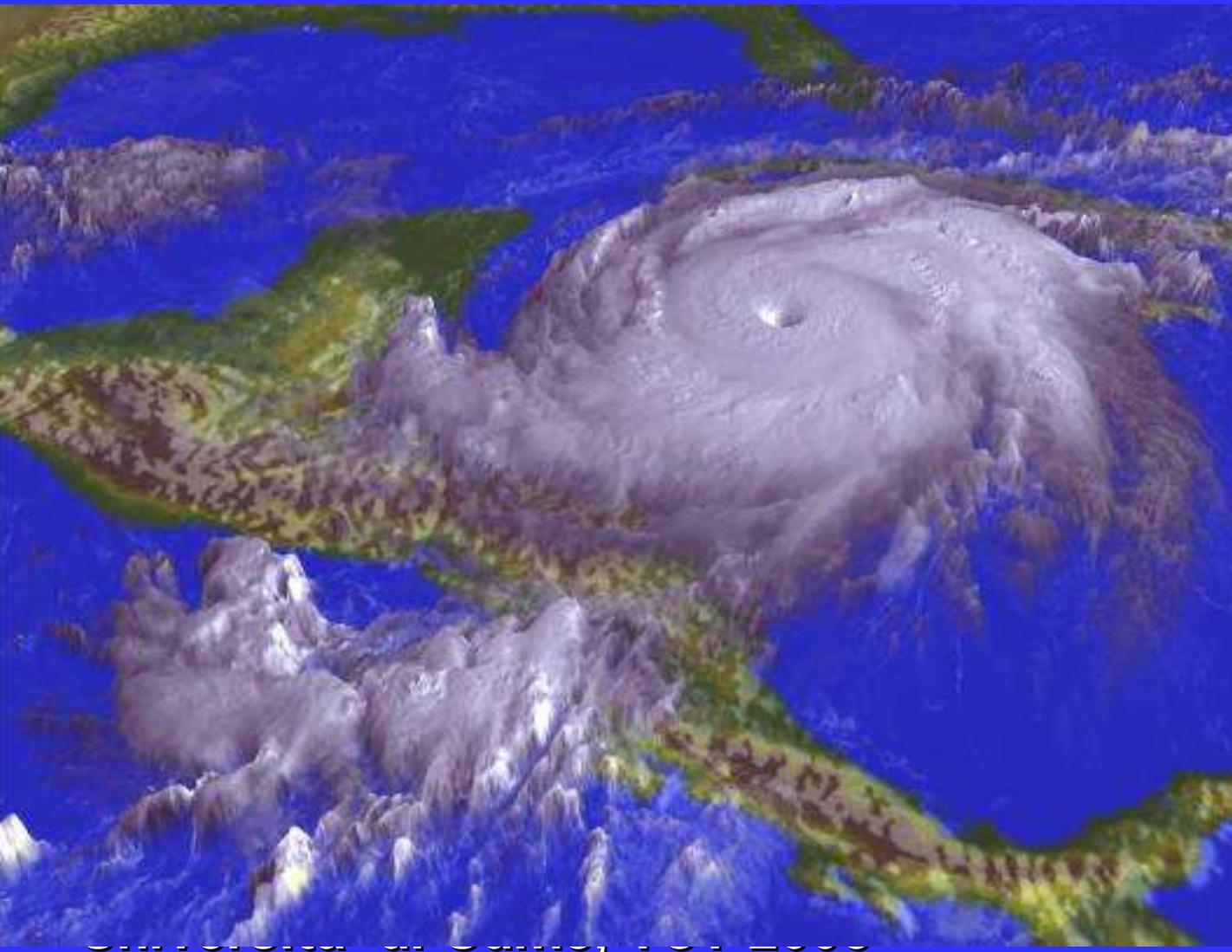


Cenni di Meteorologia



M. Cobal, INFN Trieste e Università di Udine,
YCT Ottobre 2005

Meteorologia

esamina tutti i fenomeni che avvengono all'interno dell'atmosfera

ATMOSFERA

È costituita dal 78% da AZOTO

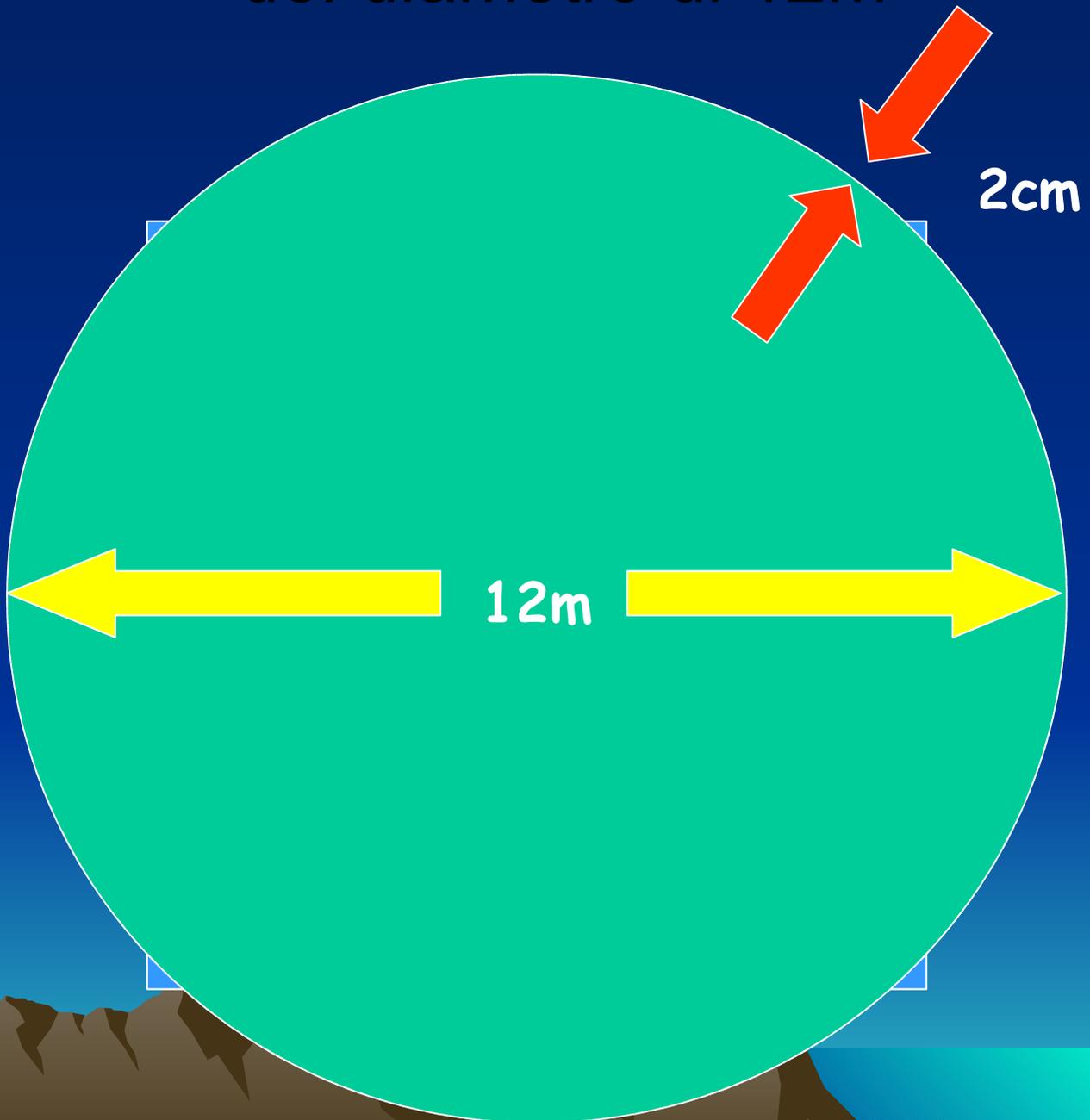
Dal 21% da

OSSIGENO

