



*Corso di Escursionismo  
in Ambiente Innevato - 2021*



# *Lezione di Meteorologia*



di Giuseppe Pompili

C.A.I. Imola (BO)



# Scopo della lezione





# Sommario



1. Variabili climatiche
2. Previsioni meteo
3. Pianificazione uscita
4. Conclusioni e cose da ricordare

La **meteorologia** è la scienza che studia i fenomeni fisici dell'atmosfera, responsabili del tempo



# 1. Variabili climatiche



**1.1 Temperatura**

**1.2 Pressione**

**1.3 Umidità**

**1.4 Vento**



# 1.1 Temperatura



**Definizione**

**Fattori influenti**

**Variazione con la quota**

**Inversione termica**

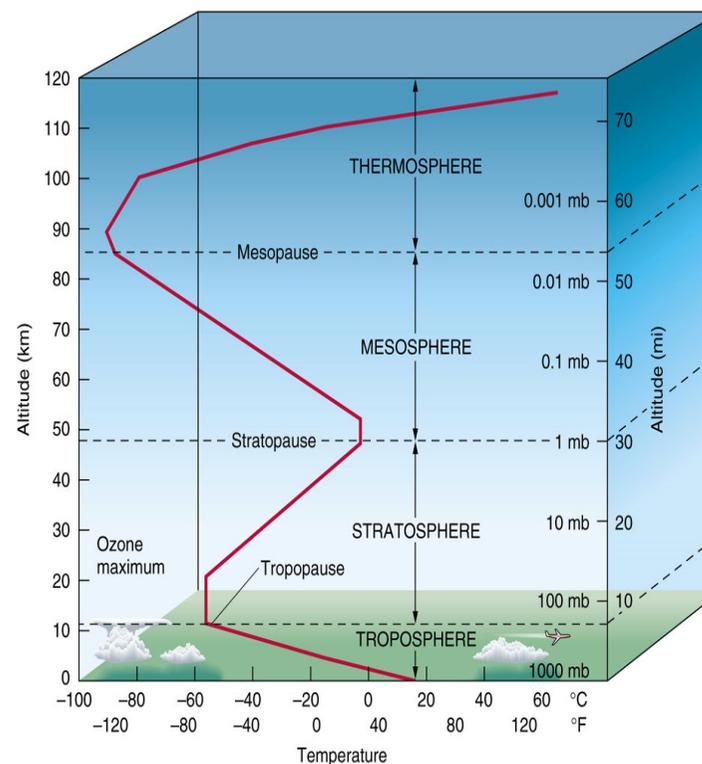


# Definizione di temperatura



La **temperatura** è la grandezza fisica che misura gli scambi di calore tra corpi in contatto termico. Nell'atmosfera misura l'interazione tra radiazione solare e radiazione termica emessa dalla terra.

La **temperatura** (T) si misura in gradi centigradi ( $^{\circ}\text{C}$ ), assegnando il valore di  $0^{\circ}\text{C}$  al ghiaccio fondente e di  $100^{\circ}\text{C}$  all'acqua in ebollizione (in condizioni di pressione standard, pari a 1 atm in aria secca).

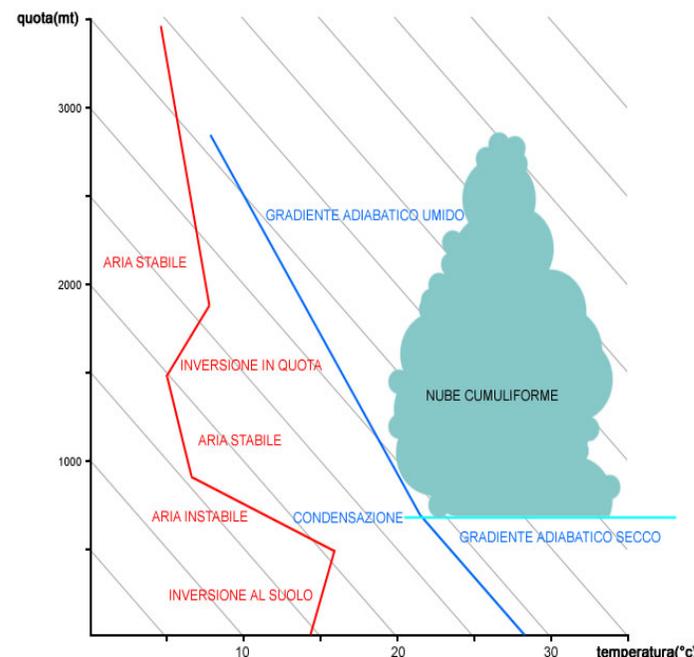




# Fattori che influiscono sulla temperatura



- **Altitudine:** diminuzione lineare della temperatura con la quota (vale solo nella troposfera)
- **Inversione termica:** temperatura più bassa in valle che in quota.
- **Escursione giornaliera:** differenza di temperatura più marcata in valle che in quota
- **Escursione stagionale:** la lunghezza diversa del giorno è causa d'insolazione variabile.
- **Caratteristiche del terreno:** la roccia si riscalda e si raffredda più rapidamente dell'aria, causando le brezze di monte e di valle.





## Variazione con la quota della temperatura

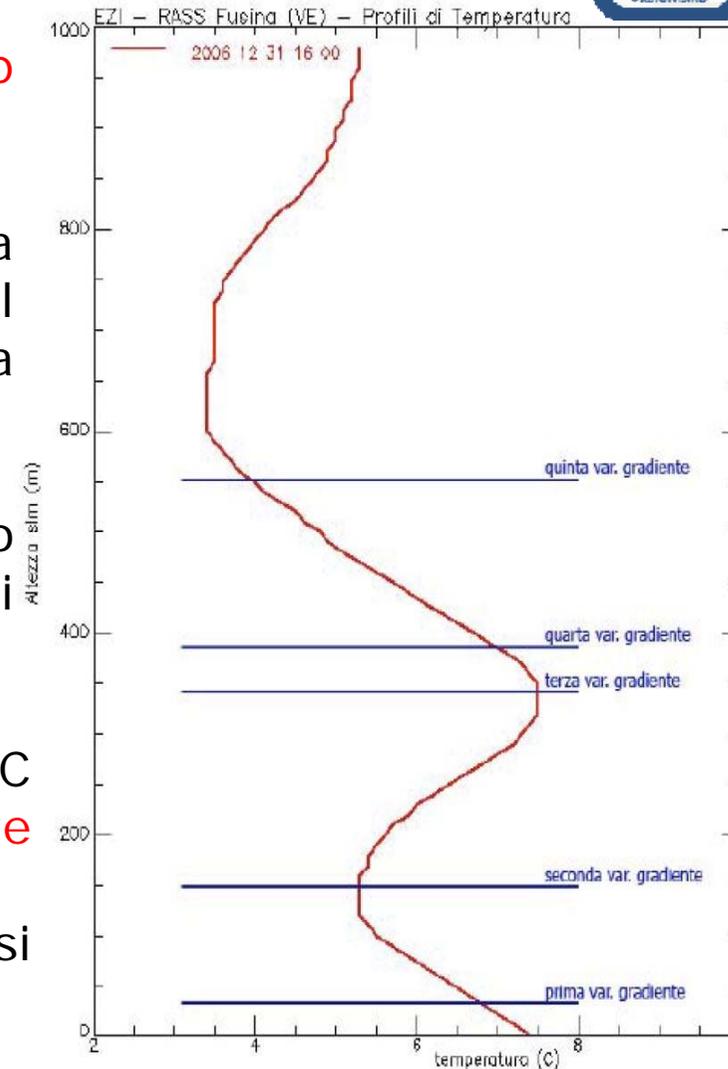


Gradiente termico = variazione di Temp  
Adiabatico = senza scambi di calore

Il **gradiente termico verticale** indica quanto varia la temperatura dell'aria al variare della quota. In atmosfera standard è di **-0,65 °C ogni 100 m**.

Può allontanarsi anche molto da questo valore a seconda delle condizioni dell'umidità dell'aria:

- in aria umida satura è di circa 0,5°C ogni 100 m e si parla di **gradiente adiabatico saturo**.
- in aria secca è di 1 °C ogni 100 m e si parla di **gradiente adiabatico secco**





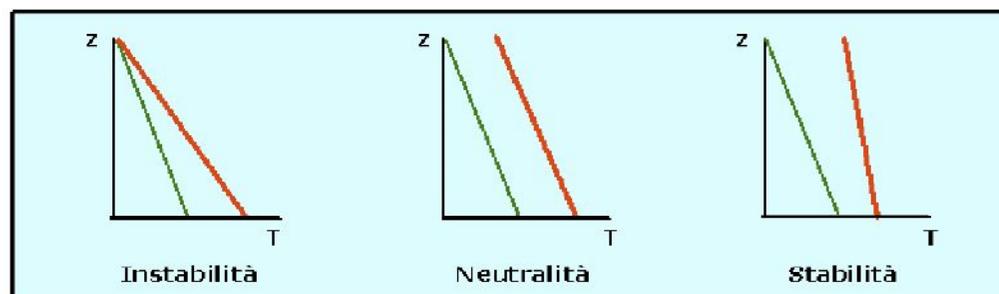
# Inversione termica



Se la temperatura dell'aria **aumenta**, invece di diminuire con la quota, si parla d'inversione termica:

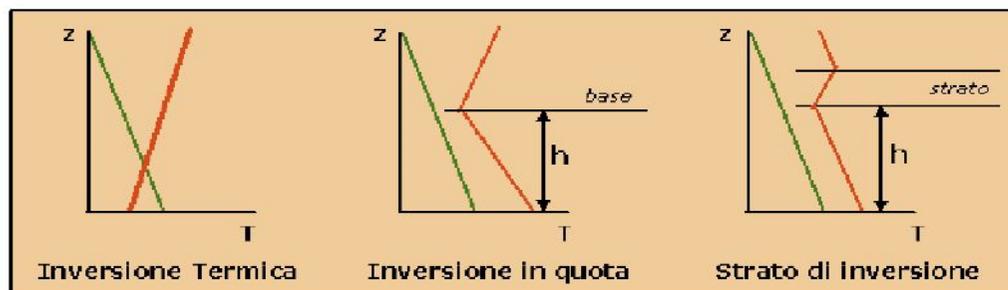
- **Inversione al suolo:** la temperatura aumenta con la quota a partire dal suolo.

## Condizioni di stabilità atmosferica



- **Inversione in quota:** dipende da fenomeni termici dinamici.

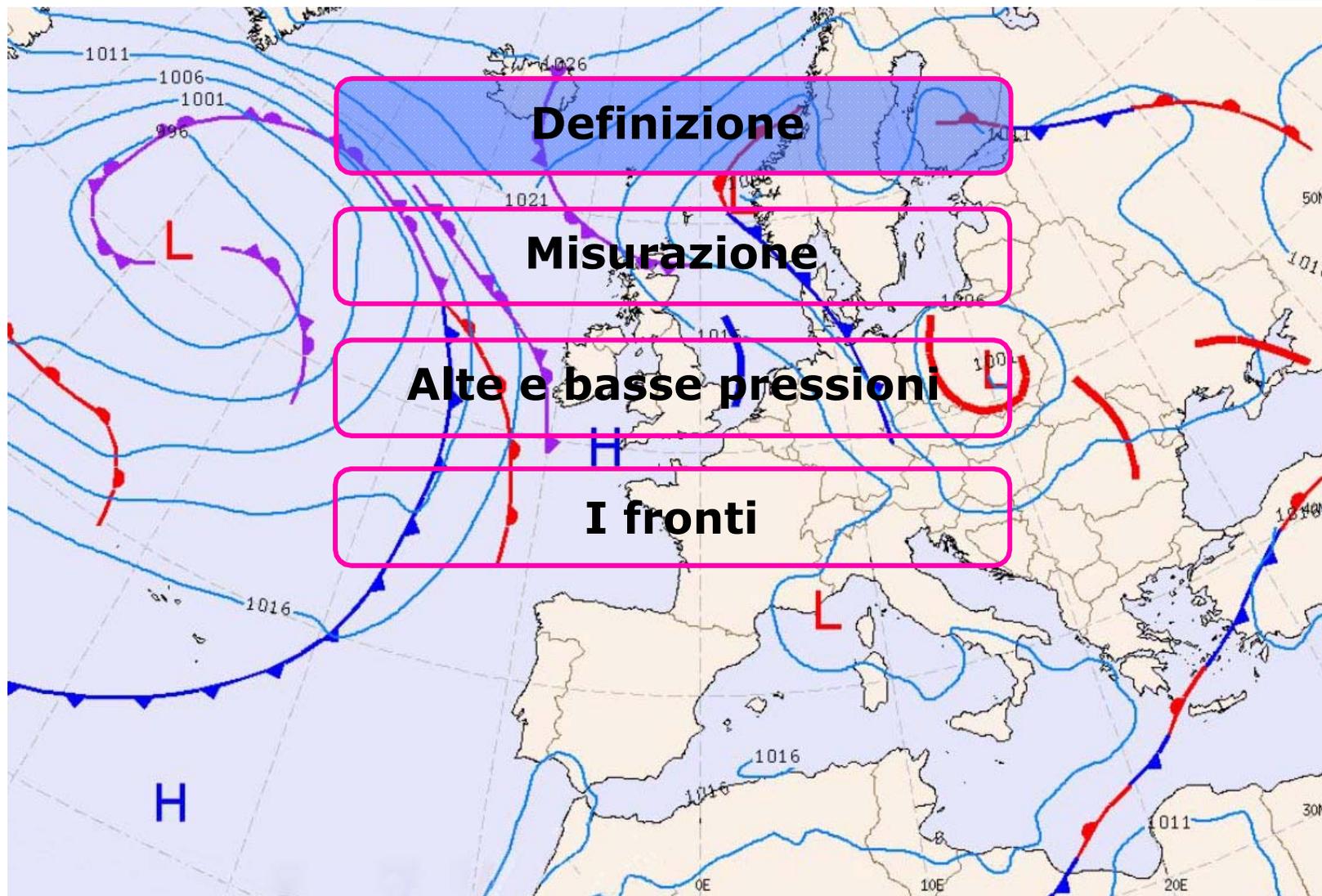
## Differenti condizioni di inversione termica



— Gradiente termico adiabatico secco  
— Gradiente termico verticale reale



# 1.2 Pressione atmosferica





# Definizione di pressione atmosferica



La **pressione atmosferica** è la forza esercitata dal peso dell'aria su ogni punto dello spazio atmosferico e sulla superficie terrestre.

La **pressione atmosferica normale** o **standard**, è quella misurata al 45° parallelo, al livello del mare, in aria secca, a circa 15°C di temperatura. La pressione atmosferica varia in funzione della latitudine, dell'altitudine, dell'umidità e della temperatura.

