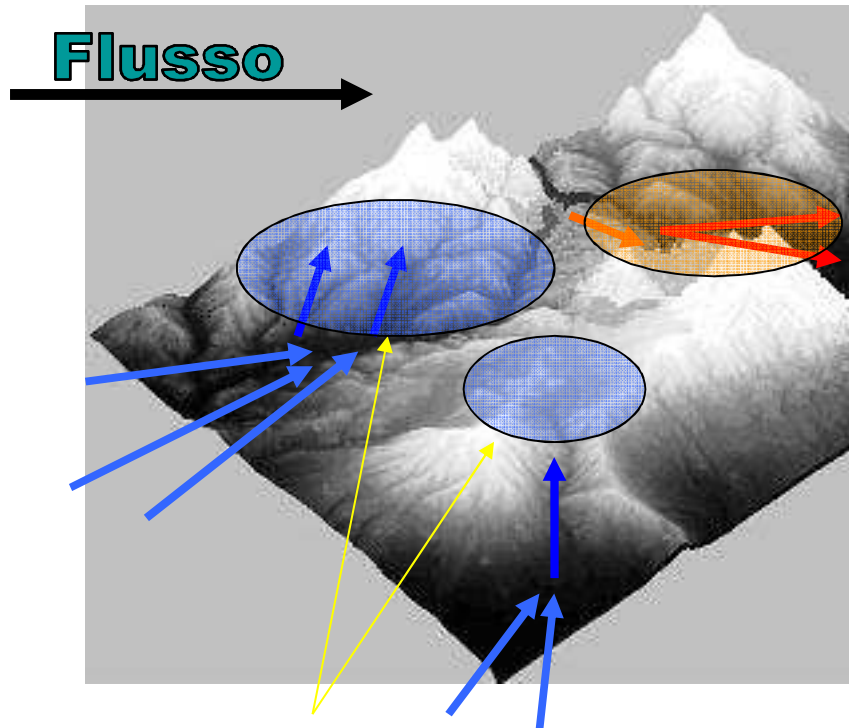


Dipendenza del limite della nevicata Posizione geografica



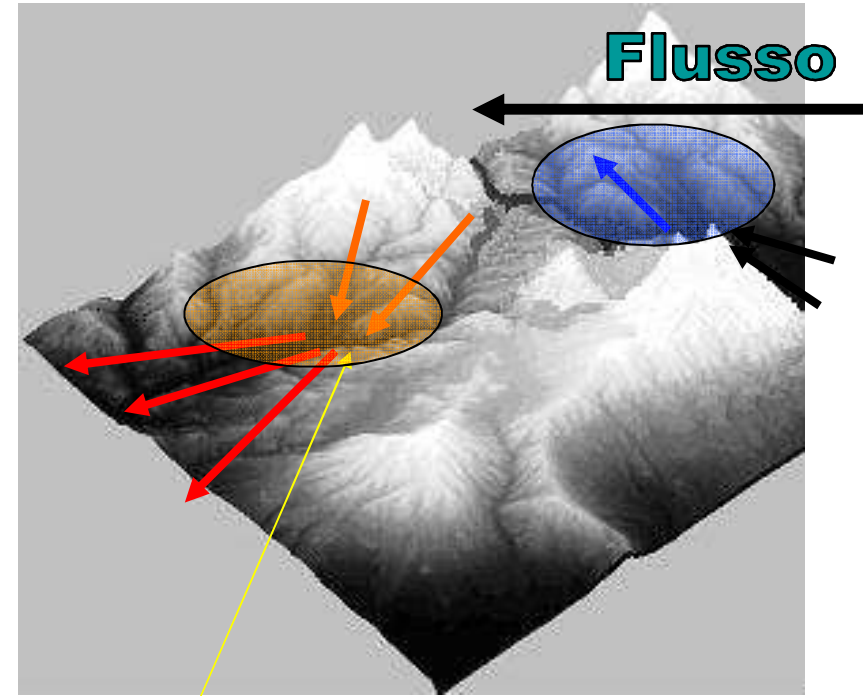
Micro-circolazione – limite neve