Dal restante 1% da

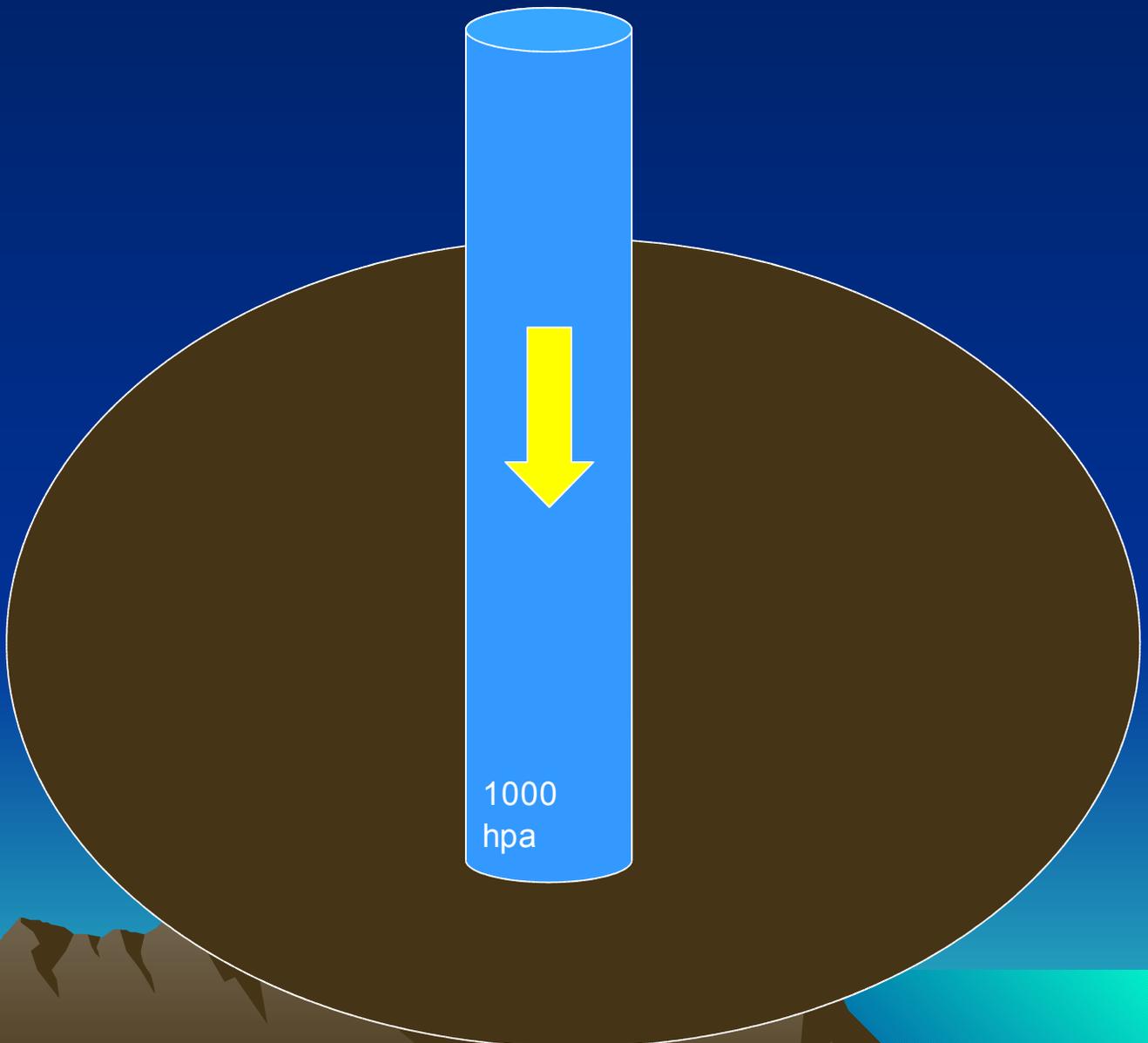
ALTRI GAS

L'atmosfera è sottilissima: il 90,5%
è contenuta nei primi 20 km su
6000 Km di raggio terrestre in
pratica 2cm su un mappamondo
del diametro di 12m



La pressione e' il carico esercitato da una colonna di atmosfera sull'unita' di superficie (circa 1 kg/cm²).