Una atmosfera (**atm**) equivale al peso di una colonna di mercurio di 760 mm di 1 cm<sup>2</sup> di sezione. Nel **Sistema Internazionale SI** (Metro, Kg, Secondo) la pressione è un'unità derivata e si misura in **Pascal**:

$$P = \text{Forza/Superficie}; 1 \text{ Newton/m}^2 = 1 \text{ Pascal.}$$

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mm Hg} = 760 \text{ torr} = 1013,25 \text{ hPa} = 1013,25 \text{ mbar} = 1,01325 \text{ bar}$$



# Misurazione della pressione atmosferica



## LA PRESSIONE SI MISURA CON IL BAROMETRO IL BAROMETRO NON E' ALTRO CHE UN ALTIMETRO

- Barometro a mercurio (Torricelli)
  - È il più accurato
  - Necessita di correzioni per:
    - Altitudine (riportare la lettura a livello del mare)
    - Temperatura (compensare dilatazione termica del mercurio)
  - È molto fragile e il mercurio è tossico
- Barometro aneroide
  - Sistema meccanico (impreciso ma facile trasportare)
  - Utilizza capsula con il vuoto all'interno solidale ad un ago
  - Capsula si espande o contrae per variazioni di pressione
  - Ago si muove su scala graduata
  - Lettura dei valori senza necessità di correzione

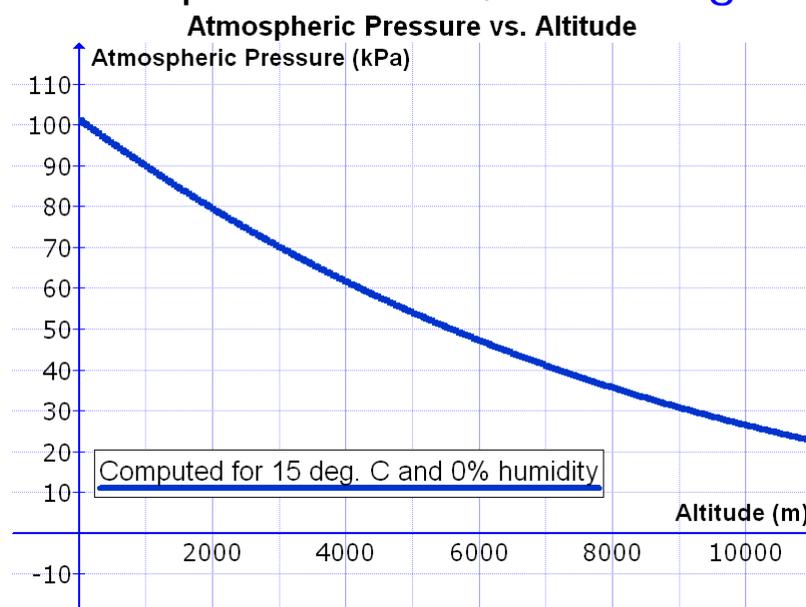




## Variazione della Pressione atmosferica



**La pressione diminuisce** salendo poiché diminuisce l'altezza della colonna d'aria sovrastante. Il decremento è più rapido negli strati vicini al suolo dove l'aria più densa: **1,25 hPa ogni 10 m fino a 500 m.**

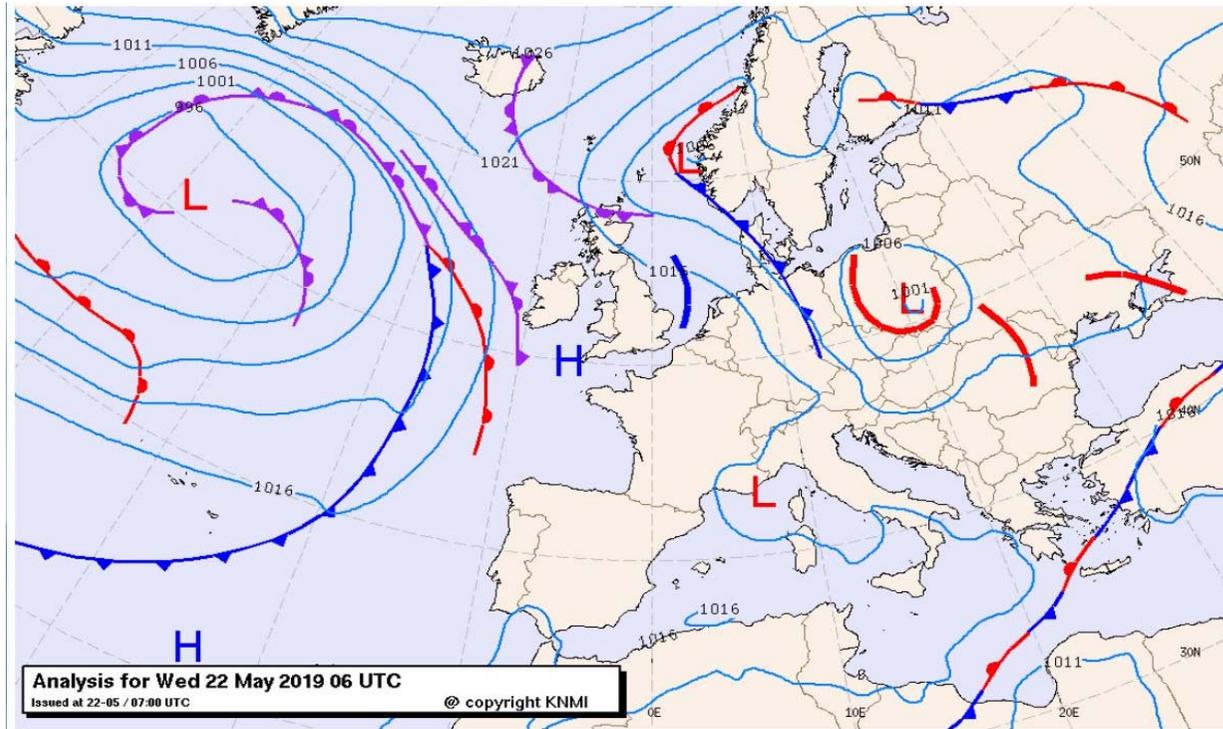


**La pressione diminuisce** con l'aumentare della temperatura per la proprietà di dilatazione dell'aria: l'aria **calda** è meno densa, l'aria **fredda** è più densa.

**La pressione diminuisce** con l'aumentare dell'umidità perché il vapore acqueo rende l'aria più leggera.



# Alte e basse pressioni



Le linee che uniscono i punti alla stessa pressione sono dette **isobare**, espresse in hPa o in mbar.

A = Alta pressione (H)igh

B = Bassa pressione (L)ow

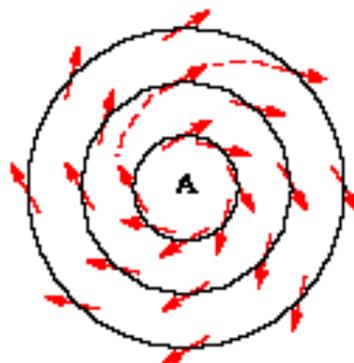
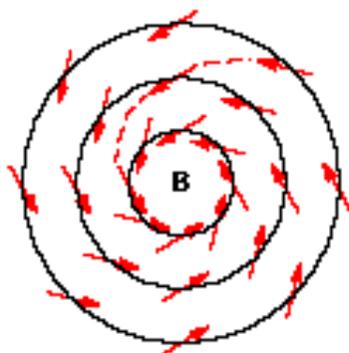
I venti sono intensi dove le isobare sono molto ravvicinate tra loro, a causa del maggior squilibrio di pressione.



# Alte e basse pressioni



Circolazione ciclonica      Circolazione anticiclonica



Venti in senso antiorario      Venti in senso orario



Nell'emisfero boreale, i venti del ciclone circolano in senso antiorario, mentre nell'emisfero australe in senso orario. Il ciclone delle medie e alte latitudini o ciclone extratropicale è anche chiamato depressione. In meteorologia gli anticicloni sono zone di alta pressione a forma circolare o ellittica, che causano modeste variazioni dei parametri meteorologici contrapposte invece alle zone cicloniche o zone di bassa pressione. Al loro interno i venti sono deboli, spesso a regime di brezza



# I fronti



**Il fronte** è la superficie di contatto, e pertanto di discontinuità, tra due masse d'aria con caratteristiche differenti di temperatura, pressione e umidità.

- Proprietà
  - Estensione orizzontale dell'ordine delle centinaia di chilometri
  - Estensione temporale dell'ordine di una settimana
  - Classificazione in base al movimento: **caldo**, **freddo**, **occluso**, e **stazionario**.
  - Il fronte **caldo** e il **freddo** ruotano attorno a un minimo barico



Fronte caldo

è una massa d'aria **calda** in avanzamento



Fronte freddo

è una massa d'aria **fredda** in avanzamento



Fronte occluso

quando un fronte caldo si sovrappone a uno freddo



Fronte stazionario

quando non ci sono movimenti apprezzabili

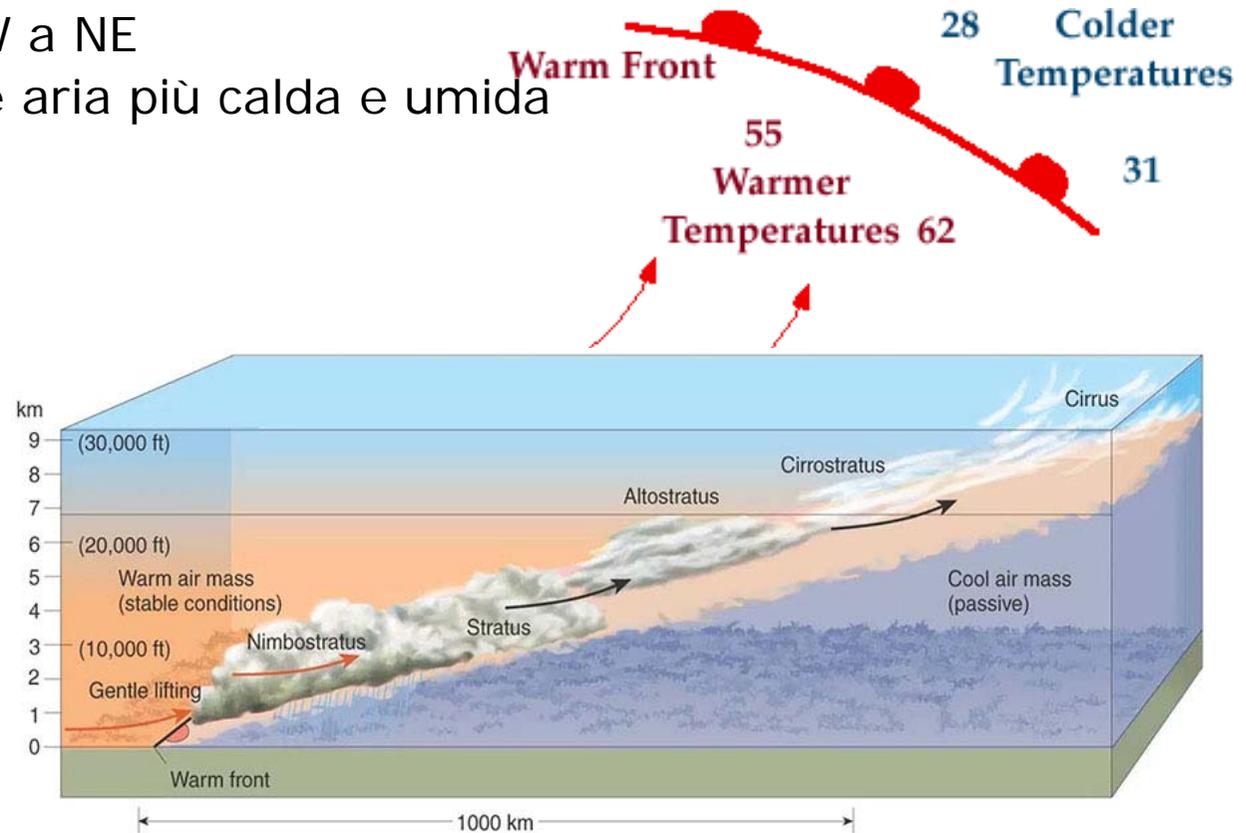


# Il fronte caldo



- zona dove l'aria calda sostituisce l'aria fredda
- traslazione da SW a NE
- dietro il fronte c'è aria più calda e umida

FRONTE CALDO



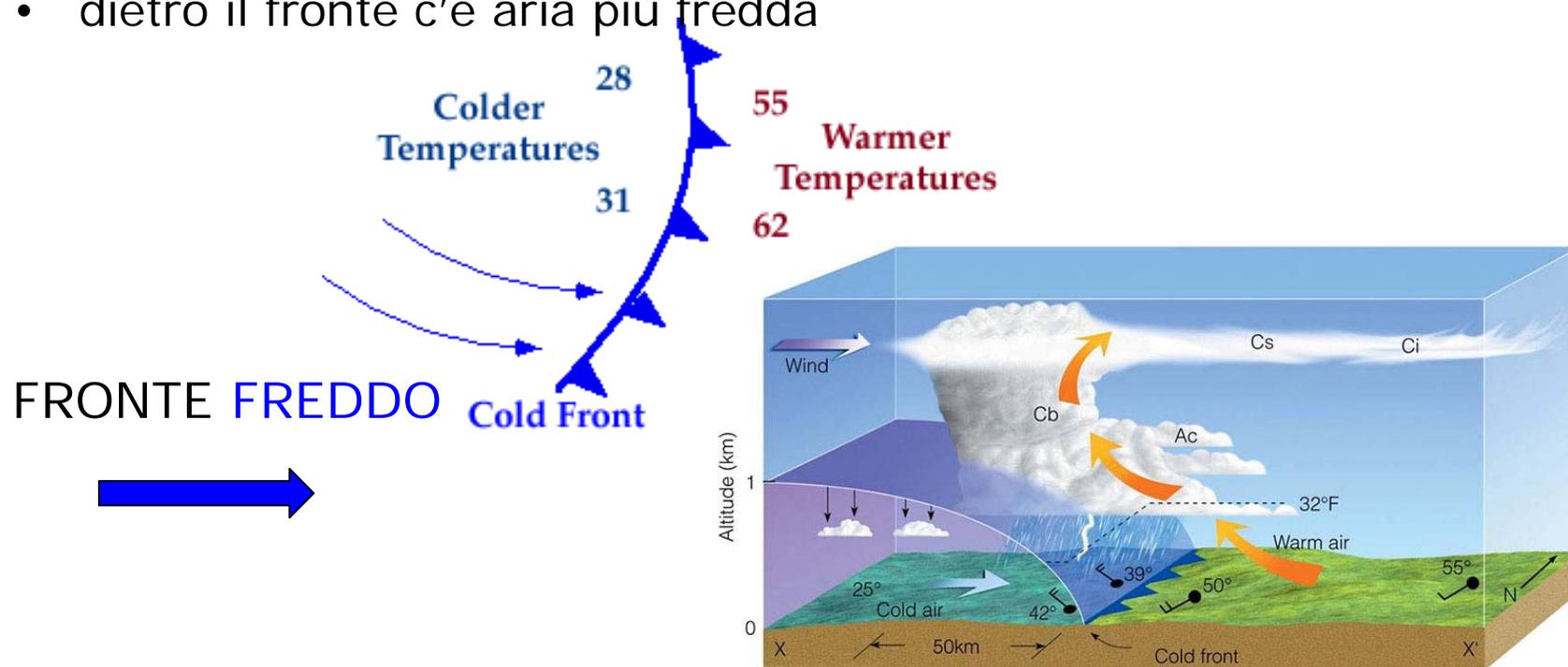
L'arrivo di un fronte **caldo** è associato a una diminuzione della pressione e a un aumento della temperatura.