Convergenza e ascendenza



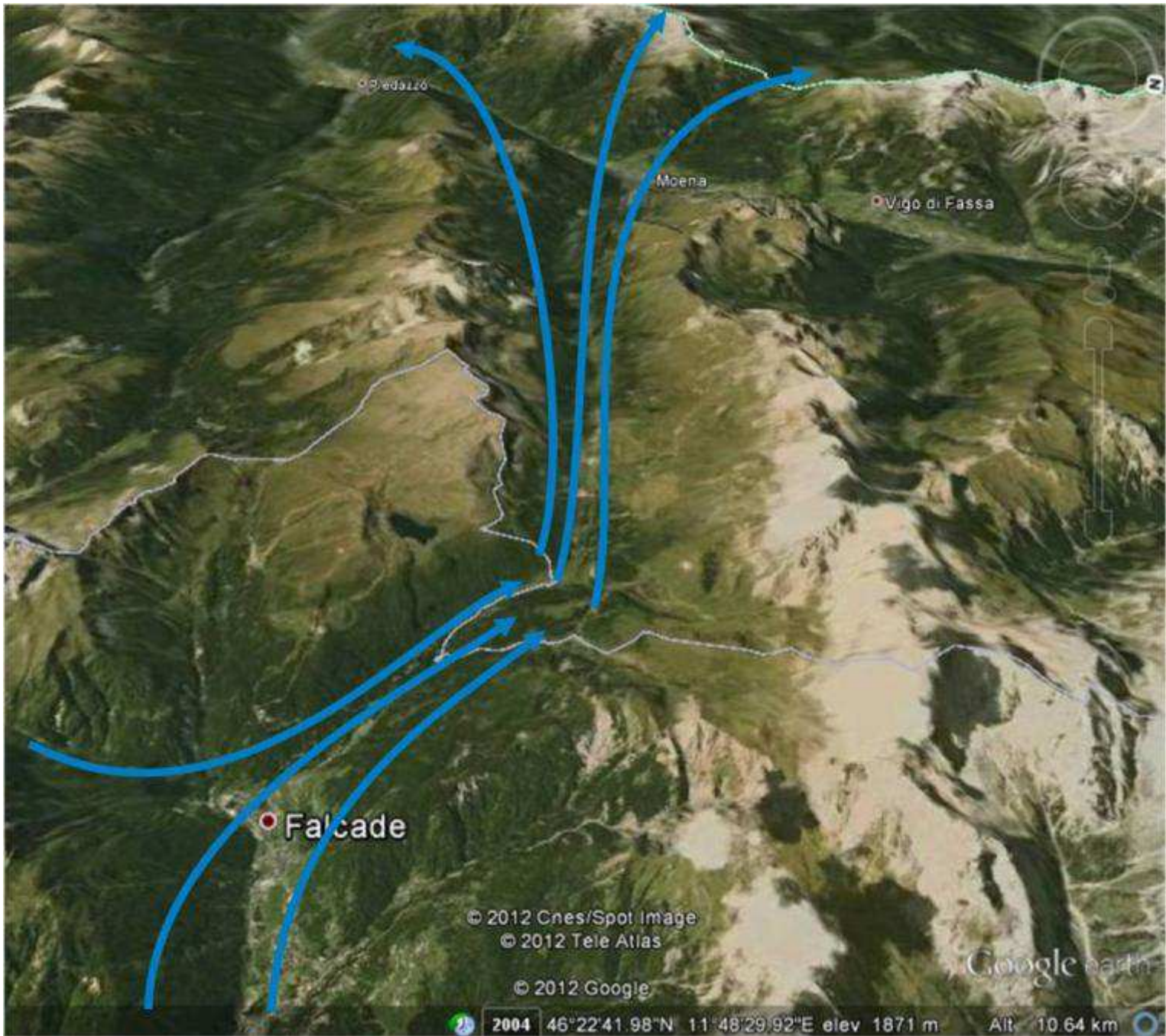
Settori con precipitazioni di maggiore intensità ed incremento degli apporti, fino a 15/30% in più rispetto alla media