La **PRESSIONE** (peso/unità di superficie) diminuisce con la quota



La Terra è immersa in una massa d'aria che esercita sulla sua superficie un carico pari a 1.033 grammi per centimetro quadrato, se il carico è misurato sul livello del mare ad una temperatura di 0° C e a 45° di **latitudine**.

Questo carico è dovuto alla gravità e al peso degli strati soprastanti. Quindi la pressione dell'aria è massima alla superficie della Terra e diminuisce progressivamente salendo in altitudine.



- Le indicazioni piu' utili per una previsione del tempo si ottengono non dal valore ASSOLUTO della pressione , ma dalle variazioni nelle ultime ore.
- Isallobare: linee che uniscono punti nei quali si è verificata la stessa variazione di pressione
- La pressione si misura con il barometro
- L'unità di misura è l'atmosfera, pari al carico esercitato da una colonnina di mercurio di 760 millimetri con sezione di 1 centimetro quadrato.
- In meteorologia si usava un'unità di misura differente, il millibar, che corrisponde a circa 1/1.000 di un'atmosfera

- L'Unità di Misura in meteorologia è l'ettopascal (hPa) = 100 Pascal (SI). Prima si usavano anche i millibar, pari agli hPa, Altre unità: millimetri di mercurio (mmHg) e le atmosfere.

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1013,2 \text{ mbar} = 101320 \text{ Pa} = 1013,2 \text{ hPa}$$

- Esistono semplici regole per trasformare una misura in hPa in una in mmHg o viceversa:
 - per passare da hPa a mmHg, si moltiplica per $3/4$;
 - per passare da mmHg a hPa si moltiplica per $4/3$.
- La pressione dipende da vari fattori: altitudine, temperatura, umidità

- Salendo di quota la pressione diminuisce. Eg: fastidio che si prova alle orecchie durante il cambio di altitudine: il cambio di pressione atmosferica non è bilanciato da un'uguale variazione della pressione che agisce sulla parte interna del timpano. Sbadigliando o deglutendo si ripristina l'equilibrio.
- Non esiste una relazione precisa tra quota e pressione. Vari fattori (temperatura e umidità) possono influenzare i risultati.
- Si può assumere alle basse quote una variazione della pressione con la quota di:

1 hPa ogni 8 metri

Quota

Stratopausa

Stratosfera: la temperatura aumenta con la quota

Tropopausa

Troposfera: la temperatura diminuisce con la quota

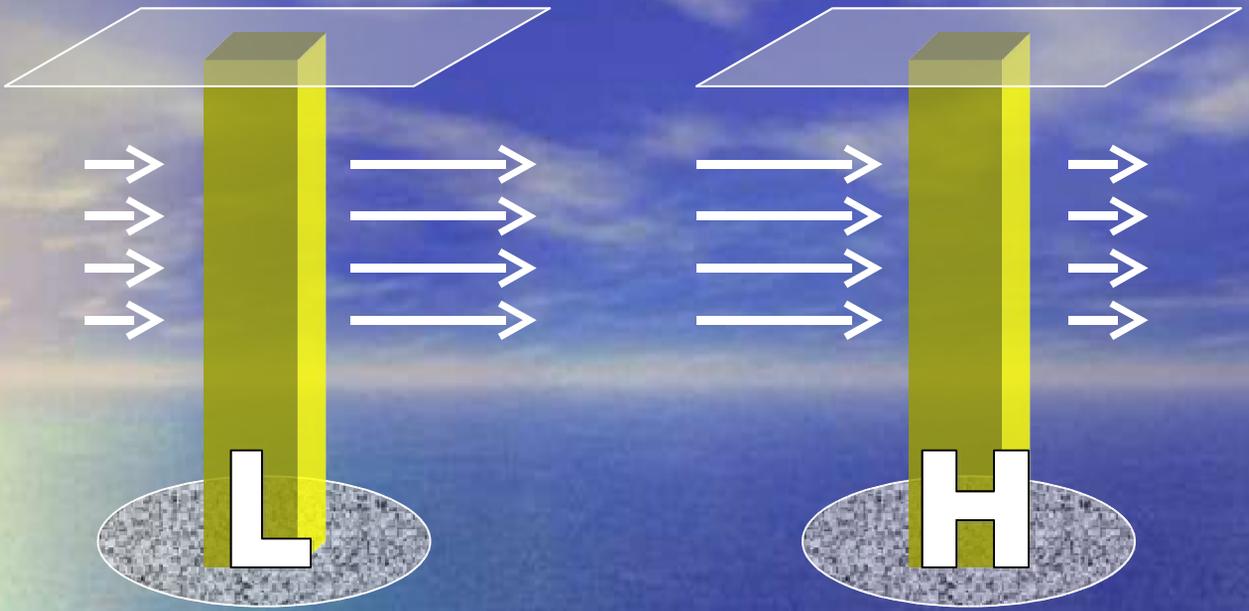
Temperatura



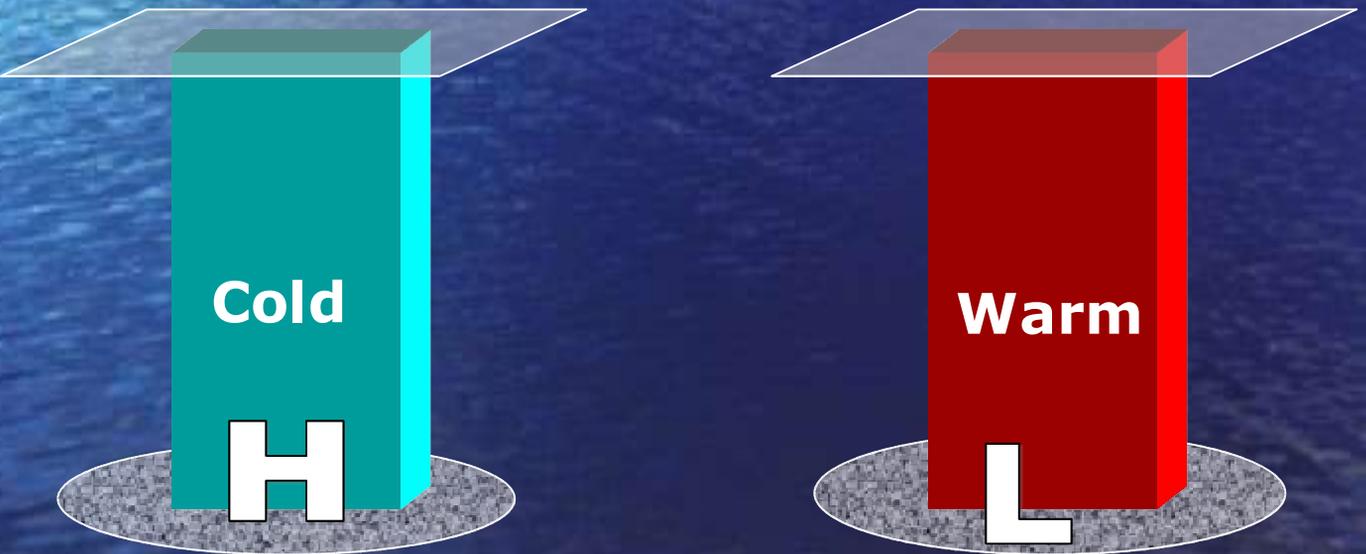
La pressione scende quando sale la temperatura. Infatti, se la temperatura aumenta l'aria si dilata, andando ad occupare un volume maggiore benché la sua massa rimanga costante. Così si verifica una diminuzione del peso e quindi della pressione esercitata. Viceversa, quando la temperatura scende si avranno degli aumenti di pressione.

Anche l'**umidità** gioca un ruolo importante nelle variazioni di pressione. Infatti, se nell'aria è presente vapore acqueo, significa che esso ha sostituito altri elementi più pesanti come azoto o ossigeno. Da ciò deriva che più l'aria è umida, più è leggera e di conseguenza esercita una minore pressione.

Variazioni di pressione



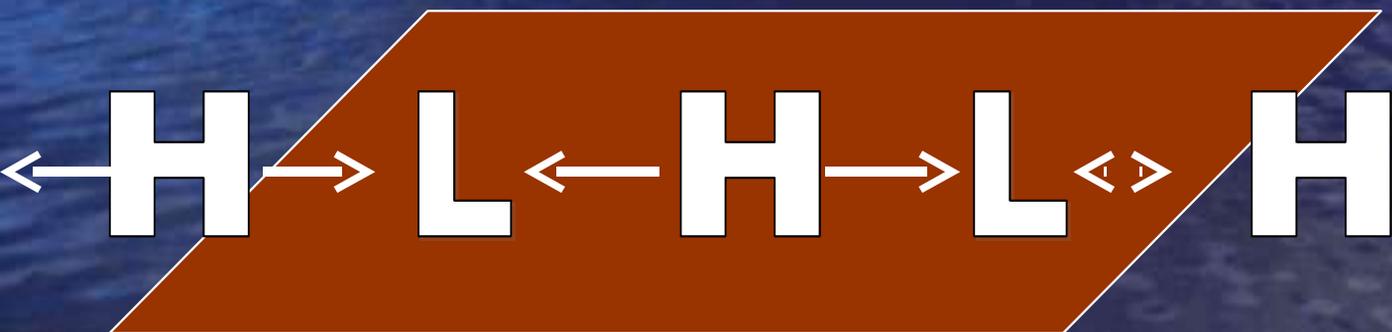
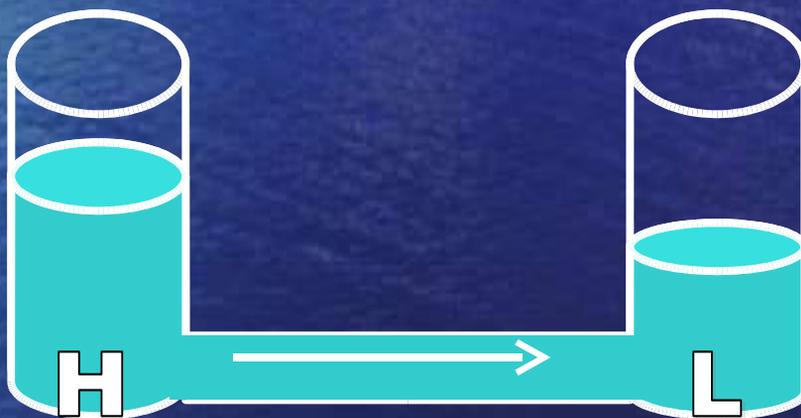
Variazioni di Temperatura



Colonna fredda = pressione alta

Colonna calda = pressione bassa

Sulla Terra esistono zone sottoposte a pressioni diverse ma l'aria tende a spostarsi dalle zone a maggiore carico, quindi ad alta pressione, alle zone a bassa pressione, sottoposte a un carico minore. Il vento è quindi uno spostamento d'aria tra due punti in condizioni di pressione differenti.