# Il fronte freddo



- zona dove l'aria fredda sostituisce l'aria calda
- traslazione da NW a SE
- dietro il fronte c'è aria più fredda



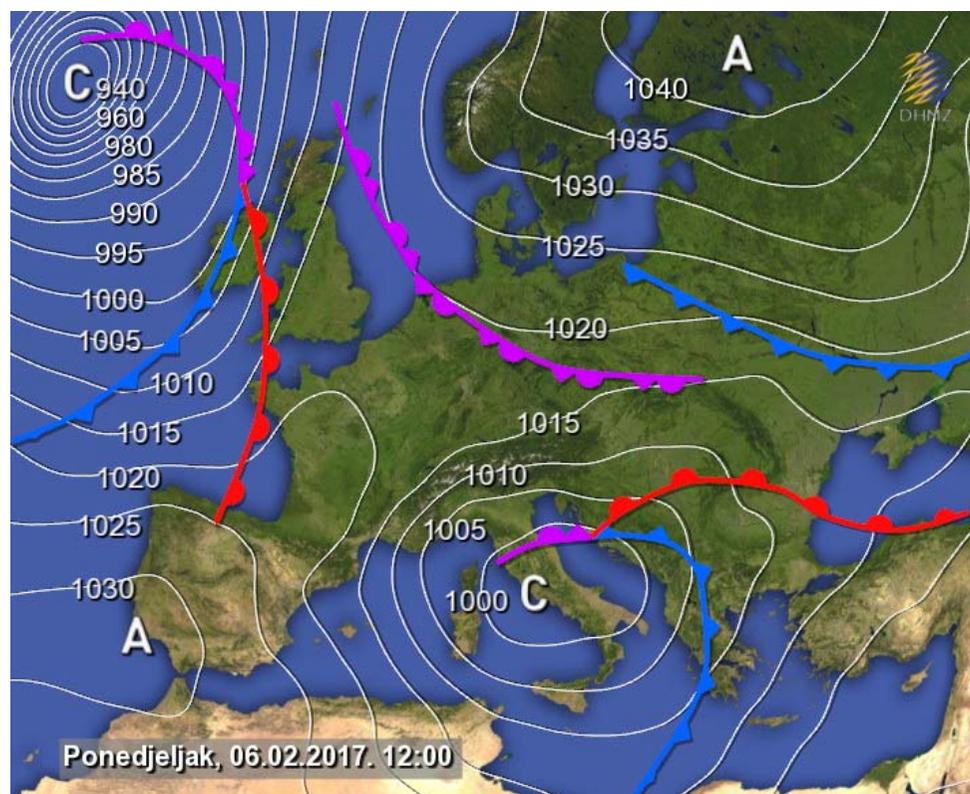
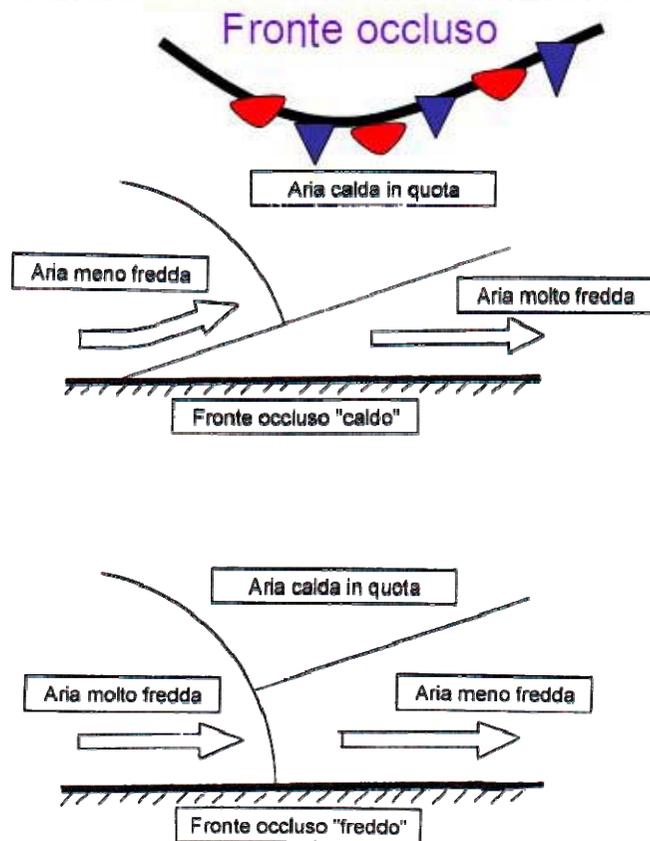
Il fronte **freddo** è più veloce di quello caldo, il suo arrivo è annunciato da un forte vento freddo che precede le precipitazioni.



# Il fronte occluso



Quando il fronte **freddo** (più veloce) raggiunge e costringe una massa d'aria **calda** a salire sopra un'altra massa d'aria più fredda, isolandola dal suolo, si forma il fronte **occluso** che può essere di tipo caldo o freddo in funzione delle masse d'aria fredda interessate.





# 1.3 Umidità



**Definizione**

**Umidità assoluta e relativa**

**Variazioni di fase dell'acqua**

**Il ciclo idrologico**

**Le nubi**

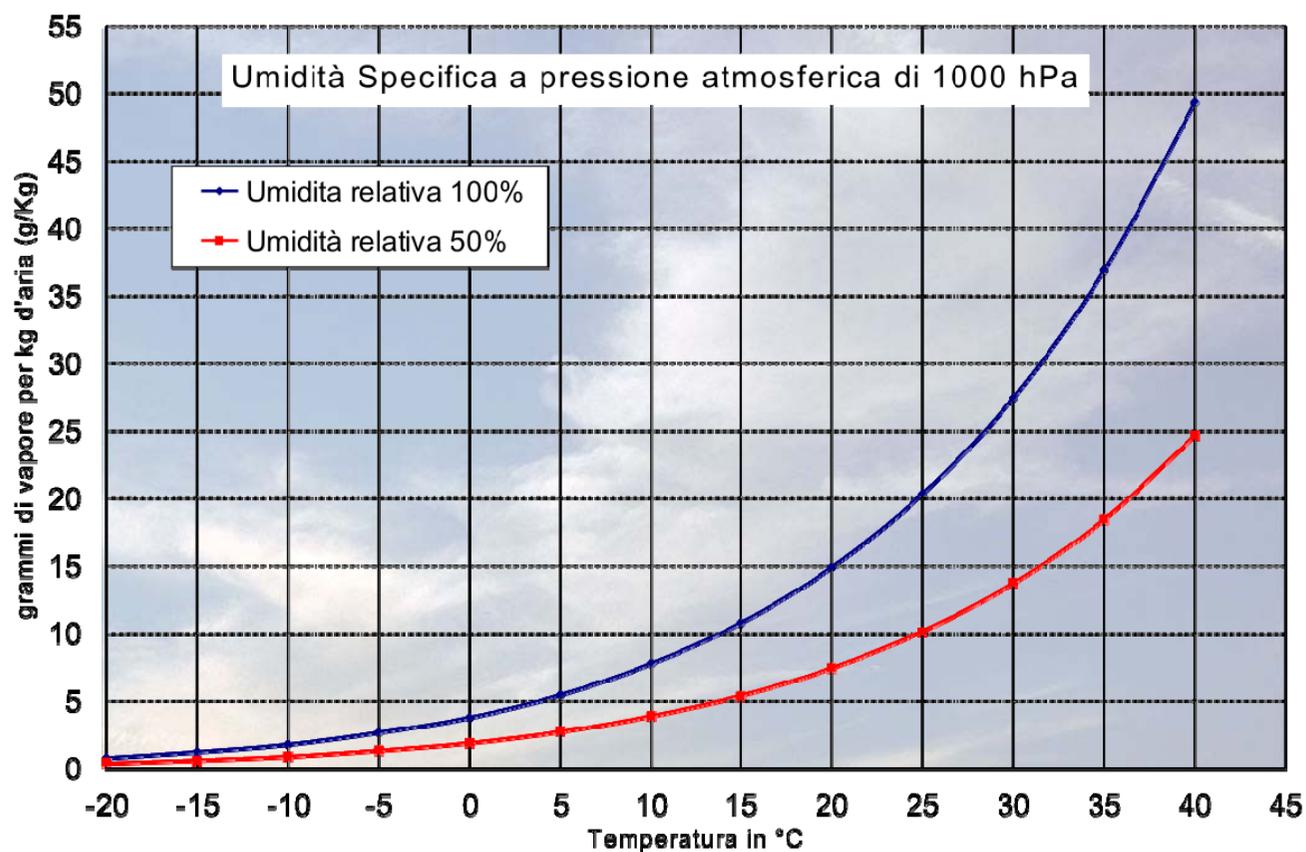
**Temporali e fulmini**



## Umidità: definizione



L'**umidità** è la quantità di vapor acqueo presente in atmosfera, dipende da T e P





# Umidità assoluta e relativa



L'**umidità assoluta** è la quantità di vapore acqueo (espressa in grammi) contenuta in un metro cubo d'aria umida a una data temperatura e pressione.

L'**umidità di saturazione** è la massima quantità di vapore acqueo che la stessa massa d'aria può contenere nelle medesime condizioni di temperatura e pressione.

L'**umidità relativa** è un parametro adimensionale (numero puro) dato dal rapporto tra umidità assoluta e l'umidità di saturazione. Si esprime in % e si misura con l'igrometro.





## Variazioni di fase dell'acqua



Quando il vapor d'acqua all'interno di una massa d'aria aumenta sino a superare l'umidità di saturazione si ha la *condensazione*-> cambiamento di stato -> rilascio di energia termica (= calore latente)  
Calore ceduto (+) o assorbito (-) dall'acqua nei *cambiamenti di fase*

<u>Processo</u>	<u>Variazione</u>	<u>Bilancio</u>
CONDENSAZIONE	vapore/liquido	+ 600 cal/g
EVAPORAZIONE	liquido/vapore	- 600 cal/g
SUBLIMAZIONE	vapore/ghiaccio	+ 680 cal/g
SUBLIMAZIONE	ghiaccio/vapore	- 680 cal/g
FUSIONE	ghiaccio/liquido	- 80 cal/g
CONGELAMENTO	liquido/ghiaccio	+ 80 cal/g



# Il ciclo idrologico



La massa d'aria evapora e si  
raffredda



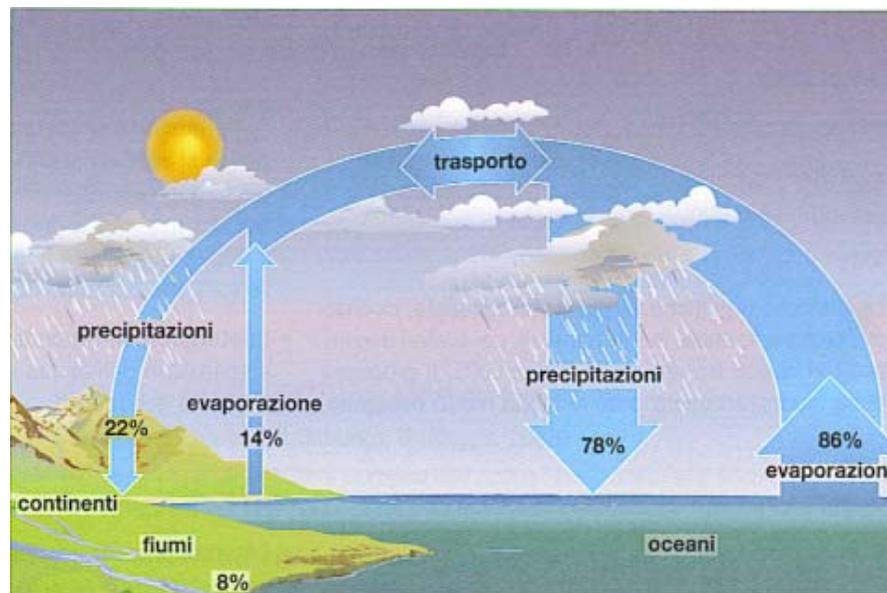
Perde la capacità di trattenere  
l'acqua -> saturazione



**Condensazione** -> avviene  
grazie a nuclei di pulviscolo  
atmosferico con formazione di  
nebbia o nubi



**Meteore** -> Pioggia, grandine, neve





# Le nubi



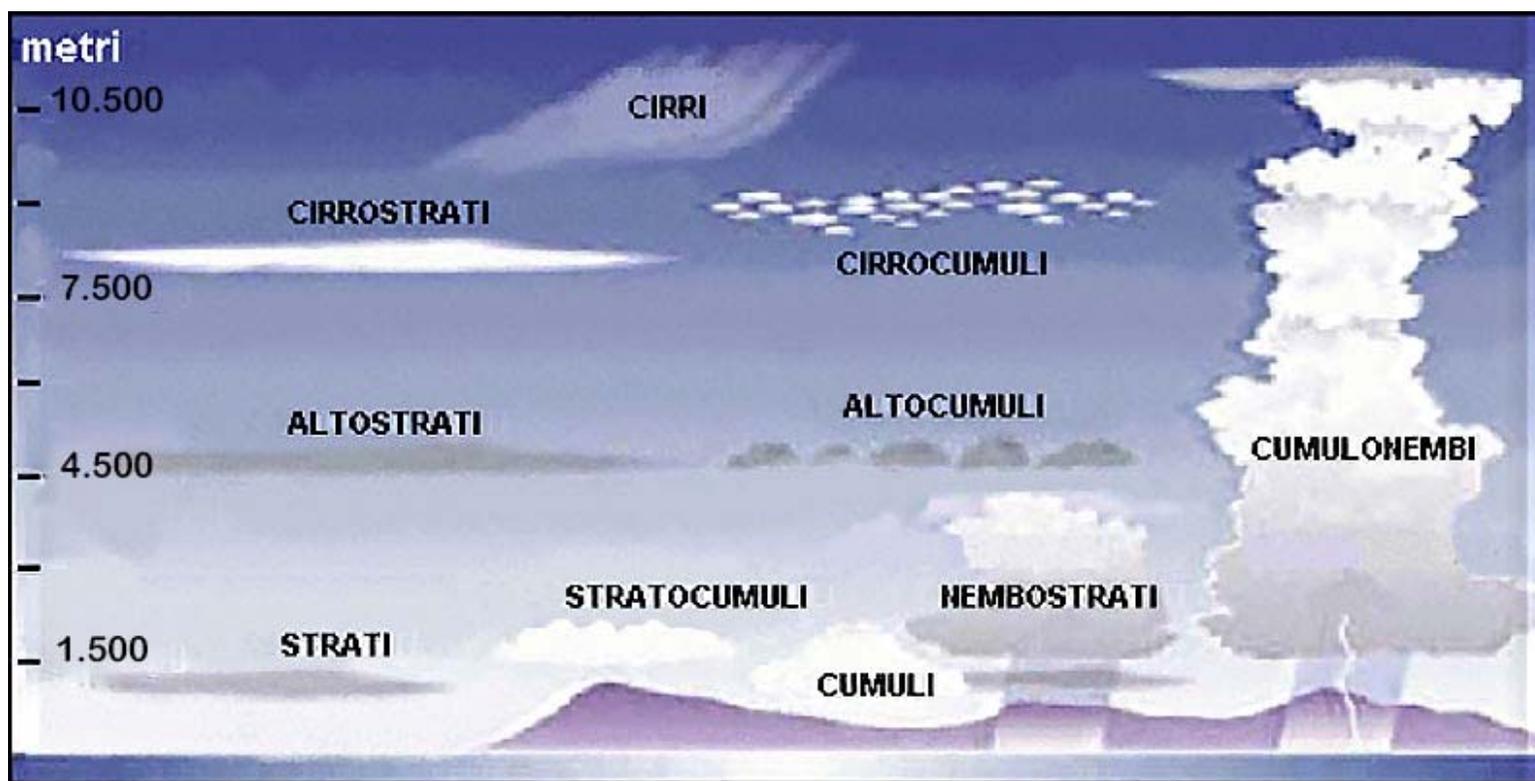
## Classificazione delle nubi secondo l'altezza

La comparsa di nubi segnala un cambiamento del tempo

- Nubi alte: oltre 6000 metri (cirri, cirrostrati, cirrocumuli).
- Nubi medie: da 2000 a 6000 metri (altostrati, altocumuli, altocumuli lenticolari).
- Nubi basse: dal suolo a 2000 metri (stratocumuli, strati, nebbie, nembostrati).
- Nubi convettive: da 500 a 8000 metri (cumuli, cumulonembi).