Subsidenza e divergenza



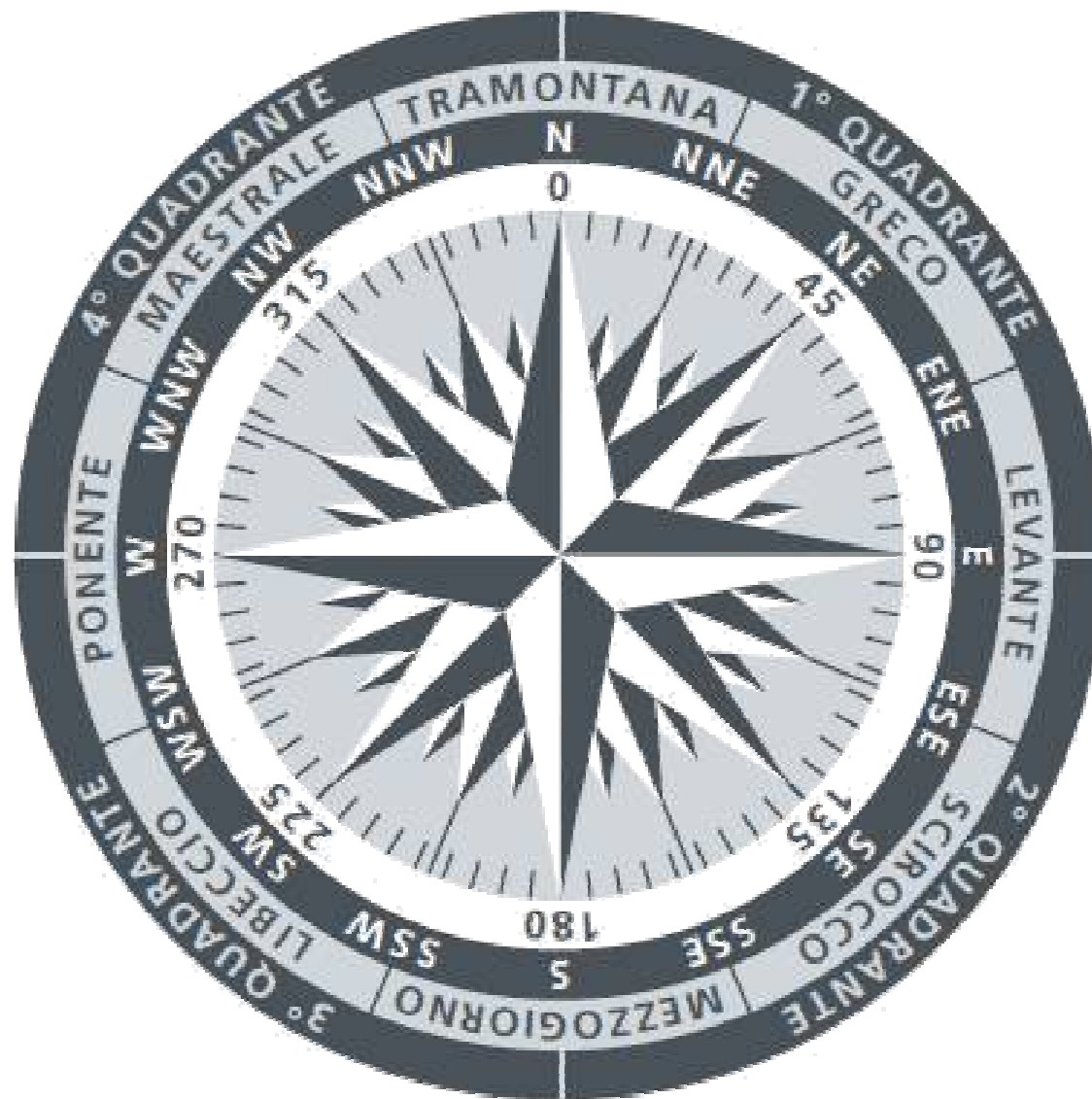
Settori con precipitazioni di minore intensità e deficit degli apporti, fino a 15/20% in meno rispetto alla media