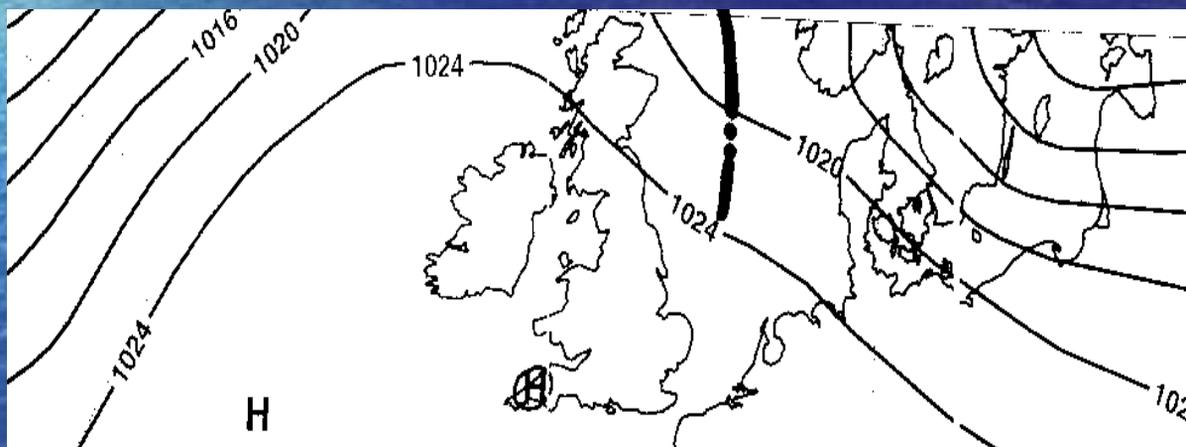
VARIAZIONI DI PRESSIONE

- Nelle ore più calde l'aria a contatto con il suolo si riscalda, si dilata e, spinta dalla forza di Archimede, sale nell'atmosfera.
- Si accumulano molecole d'aria nella parte alta dell'atmosfera, e l'aria diverge verso l'esterno della colonna.
- Al suolo la pressione diminuisce (negli alti strati aumenta).
- Al contrario, un raffreddamento del suolo causa un raffreddamento degli strati più bassi dell'atmosfera che, più pesanti, cadranno lentamente verso il suolo; il vuoto lasciato negli strati alti richiama aria dalle zone circostanti.
- La pressione al suolo aumenta perché è cresciuto il numero di molecole d'aria contenute nella colonna in esame (negli alti strati si registra un calo della pressione).

ALTA PRESSIONE

Vasta area in cui la pressione atmosferica ha un valore più alto che nelle zone circostanti. Nelle carte al suolo il suo centro è contraddistinto dalla lettera H, è indice di bel tempo.

un area di alte pressioni è chiamata
ANTICICLONE



I venti nelle zone di alta pressione soffiano in verso orario nell'emisfero nord, antiorario in quello sud.

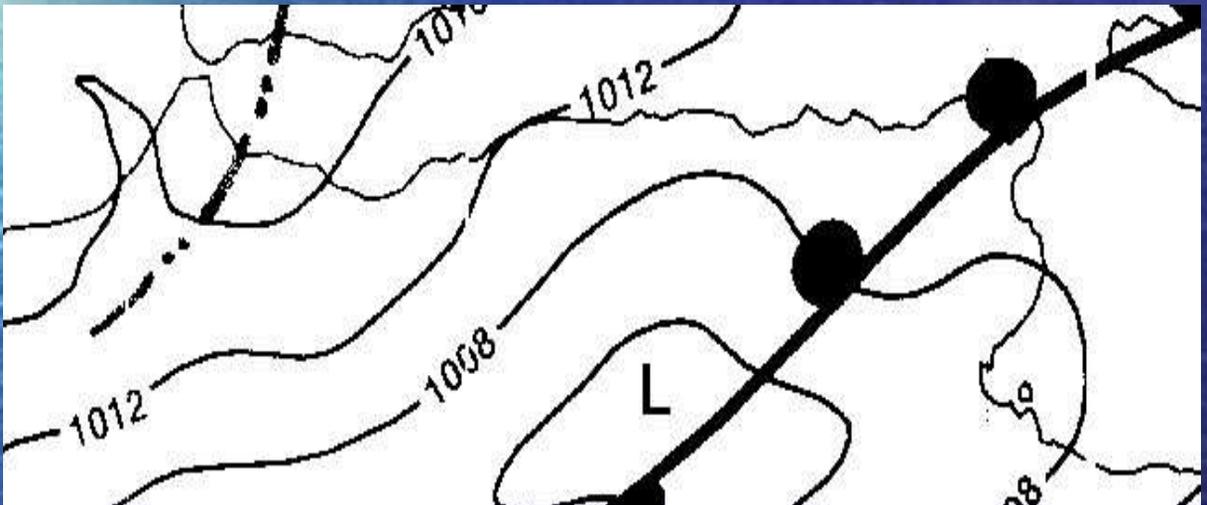


BASSA PRESSIONE

Vasta area in cui la pressione atmosferica ha un valore inferiore alle zone circostanti. Nelle carte al suolo il suo centro è contraddistinto dalla lettera L, è indice di brutto tempo.

un area di bassa pressione è chiamata

CICLONE o DEPRESSIONE



I venti nelle zone di bassa pressione soffiano in verso antiorario nell'emisfero nord, orario in quello sud.