# Le nubi: atlante delle nuvole





## Le nubi alte: cirri



**Ci** = Cirri: nubi candide, trasparenti, a forma di piuma, costituite da aghi di ghiaccio.

Se sono isolati portano bel tempo, se invadono il cielo da Ovest o SudOvest e sono seguiti da cirrostrati segnalano un cambiamento del tempo (fronte ciclonico).





## Le nubi alte: cirrostrati



**Cs** = Cirrostrati: nubi che formano un velo lattiginoso che attenua i contorni del sole, formando un alone.

Seguono i cirri e indicano l'avvicinarsi di un fronte, quindi un peggioramento delle condizioni meteo.





## Le nubi alte: cirrocumuli



**Cc** = Cirrocumuli: nubi composte da singoli elementi di dimensioni molto piccole. Di colore brillante, trasparenti, annunciano un peggioramento delle condizioni meteo (cielo a pecorelle). Sono composte quasi esclusivamente da cristalli di ghiaccio.

La loro presenza può indicare aria fredda e instabile in quota





## Le nubi medie: altostrati



**As** = Altostrati: nubi di media altezza di colore bianco opaco, traslucido.

Sono precursori di un fronte caldo in avvicinamento.





## Le nubi medie: altocumuli



**Ac** = Altocumuli: nubi sottili a lamelle, ordinate in gruppi molto serrati.

Quando passano davanti al sole formano un anello rosso all'interno e verde all'esterno (corona)





## Le nubi medie: altocumuli lenticolari



**Ac len** = Altocumuli lenticolari:  
sono un tipo di altocumuli  
caratterizzati da una tipica  
forma a lente, generati dal  
vento e dall'orografia.  
Sembrano immobili.

Indicano vento costante in  
direzione e forza ma non  
sono di alcuna utilità ai fini  
della previsione del tempo.



Nube lenticolare sull'Etna



## Le nubi basse: stratocumuli



**Sc** = Stratocumulo: è un grosso banco nuvoloso ondulato, con elementi raggruppati che si possono fondere fra loro a ricoprire tutto il cielo in un unico banco, tipico del cielo invernale.

Sono indicatori di un peggioramento del tempo.



Stratocumuli sullo Stromboli



## Le nubi basse: strati



**St** = Strati: nubi basse, spesse e grigie.

Indicano un peggioramento già in atto e persistente e stanno molto vicine alla superficie della terra con base uniforme. Raramente producono precipitazioni e se questo avviene è del tipo pioviggine. Sono anche denominati "nebbia alta".





## Le nubi basse: nebbie



La **nebbia** è una forma di strato prossimo al suolo.

Quando staziona nei fondovalle durante il giorno indica una situazione di alta pressione stabile (inversione termica).

In presenza di un anticiclone, durante l'inverno, possono formarsi nebbie o foschie a causa delle inversioni termiche nei pressi del suolo.





## Le nubi basse: nembostrati



**Ns** = Nembostrati: nubi che formano una grande distesa nuvolosa, di colore grigioscuro, mai bianca. La classica nube da maltempo di solito non temporalesca.

Segnalano l'arrivo di fronti perturbati di matrice caldo-umida e di precipitazioni persistenti, che possono anche durare per più giorni, prima dell'arrivo delle schiarite.





## Le nubi convettive: cumuli



**Cu** = Cumulo: nube isolata e densa, a contorni netti. Si sviluppa verticalmente a forma di cavolfiore. I fianchi sono splendenti, la base scura.

Se verso sera scompaiono indicano situazione stabile.





## Le nubi convettive: cumulonembi



**Cb** = Cumulonembo: grande nube torreggiante, con contorni netti. Si sviluppa verticalmente, la parte superiore a forma d'incudine, mentre alla base ci sono strati scuri: è la nube temporalesca. Durante l'estate il forte riscaldamento del suolo può causare la formazione improvvisa di cumulonembi con i conseguenti temporali locali anche di forte intensità.



### Controllare costantemente

- Ora in cui compaiono
- Colore della base del cumulo
- Velocità di formazione



## Temporali e fulmini



I temporali possono essere di tre tipi: **da calore, orografici e frontali**

I **temporali da calore** si sviluppano a causa dell'instabilità per il superamento di una certa temperatura al suolo. Sulle Alpi sono molto frequenti d'estate, circa un giorno su due. Sulle Prealpi in primavera quando le Alpi sono ancora innevate.

I **temporali orografici** s'innescano quando il flusso costringe l'aria a sollevarsi davanti a un rilievo: se l'atmosfera è instabile al di sopra di una certa quota si potranno sviluppare temporali orografici.

I **temporali frontali** infine avvengono tipicamente al passaggio di un fronte freddo





# Fulmini



- Il fulmine è una scarica elettrica di grandi dimensioni che si instaura fra due corpi con una elevata differenza di potenziale elettrico.

- Durata scarica: un centomillesimo di secondo

## **Il pericolo fulmini si preannuncia nei modi seguenti**

- Sensazione di solletico sulle aree di pelle scoperte
- Pizzicorio al cuoio capelluto e i capelli si drizzano
- Gli oggetti metallici possono emettere un ronzio
- Si manifestano fiammelle azzurrognole (fuochi di Sant'Elmo) in corrispondenza di oggetti metallici esposti (es. aste, croci di vetta)





# Fulmini

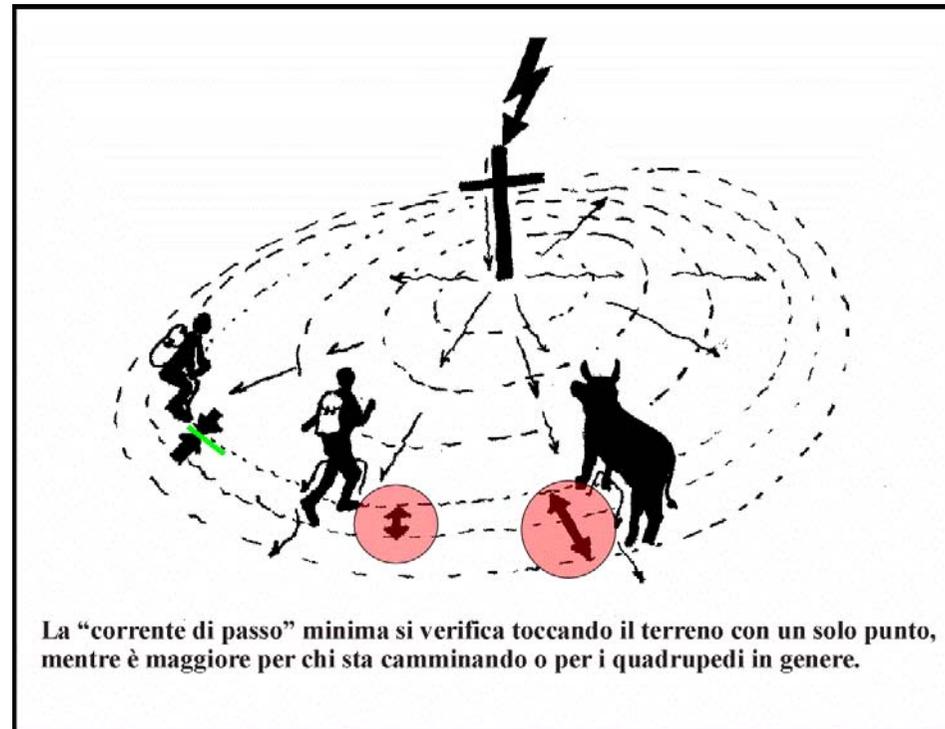


Il fulmine può essere pericoloso anche se non si è colpiti direttamente -> **corrente di passo** -> sino a circa 500 m. Per calcolare la distanza in metri tra noi e il fulmine basta moltiplicare per 340 i secondi che passano tra lampo e tuono.

Evitare di:

1. Sdraiarsi
2. toccare le pareti

La differenza di potenziale del suolo sotto un piede e l'altro può essere pericolosa





# Regole da rispettare in caso di temporale



1. Evitare di ripararsi:
  - Sotto alberi o grossi massi isolati -> stare lontani almeno 200-300 metri
  - In vetta o su crinale -> spostarsi se possibile sotto il crinale o vetta di almeno 15 m
  - Canaloni, fessure, camini -> seguendo l'umidità e le correnti d'aria, il fulmine si insinua in questi varchi;
  - Cavità, grotte/strapiombi poco profondi.
2. Nel caso ci si ripari in grotta/strapiombi sufficientemente profondi, posizionarsi a distanza della parete e dall'imboccatura (2-3 m). Mettersi in posizione giunta isolandosi dal terreno con corda, zaino o altro a disposizione (se asciutti).
3. Non tenere addosso oggetti metallici specie se acuminati -> ramponi, piccozza, moschettoni, chiodi, etc, vanno posizionati lontano.
4. Se possibile stare debitamente lontani (almeno 50 cm) da conduttori metallici (attenzione alle vie ferrate!) e almeno 2-3 metri dalla parete.
5. Non ammassarsi in gruppo o vicino ad animali, poiché la colonna di aria calda generata agisce da conduttore per il fulmine
6. Nel caso non ci siano ripari sicuri sedersi in posizione giunta -> inutile ripararsi dal terreno come nel caso della grotta/strapiombo, se il materiale è bagnato.
7. Nel caso si riesca a trovare un rifugio o un bivacco chiudere bene le porte e le finestre.



# 1.4 Il vento

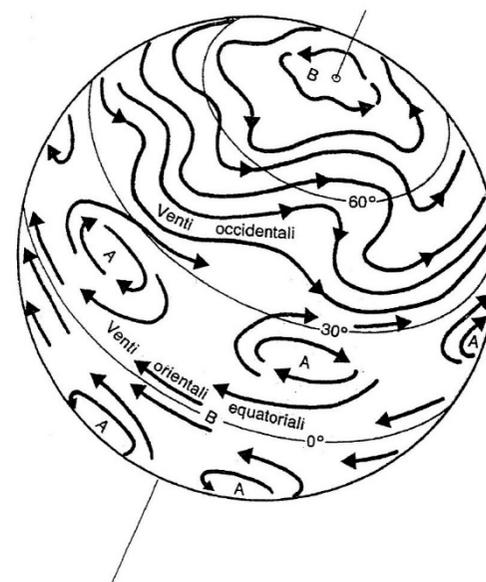




## Definizione del vento



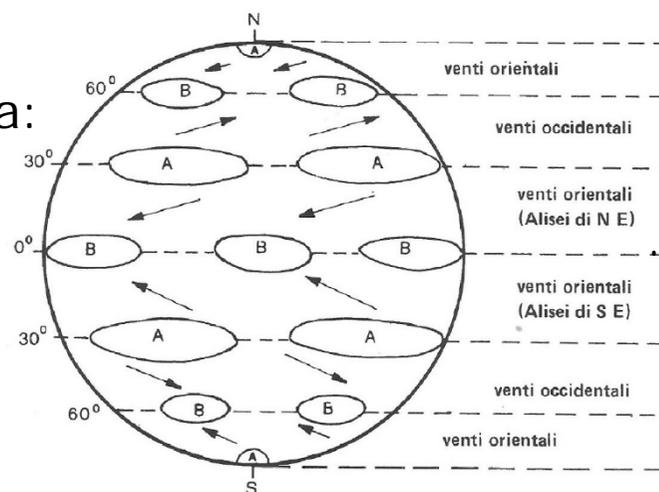
La **differenza di pressione** (gradiente barico) **dà origine al vento** che si sposta dalla zona di alta pressione (aria più densa) a quella di bassa pressione (aria meno densa) per riequilibrare il sistema. Maggiore è la differenza fra alta e bassa pressione più forte sarà il vento.



Come appare dall'alto la circolazione generale sulla superficie terrestre...