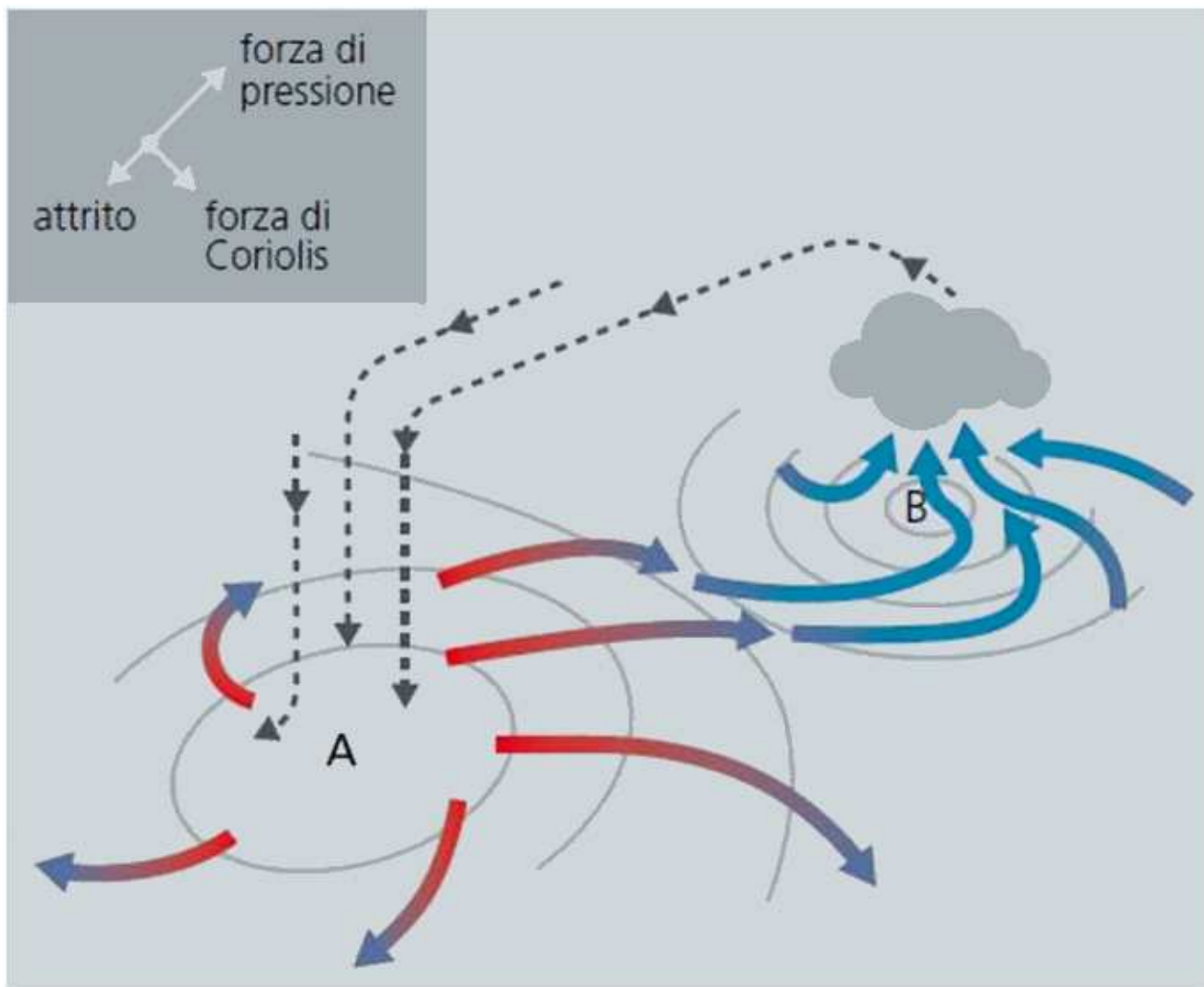
L'importanza dell'esposizione con maggiori precipitazioni nei settori sopravvento, soprattutto se oltre all'esposizione favorevole si hanno fattori come la convergenza e il sollevamento forzato, che consentono l'incremento delle precipitazioni. Al contrario, in caso di divergenza e di flussi catabatici, si osserva una diminuzione dell'intensità ed un deficit degli apporti su ogni singolo episodio con precipitazioni.