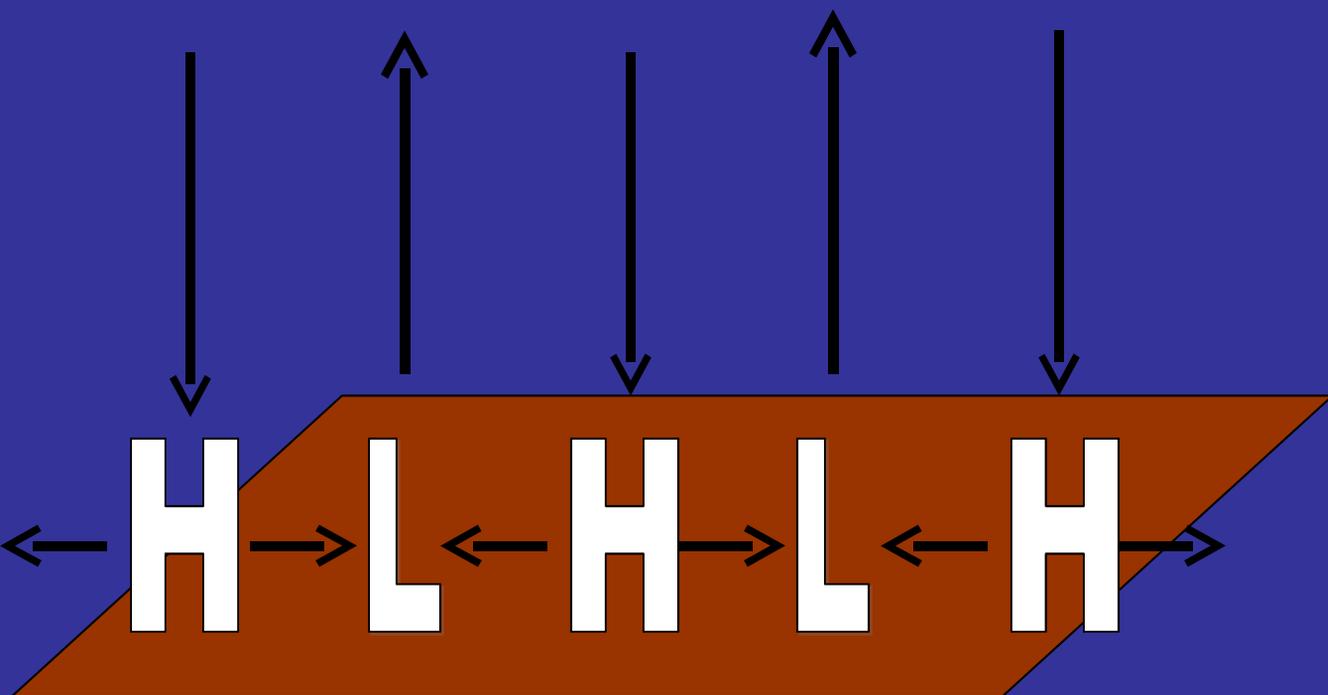


VARIAZIONI DI PRESSIONE

- Nelle zone cicloniche l'aria è spinta da moti ascensionali verso l'alto, da dove poi viene spinta verso l'esterno della colonna. Il numero di molecole nella colonna diminuisce e la pressione al suolo cala.
- In una zona anticiclonica l'aria è spinta dall'alto verso il basso, richiamando molecole d'aria negli alti strati della colonna. Il numero totale di molecole nella colonna aumenta e la pressione al suolo cresce.
- Variazioni della pressione dipendono anche dall'arrivo di masse d'aria con caratteristiche termiche diverse. Aria calda in quota, più leggera, comporta un calo della pressione, mentre aria fredda, più pesante, causa un aumento della pressione.

L' aria converge nelle regioni di bassa pressione e si alza. Il Vapore condensa e forma nuvole e precipitazioni.

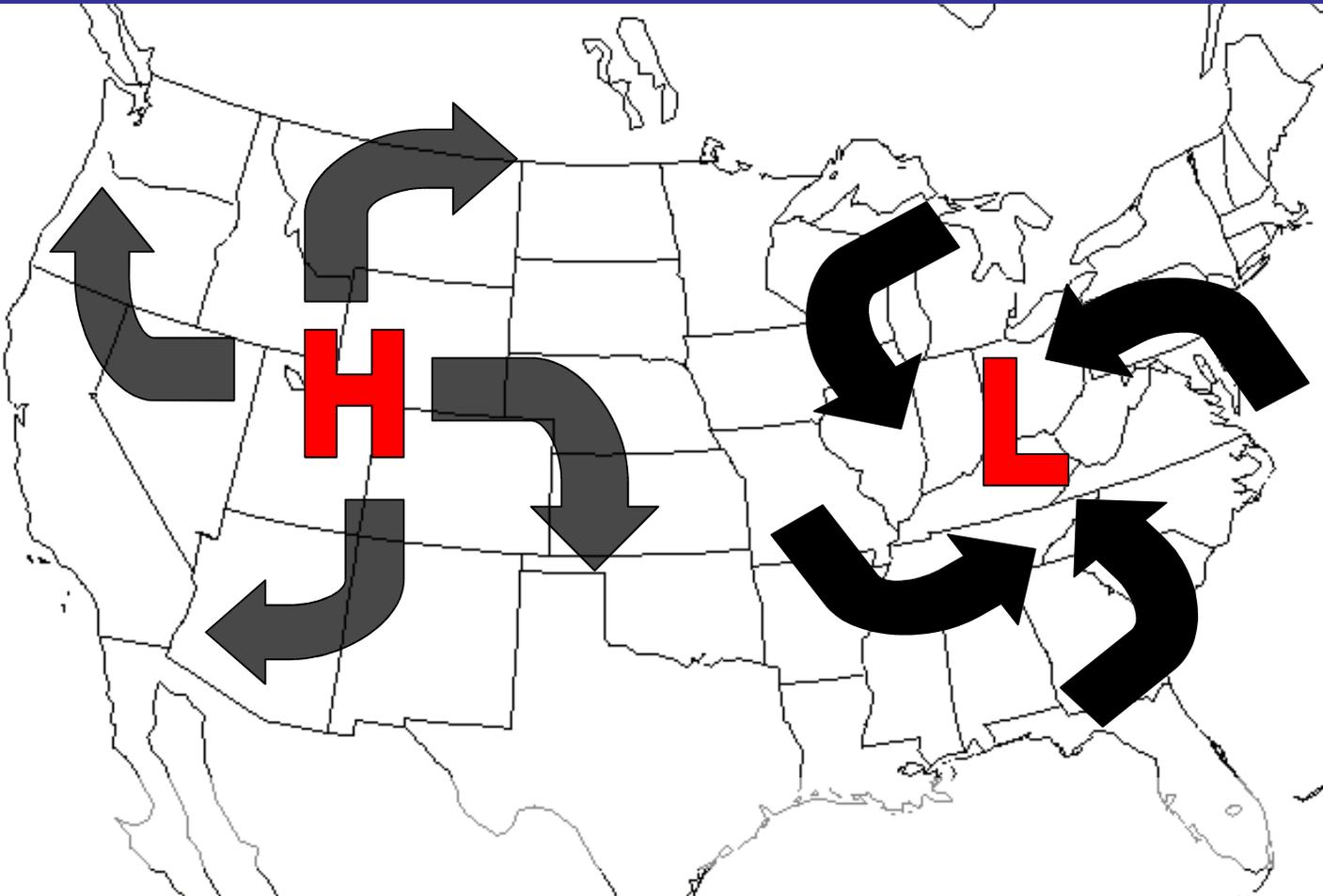
La bassa pressione porta tempo nuvoloso ed umido