**Intensità e direzione** dipendono da:

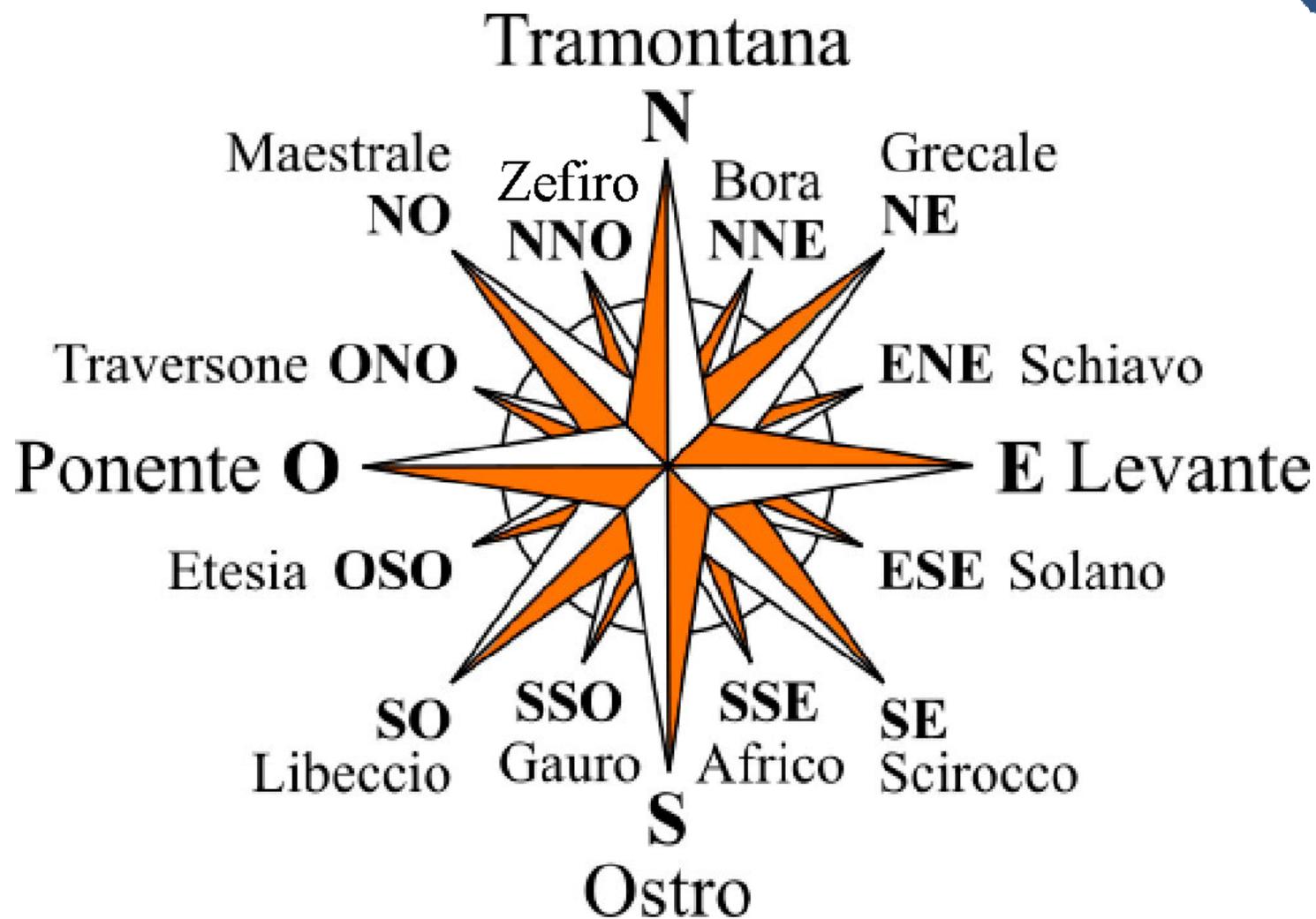
- Variazioni di temperatura
- Dislivello barico orizzontale
- Rotazione terrestre



...e al suolo



# La Rosa dei Venti





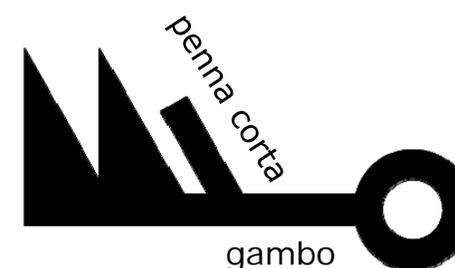
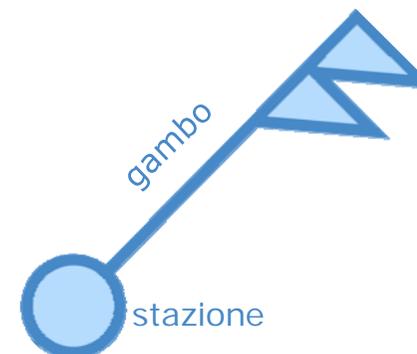
# Rappresentazione del vento



Il vento è una grandezza vettoriale che si definisce con direzione e intensità (in nodi) graficamente:

- Direzione = gambo verso stazione
- Intensità = barbe dell'asta:
  - 5 nodi: penna corta
  - 10 nodi: penna lunga
  - 50 nodi: triangolino

1 nodo = 1 miglio nautico l'ora = 1,852 Km/h





# Scala / Forza del vento



## La scala ANEMOMETRICA BEAUFORT

Un grado Beaufort corrisponde alla velocità media di un vento di almeno 10'

Grado	Termine descrittivo	Classe	Intensità			Descrizione visiva
			[Nodi]	[m/sec]	[Km/h]	
0	Calma	Calma	<1	0+0.2	<1	Il fumo sale verticalmente.
1	Bava di vento		1+3	0.3+1.5	1+5	La direzione del vento è visibile dal movimento del fumo ma non dalla banderuola segnamento.
2	Brezza leggera	Debole	4+6	1.6+3.3	6+11	Si avverte il vento sulla faccia; le foglie si agitano; banderuole ordinarie in movimento.
3	Brezza tesa		7+10	3.4+5.4	12+19	Foglie e ramoscelli in movimento costante; le bandiere leggere iniziano a spiegarsi.
4	Vento moderato	Moderato	11+16	5.5+7.9	20+28	Si sollevano polvere e pezzi di carta; rami degli alberi in movimento.
5	Vento teso		17+21	8+10.7	29+38	Gli alberelli ondeggiando; si increspano le acque interne (laghi, stagni, ecc.).
6	Vento fresco	Forte	22+27	10.8+13.8	39+49	Grossi rami in movimento; difficoltà nell'uso degli ombrelli.
7	Vento forte		28+33	13.9+17.1	50+61	Interi alberi in movimento; camminando controvento si prova fastidio in faccia.
8	Burrasca	Molto forte	34+40	17.2+20.7	62+74	Si spezzano i rami degli alberi; generale impedimento all'avanzamento.
9	Burrasca forte		41+47	20.8+24.4	75+88	Si verificano leggeri danni alle costruzioni (si spostano piccoli oggetti e le tegole).
10	Tempesta	Tempesta	48+55	24.5+28.4	89+102	Considerevoli danni alle abitazioni; sradicamento di alberi; onde molto alte in mare.
11	Tempesta violenta		56+63	28.5+32.6	103+117	Danni ingenti su vasta scala.
12	Uragano		64 ed oltre	32.7 ed oltre	118 ed oltre	Danni ingentissimi in breve tempo su vasta scala.



# Il vento: wind chill



Il **wind chill**, traducibile come vento gelido, è l'effetto che il vento produce sulla reale percezione della temperatura da parte del corpo: dipende dalla velocità del vento

Tabella per la valutazione dell'indice wind-chill ed effetti sull'organismo umano

T <sub>aria</sub> [°C] \ V <sub>10m</sub> [km/h]	5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	2	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	1	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	1	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
30	0	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
35	0	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-1	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
55	-2	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-2	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
75	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

### Legenda colori ed effetti sull'organismo umano

	Basso rischio di congelamento per la maggioranza delle persone
	Aumento del rischio di congelamento per la maggioranza delle persone con <b>30 minuti</b> di esposizione
	Elevato rischio di congelamento per la maggioranza delle persone con esposizione <b>da 5 a 10 minuti</b>
	Elevato rischio di congelamento per la maggioranza delle persone con esposizione <b>da 2 a 5 minuti</b>
	Elevato rischio di congelamento per la maggioranza delle persone con esposizione di <b>2 minuti o meno</b>



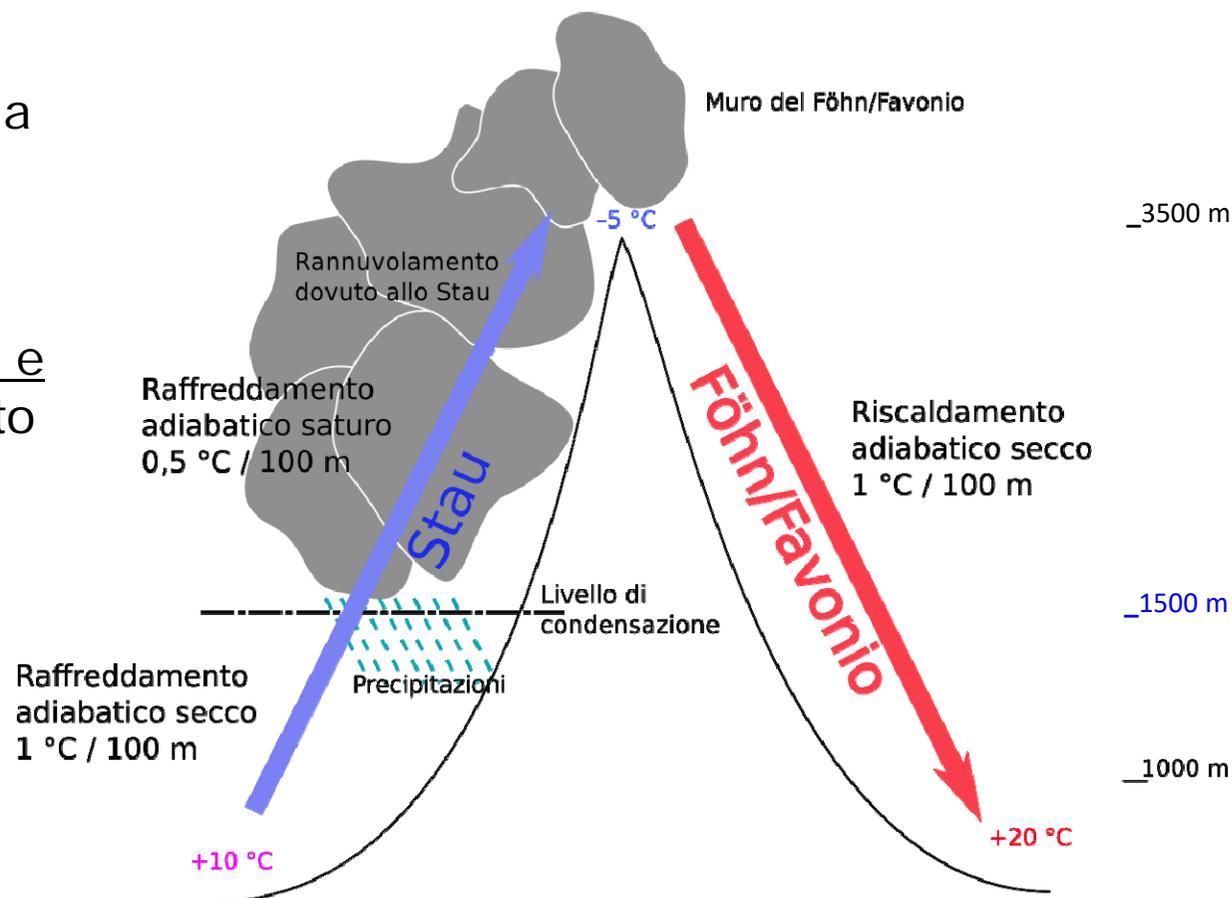
# Effetto Stau e Föhn



Quando una massa d'aria fredda e umida incontra un rilievo (Alpi o Appennini)

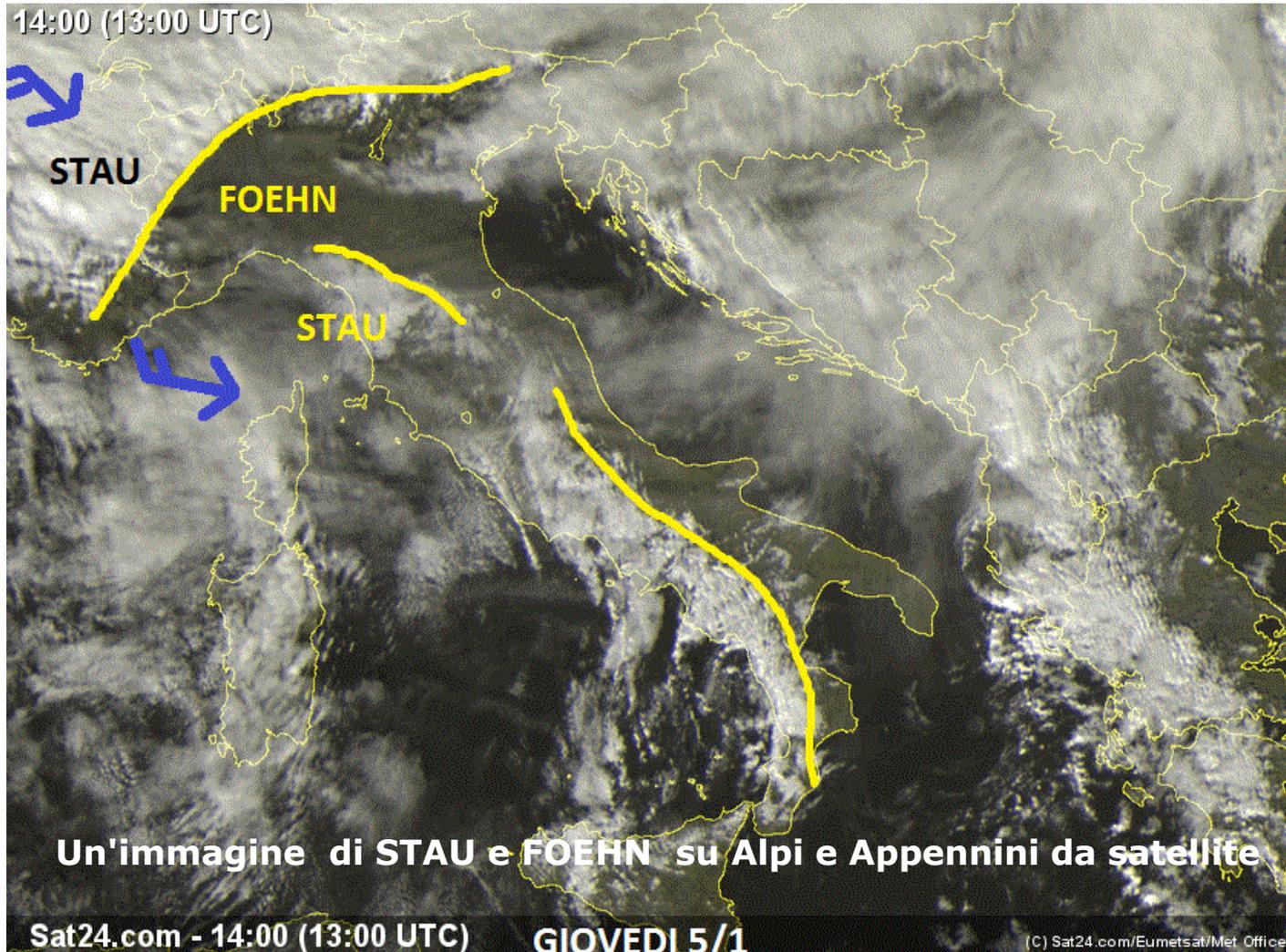
si innalza, condensa e perde umidità: effetto stau

scende priva di umidità e si scalda: effetto foehn





# Effetto Stau e Föhn





## 2. Previsioni meteo





## 2.1 Cosa sono



**Previsioni numeriche**

**Effetto farfalla**

**Modelli di previsioni**

**Accuratezza delle previsioni**

**Tipi di previsioni**



# Previsioni numeriche



La **previsione numerica del tempo** (Numerical Weather Prediction - NWP) significa prevedere l'evoluzione di alcune grandezze fisiche semplici o derivate come la **temperatura, il vento, l'umidità**, ecc., che caratterizzano lo stato dell'atmosfera. Si calcola tramite un **sistema di equazioni**, detto **modello matematico**, che utilizza le condizioni meteorologiche a un certo istante  $t_0$  (stato atmosferico) come input per la previsione meteorologica in istanti successivi (prognosi). Le equazioni, data la complessità e non linearità, non hanno una soluzione esatta e si risolvono con metodi di **analisi numerica** che impiegano supercalcolatori che considerano l'atmosfera suddivisa in un certo numero di volumi di dimensione finita. La dimensione dei volumi caratterizza la risoluzione spaziale di un modello numerico.