Vento

IL VENTO



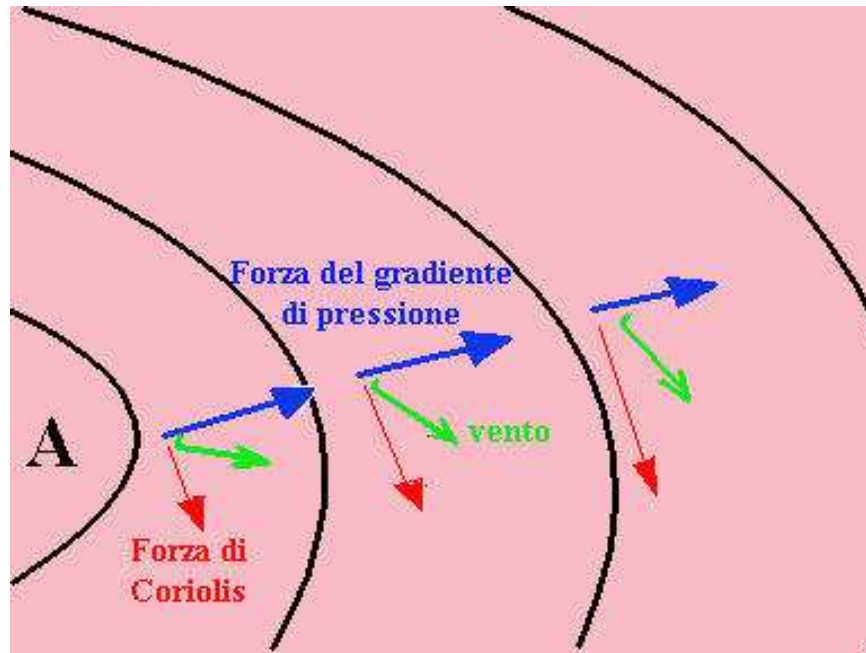


Il vento è il movimento di una massa 'aria che si muove da una zona di alta pressione (relativa) verso una zona di bassa pressione (relativa).

A grande scala, nell'emisfero Nord, la direzione del vento è deviata verso destra a causa della Forza di Coriolis, che dipende dalla rotazione dell'asse terrestre.