L' aria diverge dalle regioni ad alta pressione e si abbassa, riscaldandosi.

L' alta pressione porta tempo bello e secco

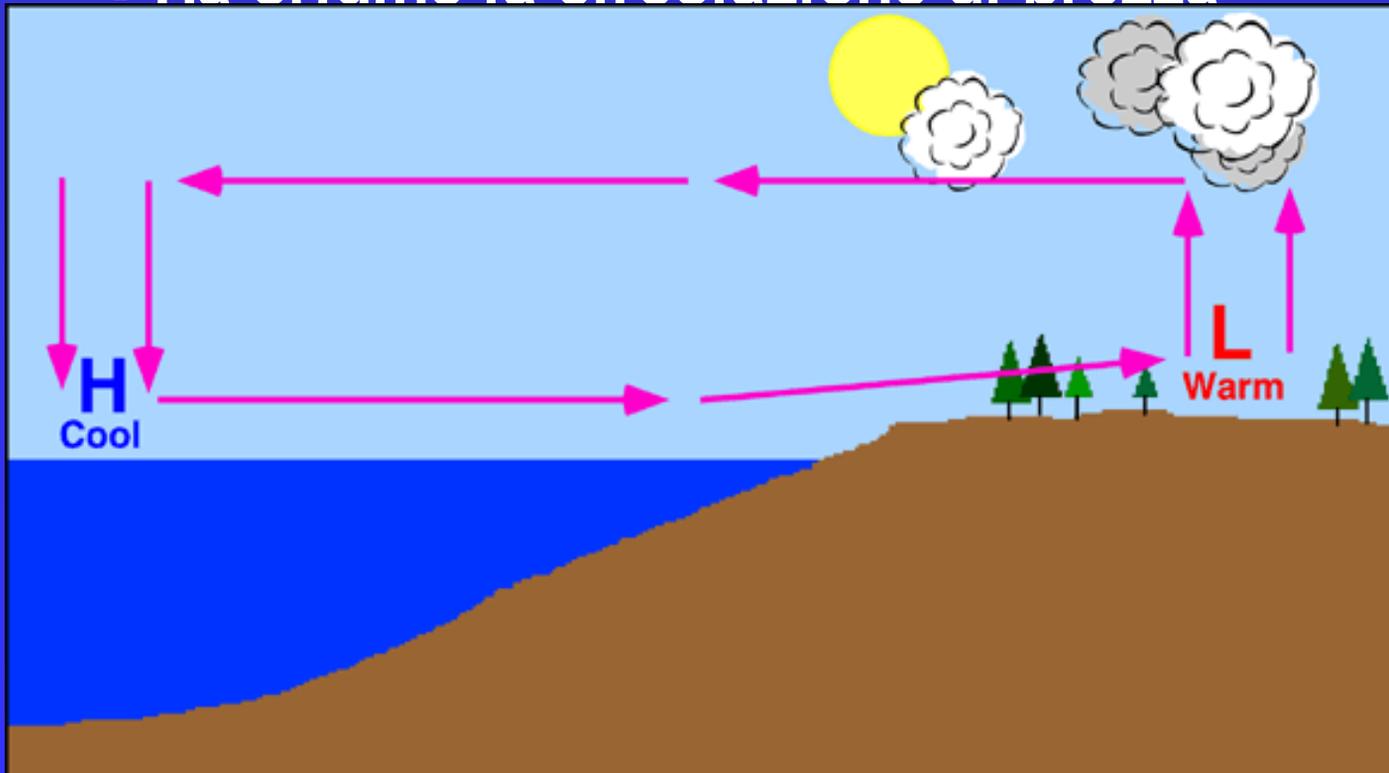
La Realtà è piu'
complessa..