Il processo di produzione della **previsione numerica** può essere suddiviso in quattro fasi:

- 1) la raccolta delle osservazioni
- 2) la determinazione dello stato iniziale tramite l'assimilazione dati
- 3) la previsione col modello numerico e la post-elaborazione
- 4) la verifica delle previsioni



## Effetto farfalla



Perché le previsioni non sono mai valide oltre pochi giorni? Perché l'atmosfera è un sistema caotico, che tuttavia obbedisce a precise leggi, quelle del caos deterministico. La caratteristica di essere molto sensibili alle condizioni iniziali è nota come **EFFETTO FARFALLA**, scoperto nel 1963 dal fisico Lorentz

Cosa trovò Lorentz?

- dopo aver provato un modello previsionale sulla base dei dati iniziali di pressione, vento, temperatura e umidità, decise di ripetere l'esperimento con valori iniziali appena diversi, tralasciando i decimali oltre la terza cifra decimale (effetto farfalla).
- Contrariamente alle attese le previsioni divergevano al passare del tempo, fino a perdere ogni somiglianza.



# Modelli di previsioni



Ce ne sono una dozzina nel mondo:

**Europa** – ECMWF/CEPMMT Centro Europeo per le Previsioni Meteo a Medio Termine [www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int) (34 Paesi membri, 40 milioni di osservazioni, griglia da 18 a 5 km su 42 livelli, 4 corse al giorno 00, 06, 12, 18; 200 Teraflops di potenza di calcolo)

**Stati Uniti** – GFS/NCEP del NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) [mag.ncep.noaa.gov](http://mag.ncep.noaa.gov)

**Giappone** – JMA [www.jma.go.jp](http://www.jma.go.jp)

**Italia** – Aeronautica Militare [www.meteoam.it](http://www.meteoam.it)

Attendibilità: elevata **24÷48 h  $\geq$  80%**, media **48÷96 h  $\sim$  70%**, bassa **96÷144 h  $\sim$  60%**; oltre le 96 h (4 giorni) c'è solo una tendenza

Le previsioni numeriche sono fatte di 6 ore in 6 ore e hanno uno step temporale minimo di 20 minuti -> **diffidare delle previsioni ora per ora**: questo tipo di previsione non è affidabile **perché non esiste**

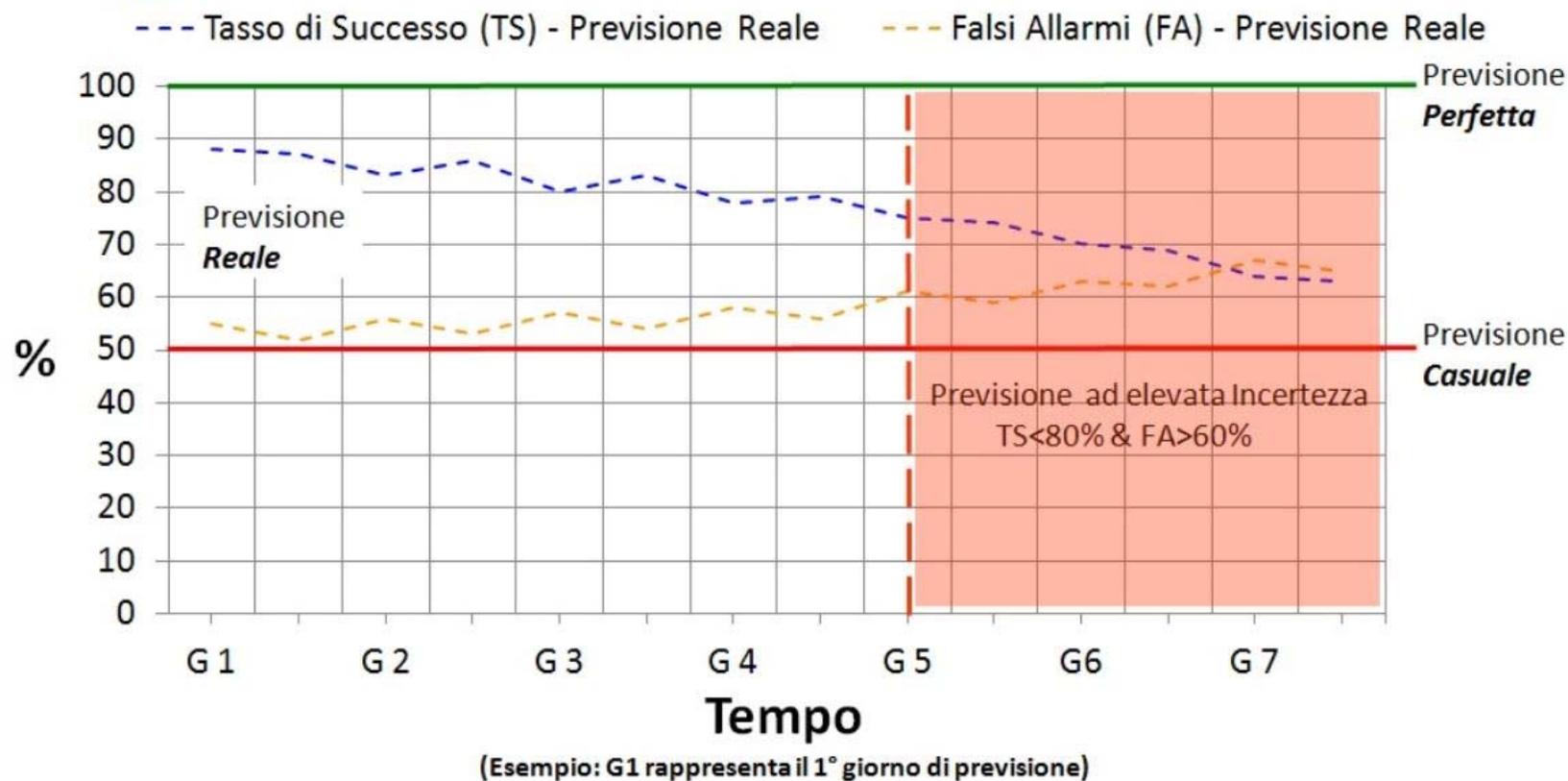


# Accuratezza delle previsioni meteo



## Accuratezza delle previsioni meteorologiche

<<Eventi di Pioggia sull'Italia - Periodo: 2012 - Indici POD & FAR in % (Tasso Successo & Falsi Allarmi)>>





# Tipi di previsioni



Le previsioni meteo si dividono a seconda **dell'area geografica** e **dell'intervallo temporale** di analisi.

A seconda **della dimensione dell'area considerata** si dividono in:

- **provinciali** (previsione locale, es. [meteo.provincia.bz.it](http://meteo.provincia.bz.it))
- **regionali** (una regione, es. [arpae.it/sim/?previsioni/regionali](http://arpae.it/sim/?previsioni/regionali))
- **nazionali** (un singolo stato, es. [meteoam.it/previsioni/italia](http://meteoam.it/previsioni/italia))
- **continentali** (un intero continente, es. [meteocenter.eu](http://meteocenter.eu))
- **globali** (tutto il globo, es. [www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int))

A seconda **dell'intervallo temporale di analisi** si distinguono previsioni:

- **now-casting** (meno di 24 ore)
- **a breve termine** (24-72 ore)
- **a medio termine** (meno di una settimana)
- **a lungo termine** (da una a due settimane)
- **stagionali** (che prevedono l'andamento generale dei fattori climatici piuttosto che fornire informazioni su singoli eventi)



## 2.2 A cosa servono

UFF... DOVREBBE  
ESSERE QUI!

Scegliere e decidere la gita

Ridurne il rischio





## Scegliere e decidere la gita



- **Scegliere l'abbigliamento adatto:** preparando per es. lo zaino in modo adeguato al tempo che troveremo
- **Scegliere il percorso migliore:** a iniziare dalla zona, prevedendo le modifiche necessarie per sottrarsi alle conseguenze di un peggioramento del tempo
- **Decidere di rinunciare alla gita stessa**
- **Ridurre i pericoli oggettivi:** dovuti al vento, al freddo e alla visibilità, evitando per es. i temporali o i pericoli dovuti alle condizioni del manto nevoso che troveremo



## Riduzione del rischio



Gli agenti atmosferici rappresentano una fonte importante di **pericoli oggettivi** (es. visibilità scarsa, freddo intenso, vento forte, fulmini). La meteorologia è uno strumento per minimizzarli, ma non può eliminarli. Il **rischio** connesso alla probabilità che questi eventi causino un danno si può **ridurre** del:

**70% A CASA** con pianificazione: studio dell'itinerario, meteo, bollettini

**15% SUL POSTO** con osservazione "macroscopica" a inizio gita: meteo, neve, valanghe presenti, valutazione del terreno

**10% SUL POSTO** con osservazione locale durante la gita (meteo, ...)

**5% RISCHIO RESIDUO** ineliminabile



# 3. Pianificazione uscita



**3.1 Raccolta informazioni**

**3.2 Valutazioni sul posto**



## 3.1 Raccolta informazioni



**Quali informazioni**

**Scala pericolo valanghe**

**Bollettino valanghe**

**Carte meteo**





## Quali informazioni recuperare



- Individuare zona gita su libri, carte topog, web (es. [Google Maps / Earth](#))
- Consultare le previsioni meteo nazionali (es. [www.meteoam.it/](http://www.meteoam.it/))
- Consultare i bollettini locali -> prevedono le stesse cose?  
(es. [meteotrentino.it/](http://meteotrentino.it/) o [meteocentrale.ch/it/meteo.html](http://meteocentrale.ch/it/meteo.html) per Alpi Pennine, Graie)
- Consultare le webcams (es. [www.meteosestola.it/webcam/appennino/](http://www.meteosestola.it/webcam/appennino/))
- Alcune carte di previsione utili:
  - **Stima della pioggia** (es. [www.arpae.it/sim/?osservazioni\\_e\\_dati/radar](http://www.arpae.it/sim/?osservazioni_e_dati/radar))
  - **Stima del manto nevoso** (es. [www.regione.vda.it](http://www.regione.vda.it), [www.arpa.veneto.it](http://www.arpa.veneto.it))
  - **Copertura nuvolosa** (es. [www.arpae.it/sim/?mappe\\_numeriche](http://www.arpae.it/sim/?mappe_numeriche) )
  - **Forza e direzione vento** (varie quote) ( " )
  - **Quota zero termico** (es. [www.meteoam.it/prodotti\\_grafici/zeroTermico](http://www.meteoam.it/prodotti_grafici/zeroTermico))
  - **Mappa delle isobare al suolo, isoipse a 850 hPa e a 500 hPa**  
(5500 metri circa) (es. [centrometeo.com/modelli-numerici/modelli-globali/4033-gfs-mslp-500hpa-temp](http://centrometeo.com/modelli-numerici/modelli-globali/4033-gfs-mslp-500hpa-temp))



# La Scala Europea del pericolo valanghe



I bollettini valanghe contengono una valutazione del pericolo in linea con la Scala Europea del pericolo valanghe. Ci sono cinque differenti categorie di pericolo di valanga e a ognuna di esse viene associato il comportamento da osservare in considerazione del diverso livello di rischio.

Icona	Stabilità del manto nevoso	Probabilità di distacco di valanghe
 	Il manto nevoso è in generale debolmente consolidato e per lo più instabile.	Sono da aspettarsi numerose valanghe spontanee molto grandi e spesso anche valanghe di dimensioni estreme, anche su terreno moderatamente ripido*.
 	Il manto nevoso è debolmente consolidato sulla maggior parte dei pendii ripidi*.	Il distacco è probabile già con un debole sovraccarico** su molti pendii ripidi*. Talvolta sono da aspettarsi numerose valanghe spontanee di grandi dimensioni e spesso anche molto grandi.
 	Il manto nevoso presenta un consolidamento da moderato a debole su molti pendii ripidi*.	Il distacco è possibile già con un debole sovraccarico** soprattutto sui pendii ripidi indicati*. Talvolta sono possibili alcune valanghe spontanee di grandi dimensioni e, in singoli casi, anche molto grandi.
 	Il manto nevoso è solo moderatamente consolidato su alcuni pendii ripidi*, altrimenti è generalmente ben consolidato.	Il distacco è possibile principalmente con un forte sovraccarico** soprattutto sui pendii ripidi* indicati. Non sono da aspettarsi valanghe spontanee molto grandi.
 	Il manto nevoso è in generale ben consolidato e stabile.	Il distacco è generalmente possibile solo con forte sovraccarico** su pochissimi punti sul terreno ripido estremo*. Sono possibili solo piccole e medie valanghe spontanee.