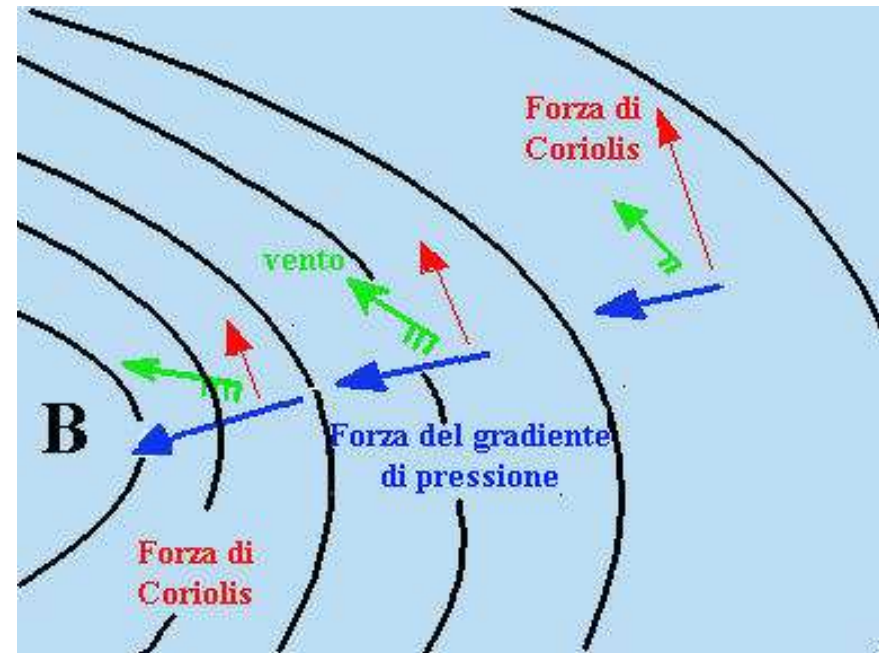
I venti - Direzione e forza

Alta pressione



In un'alta pressione la forza di gradiente è orientata verso l'esterno (minore pressione: centrifuga), mentre la forza di Coriolis devia il flusso verso destra; di conseguenza il vento risultante ruota in senso orario.

Bassa pressione



In una bassa pressione la forza di gradiente è orientata verso il centro della depressione (minore pressione: forza centripeta), mentre la forza di Coriolis devia il flusso verso destra; di conseguenza il vento risultante ruota in senso antiorario.

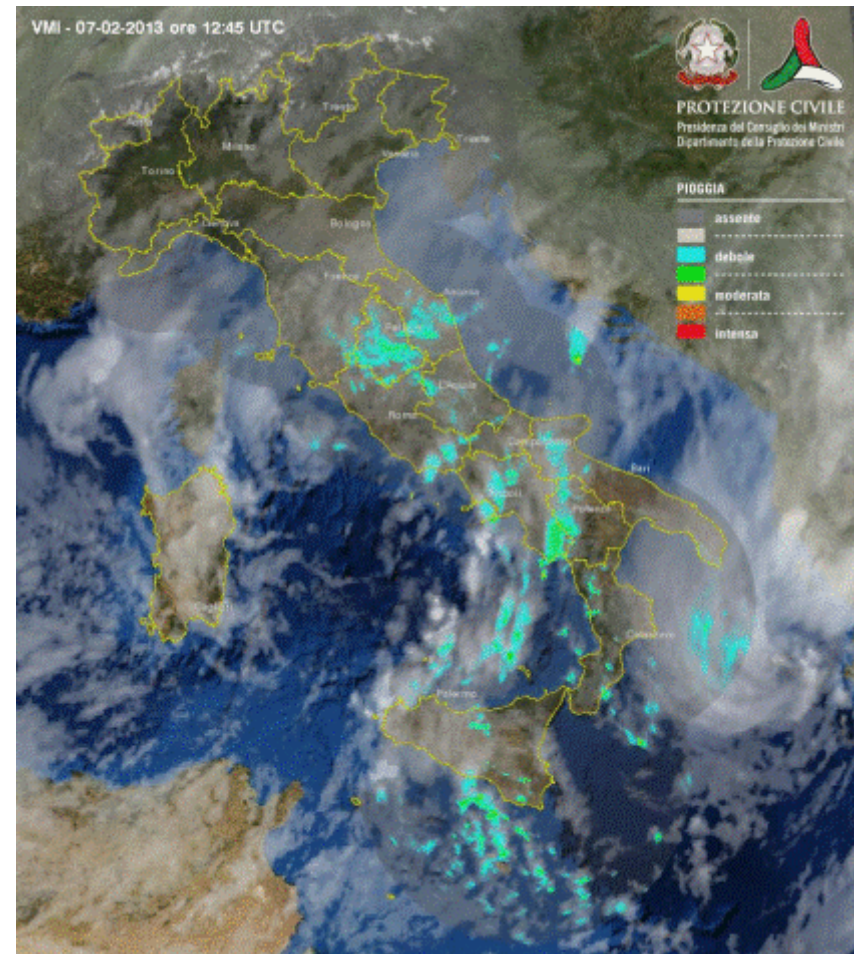
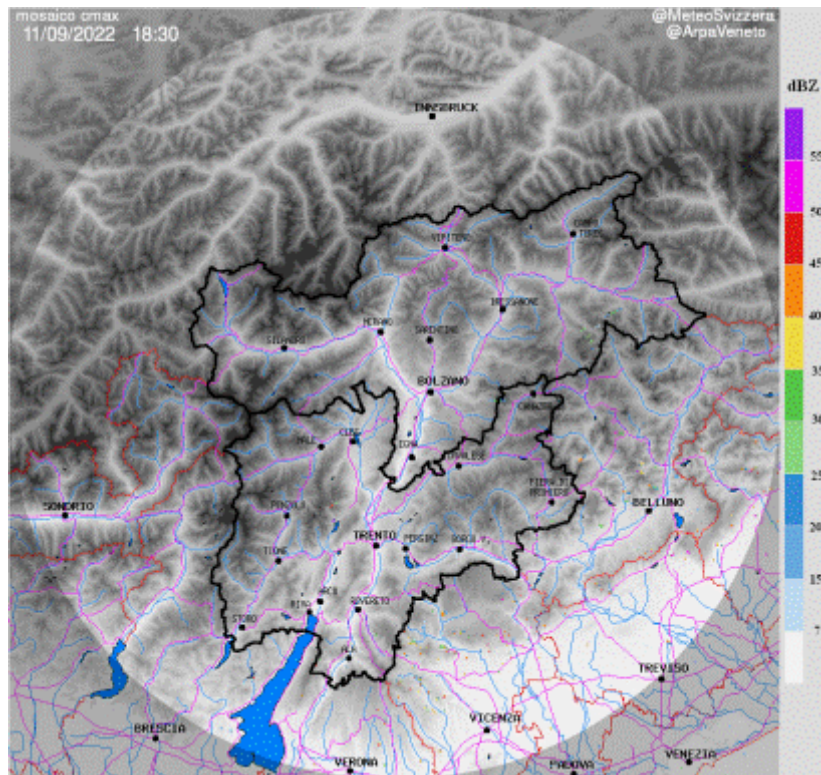
Effetto Wind-Chill