- \* Le parti di terreno dove il pericolo è particolarmente pronunciato vengono descritte più dettagliatamente nel bollettino delle valanghe (ad es. quote, esposizione, forma del terreno ecc.).
  - o terreno moderatamente ripido: pendii meno ripidi di circa 30 gradi
  - o pendio ripido: pendii più ripidi di circa 30 gradi
  - o terreno ripido estremo: particolarmente sfavorevole ad es. dal punto di vista di pendenza (più ripidi di circa 40 gradi), forma del terreno, prossimità alle creste o proprietà del suolo
- \*\* Sovraccarico:
  - o debole: sciatore o snowboarder che effettua curve dolci, che non cade; escursionista con racchette da neve; gruppo che rispetta le distanze di sicurezza (minimo 10 m)
  - o forte: due o più sciatori o snowboarder che non rispettano le distanze di sicurezza mezzo battipista; esplosione



# Il bollettino nivo-meteorologico



## Previsioni del manto nevoso/valanghe

- AINEVA bollettini valanghe (es. [www.aineva.it/bollettini/](http://www.aineva.it/bollettini/))
- METEOMONT serv.naz.prev. valanghe (es. [www.meteomont.gov.it/infoMeteo/](http://www.meteomont.gov.it/infoMeteo/))
- **EAWS** European Avalanche Warning Services (es. [www.avalanches.org/](http://www.avalanches.org/))

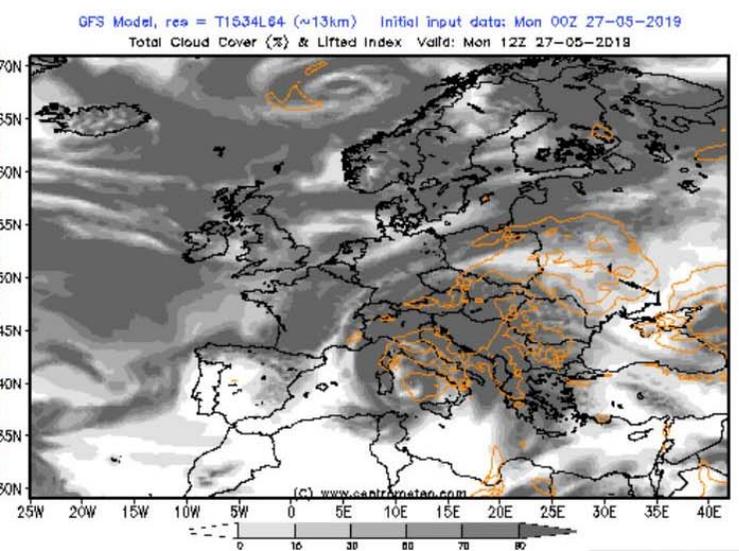
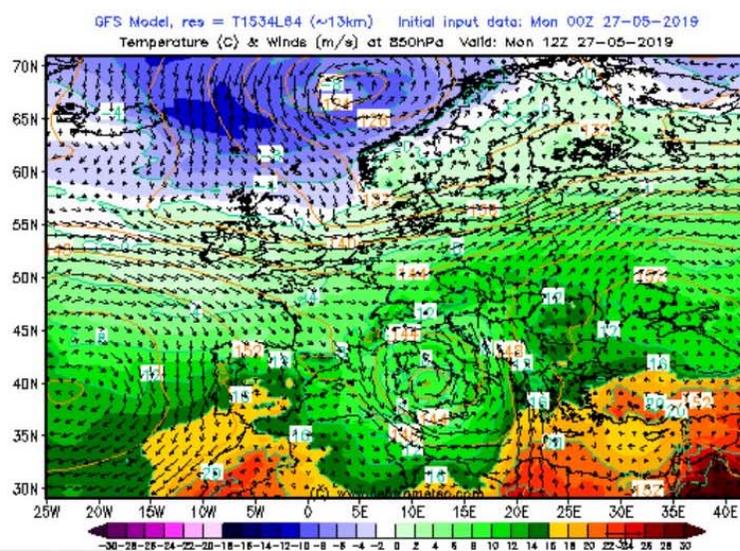
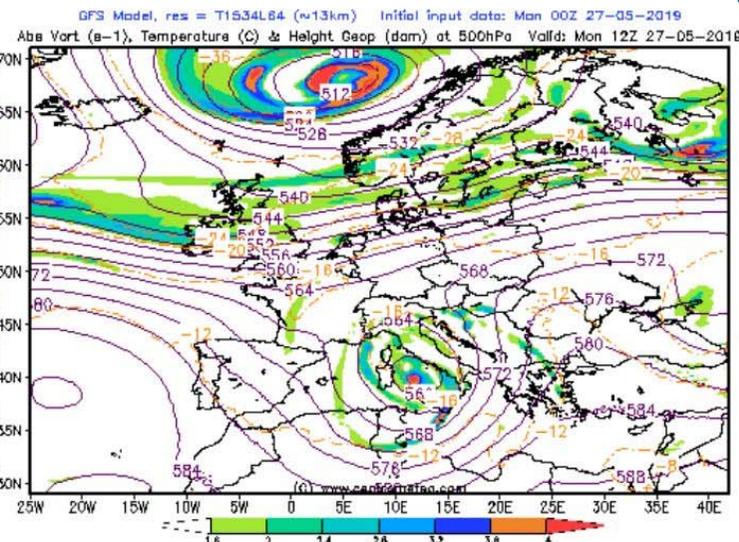
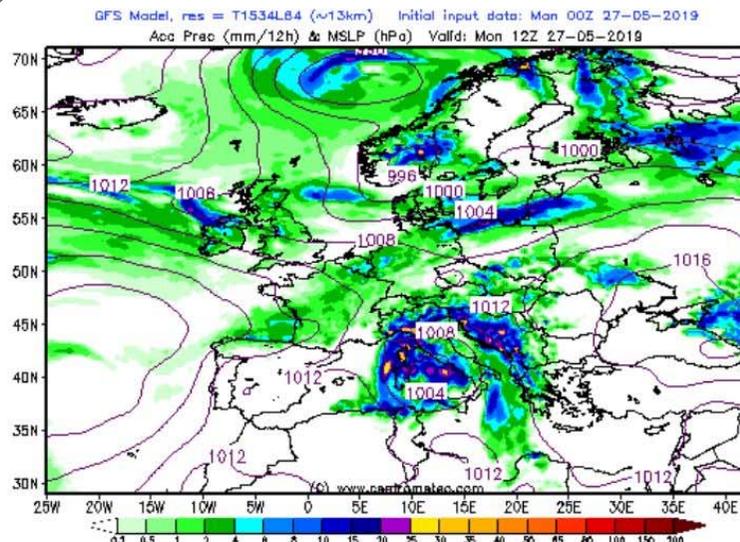
Il Bollettino Neve e Valanghe descrive il **Grado di Pericolo Valanghe** in atto e quello previsto in funzione all'evoluzione dei parametri meteorologici che incidono sulla sua stabilità. Va interpretato e varia in funzione dell'ora e luogo

Per **Pericolo Valanghe** si intende il grado di instabilità potenziale del manto nevoso, in funzione al suo consolidamento, indipendentemente dal fatto che questo insista su attività antropica. Definisce il grado di pericolosità di una certa area in funzione della tipologia, dimensione, quantità e frequenza delle valanghe che vi si possono innescare; ossia la probabilità che si verifichino collassi di masse nevose in una certa area in un definito intervallo di tempo.

Il **Bollettino Neve e Valanghe** descrive il pericolo di valanghe, ma non il rischio. Per Rischio Valanghe si intende invece l'eventualità che, in una data zona, una valanga prefigurata e/o attesa si verifichi incidendo sull'ambiente fisico in modo da arrecare un danno all'uomo o alle sue attività. Sussiste pertanto la probabilità che effettivamente, in seguito a fenomeni valanghivi, emergano danni o vittime.

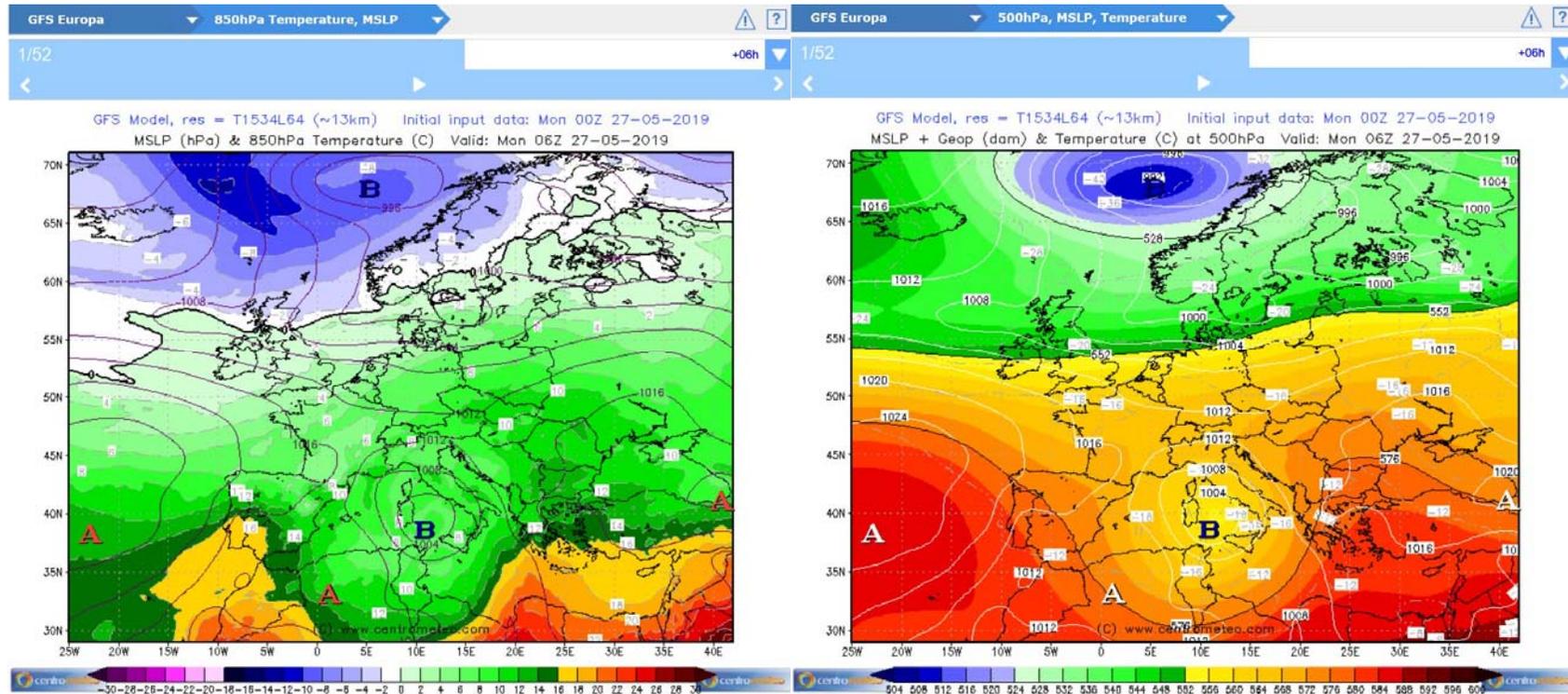


# Carte meteo





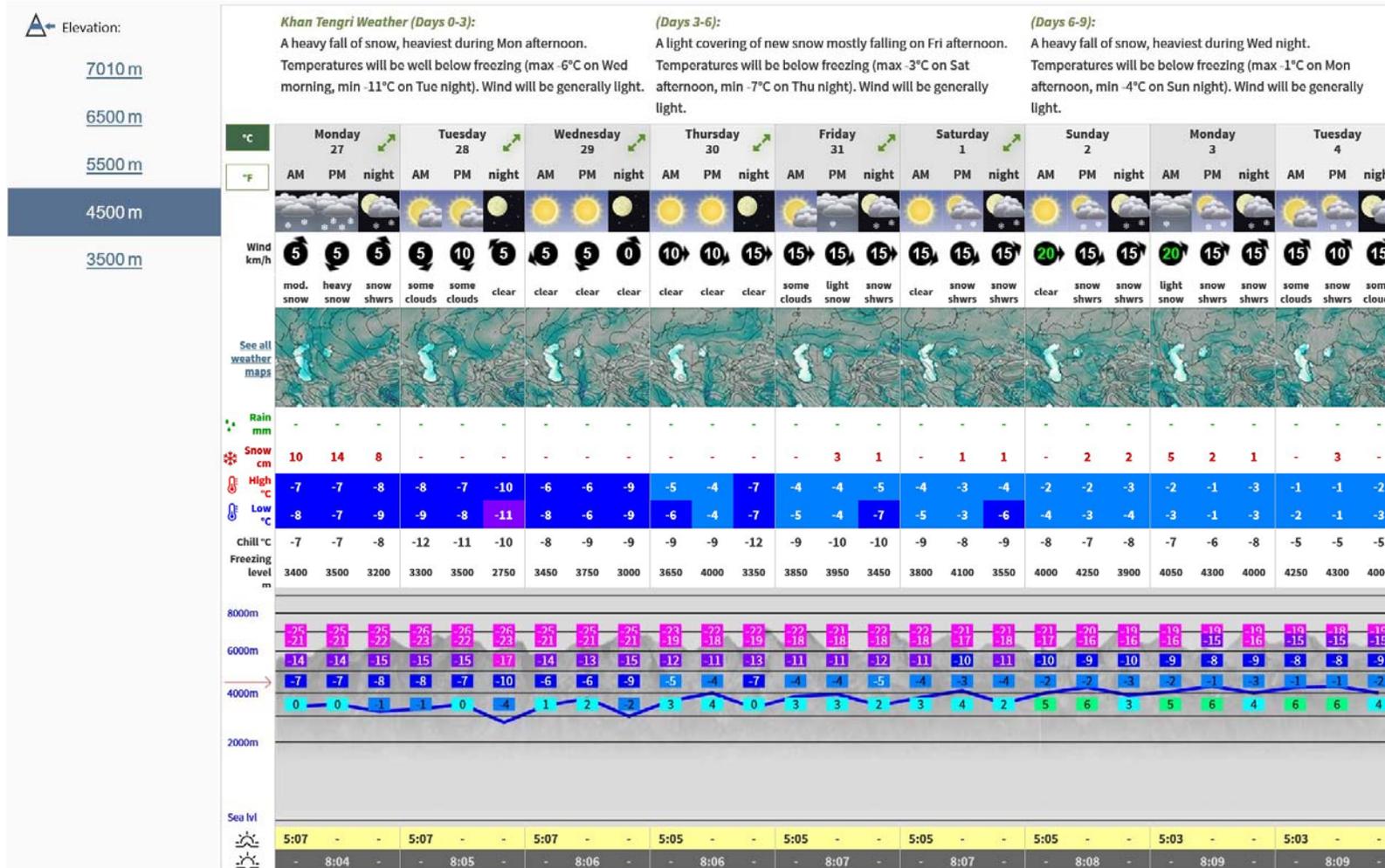
# Carte delle isoipse a 850 e 500 hPa



Fonte: [centrometeo.com/modelli-numerici/modelli-globali/4033-gfs-mslp-500hpa-temp](http://centrometeo.com/modelli-numerici/modelli-globali/4033-gfs-mslp-500hpa-temp)