Il wind chill esprime il potere raffreddante del vento e quindi la capacità di togliere calore al corpo umano. Il suo valore non equivale alla temperatura reale ma a quella avvertita dall'organismo umano per le parti direttamente esposte al vento.

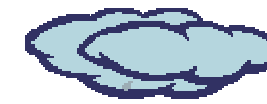
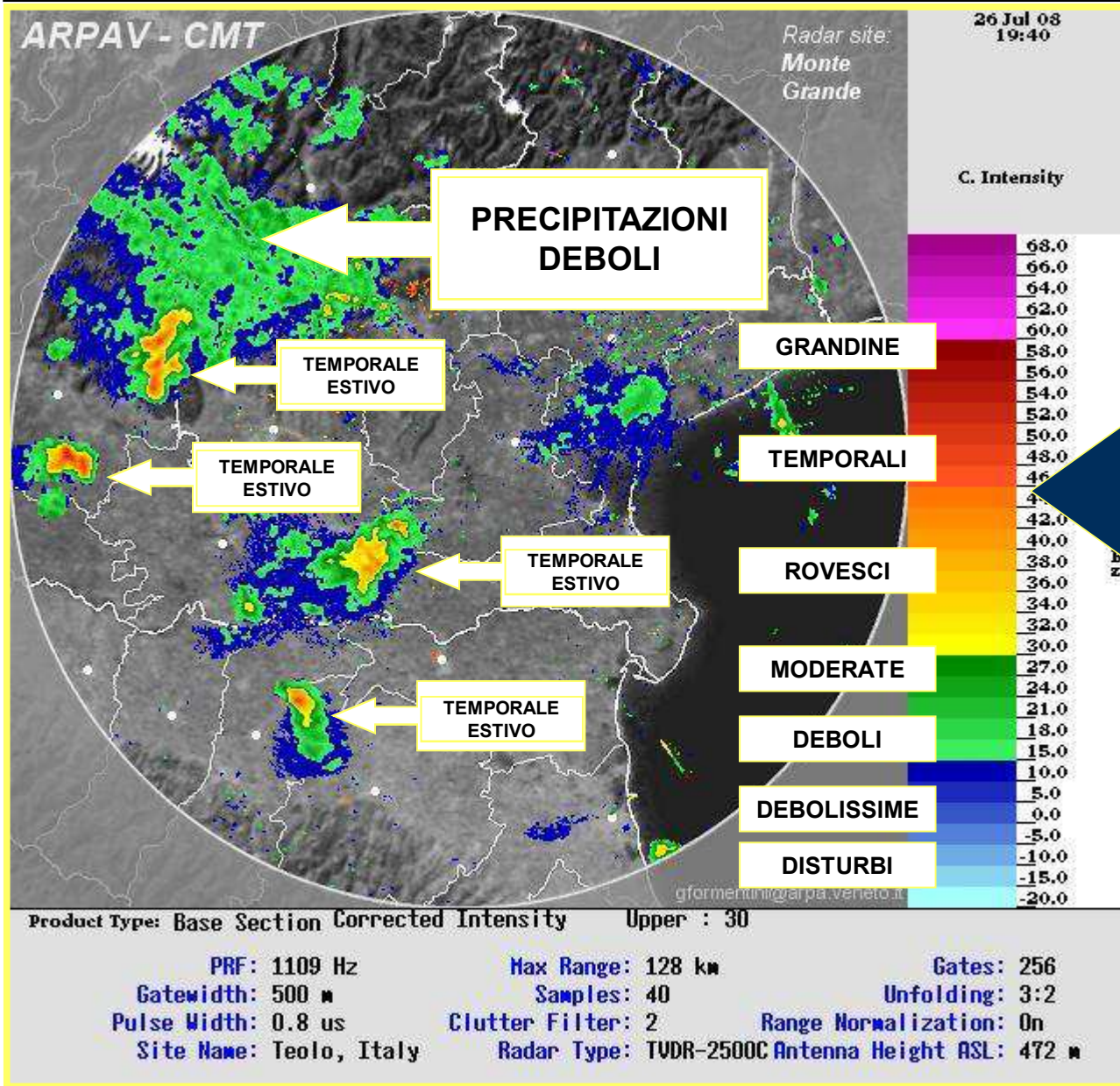
WCF	TEMPERATURA DELL'ARIA MISURATA DAL TERMOMETRO (°C)								
VELOCITÀ DEL VENTO (km/h)	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
0	10	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30
10	8	2	-3	-8	-14	-19	-26	-30	-36
20	3	-3	-9	-16	-22	-29	-35	-42	-48
30	0	-6	-13	-20	-28	-34	-41	-48	-55
40	-1	-8	-16	-23	-31	-38	-45	-53	-60
50	-2	-10	-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	

Meteo operativo

Alcuni esempi



Meteotrentino.it



SCALA DI INTENSITA' DELLE PRECIPITAZIONI RILEVATE

- <https://www.reggioemiliameteo.it/osservazioni-radar.php>
- [Radar Meteo Italia Protezione Civile » ILMETEO.it](#)
- <https://weather.com/it-IT/weather/radar/interactive//d9757035e2ef0af7210add6da3b2df750e3fbbe180dae3069be3f46eb376997b>
- <https://www.meteotrentino.it/index.html#!/content?menuitemDesktop=125>
- <https://www.meteotrentino.it/index.html#!/content?menuitemDesktop=161>
- <https://map.blitzortung.org/#6.89/46.206/10.801>
- <http://www.centrometeo.com/situazione-tempo-reale/attivita-temporalesca>
- <https://www.3bmeteo.com/radar/italia/nord+ovest>