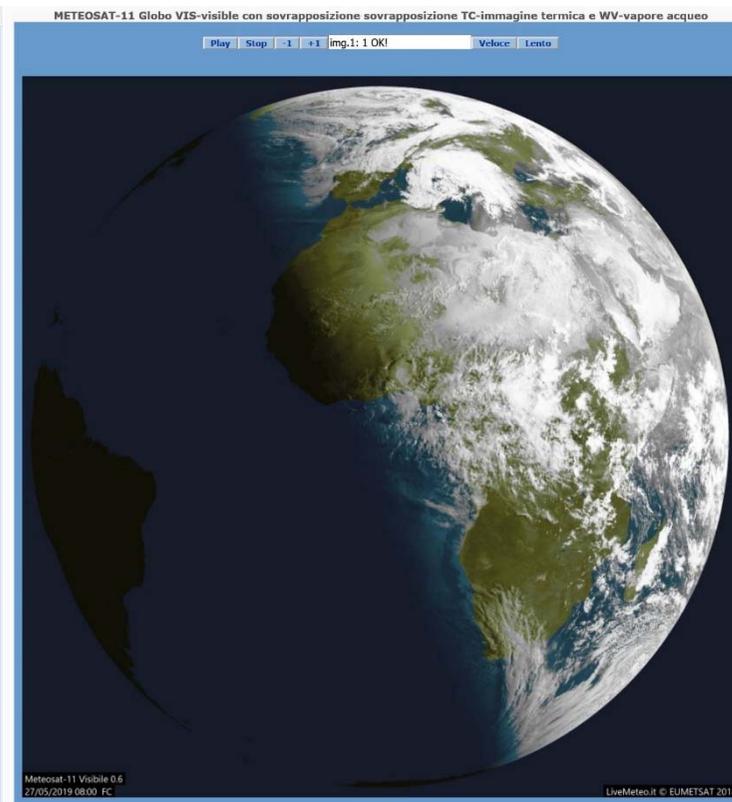
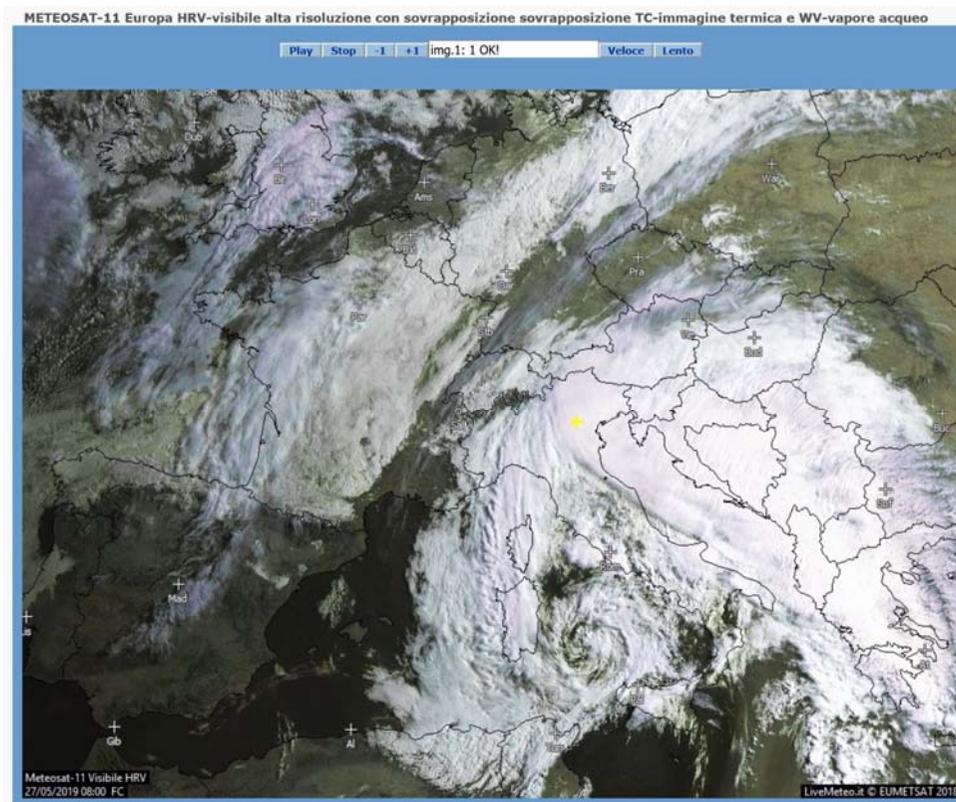
# Carta meteo (per una montagna)



Fonte: [mountainforecast.com/](http://mountainforecast.com/)



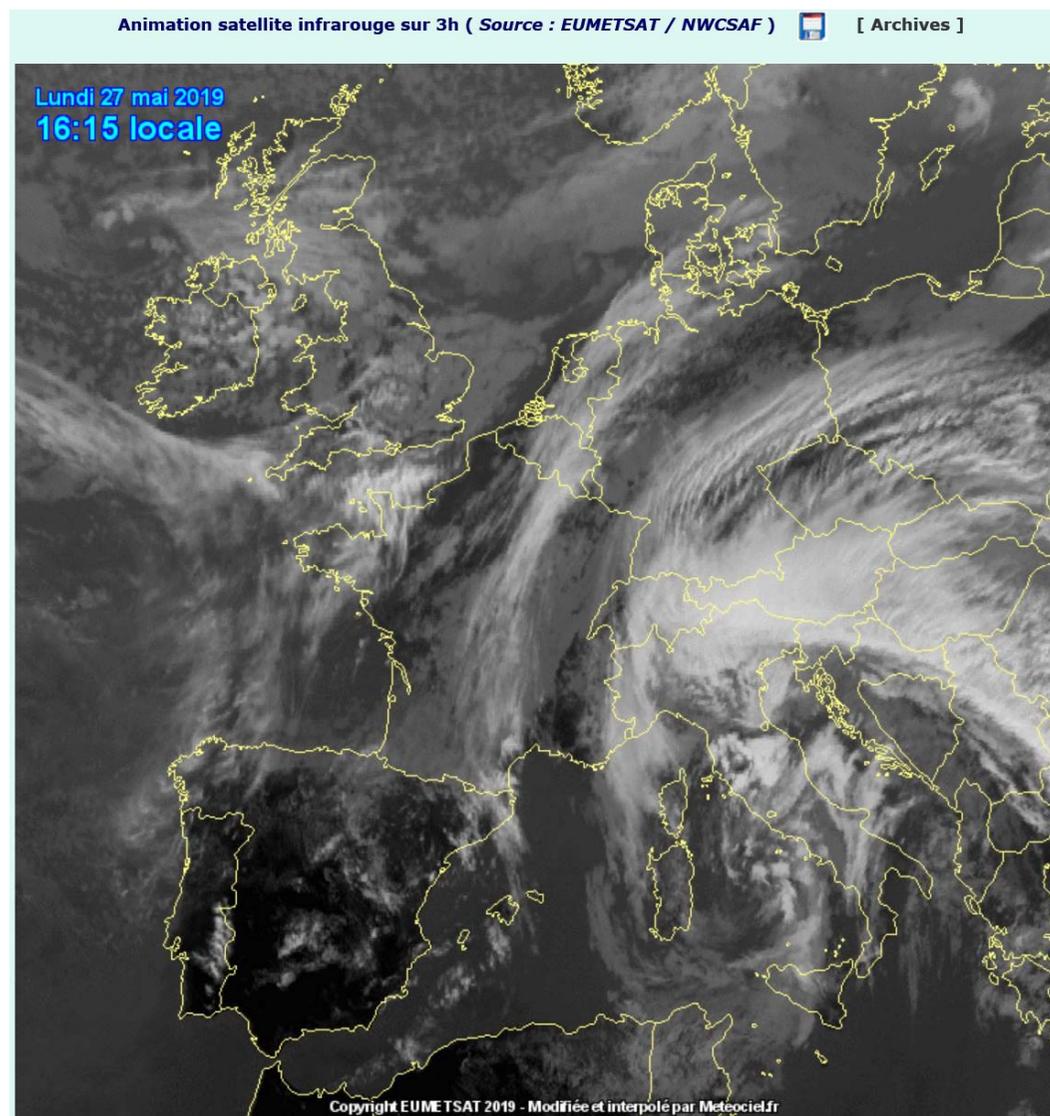
# Carte da satellite (VIS, TC, WV)



Fonte: [livemeteo.it/meteosat10vis](http://livemeteo.it/meteosat10vis)



# Carte da satellite: infrarosso



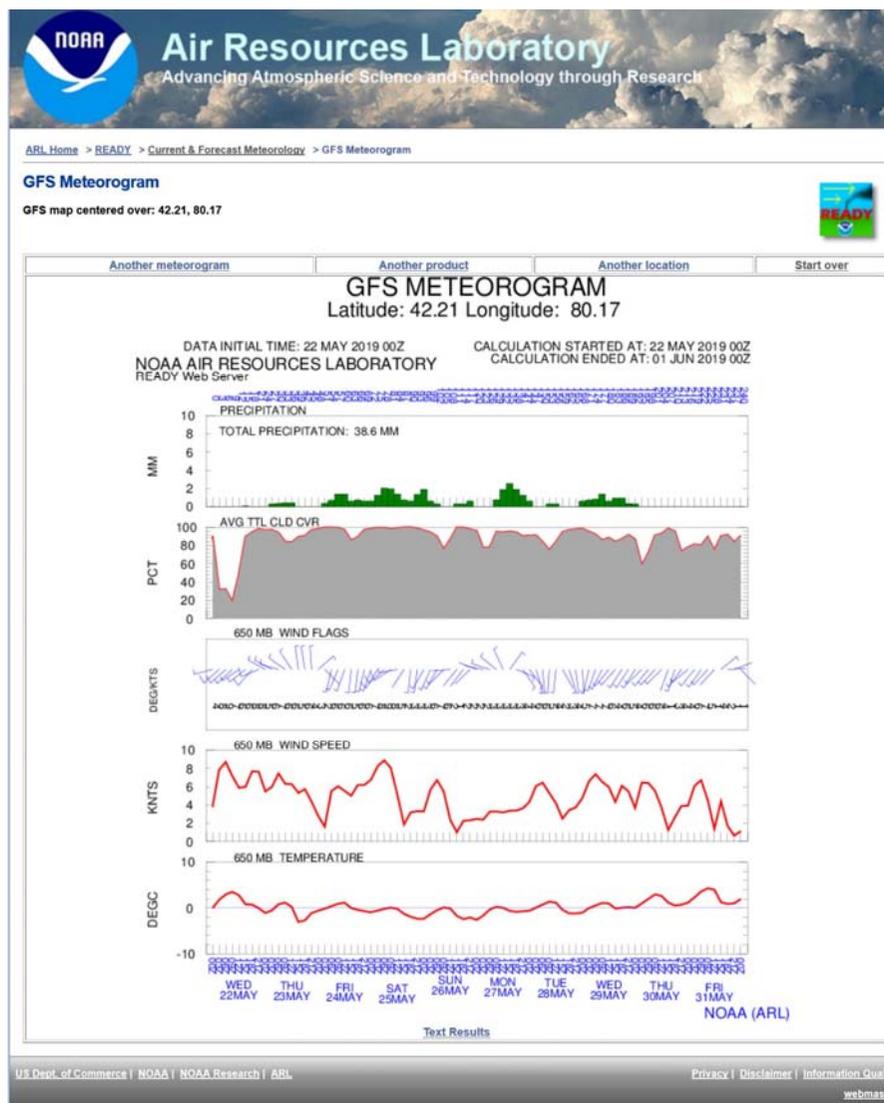
Fonte: meteociel.fr



# Carta meteo locale (meteogramma)



Meteogramma personalizzato del NOAA a 10 gg per il Khan Tengri con precipitazioni tot, copertura nuvolosa, direzione del vento, velocità e temperatura a 4000 m



Fonte NOAA: [ready.arl.noaa.gov/READYcmnet.php](http://ready.arl.noaa.gov/READYcmnet.php)



# Esempio bollettino valanghe



**Bollettino Valanghe**  
 Blog  
 Neve & Meteo →  
 Educazione & Prevenzione →  
 Altro →

DE IT EN

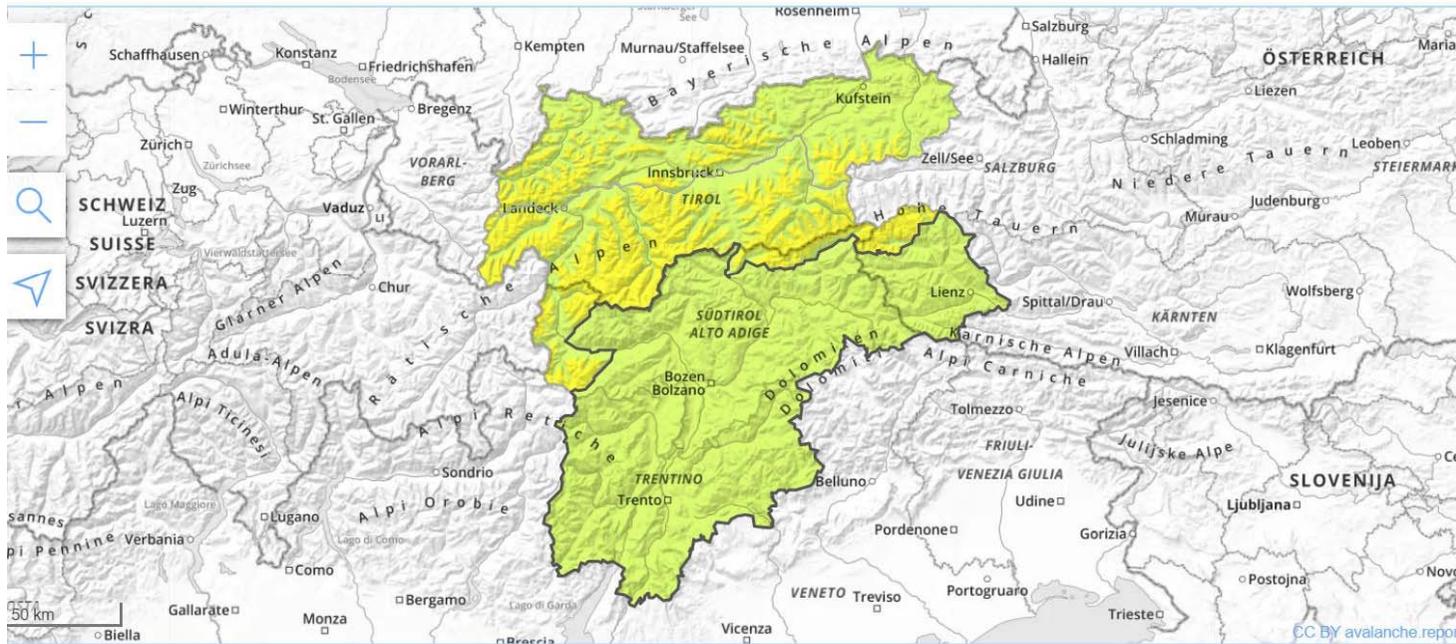


**giovedì 23/1/2020**

Publicato il 22/1/2020 alle ore 17:00

← 22/1

[Archivio](#)



Evidenzia regioni con uno specifico **problema valanghivo**



**Gradi di pericolo**





## 3.2 Valutazioni sul posto



Che fare ?





## Che fare sul posto



- **Osservo:** i segnali della montagna (rumori, creste di neve ecc.) e del tempo (se il cielo tende a scurirsi, se già di primo mattino si formano nuvole sviluppate verticalmente, se la pressione cala, se aumenta la foschia, se è afoso in valle, scie aerei, come varia in direzione e intensità il vento)
- **Interpreto:** conoscenza ed esperienza



### **Adotto i comportamenti adeguati alla situazione:**

- **Modifico l'escursione:** per sottrarmi alle conseguenze di un peggioramento del tempo o di una zona a rischio valanghe
- **Rinuncio/Interrompo:** risparmiando tempo, fatica e rischi



## 4. Conclusioni e cose da ricordare



La meteorologia contribuisce alla pianificazione di un'escursione, riducendone i rischi. Le previsioni, per quanto accurate, hanno natura aleatoria e sono sempre soggette a errori. **Nel dubbio, meglio applicare il principio di massima prudenza** (anche sul posto), rinunciando a una gita o reindirizzandola ove le condizioni meteo risultassero cattive o in peggioramento.

**Buona ciaspolata!**

**Ricordare che mentre un'escursione può sempre essere riprogrammata le conseguenze** di una sottovalutazione del pericolo rappresentato dalle valanghe, **no**.