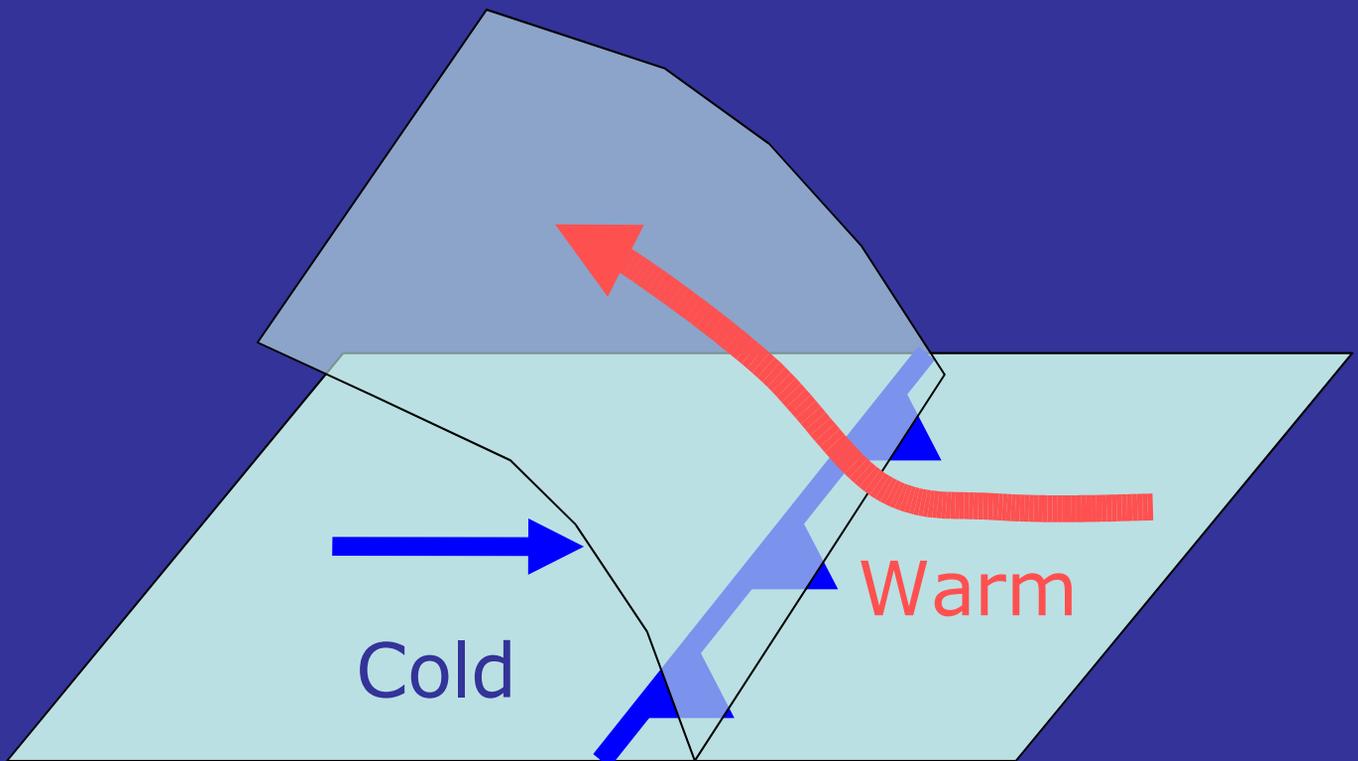
La BREZZA

La brezza è esempio di come la radiazione solare sia la principale fonte di energia. Il sole riscalda la terra

- la differenza tra le proprietà della terra e del mare porta a delle variazioni di temperatura dell'aria.
- L'aria calda tende a galleggiare su quella fredda.
- L'espansione raffredda l'aria.
- Ha origine la circolazione di brezza

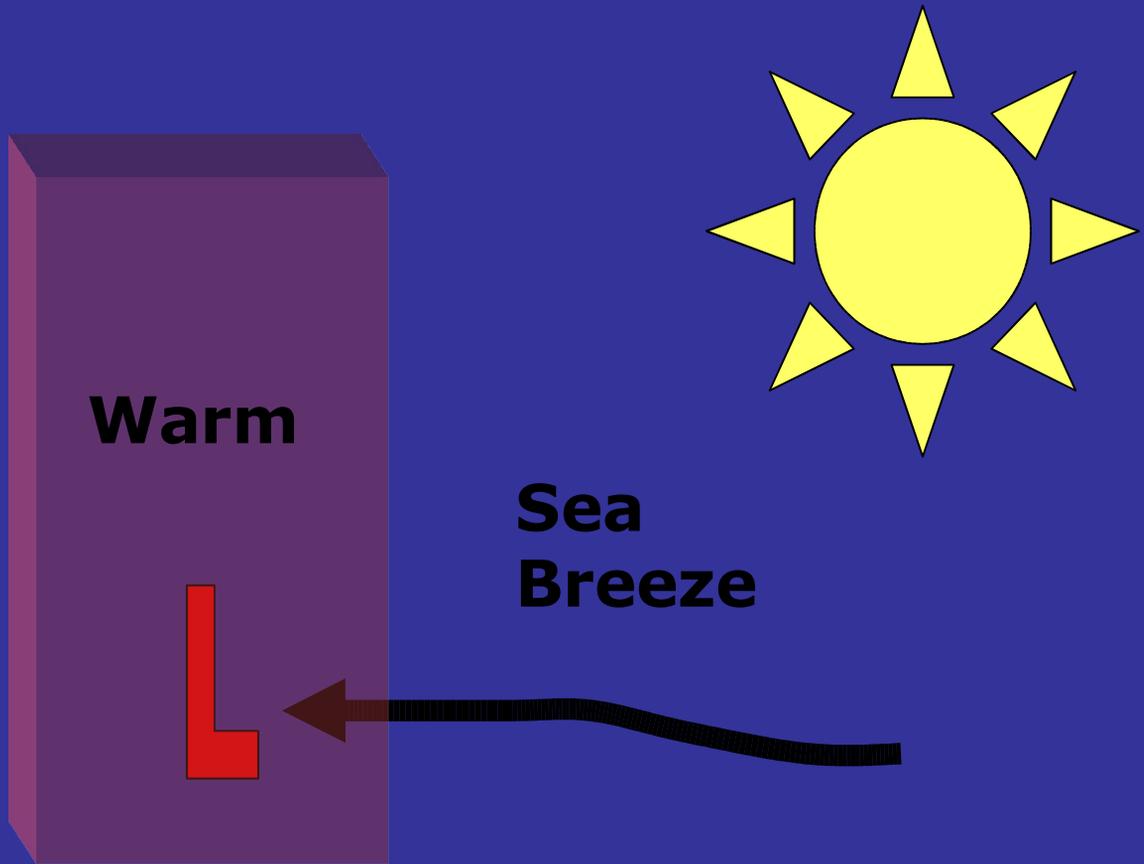


Cosa succede quando masse di aria si incontrano ai fronti?



**L' area fredda solleva l'aria calda.
Si formano nuvole e precipitazioni**

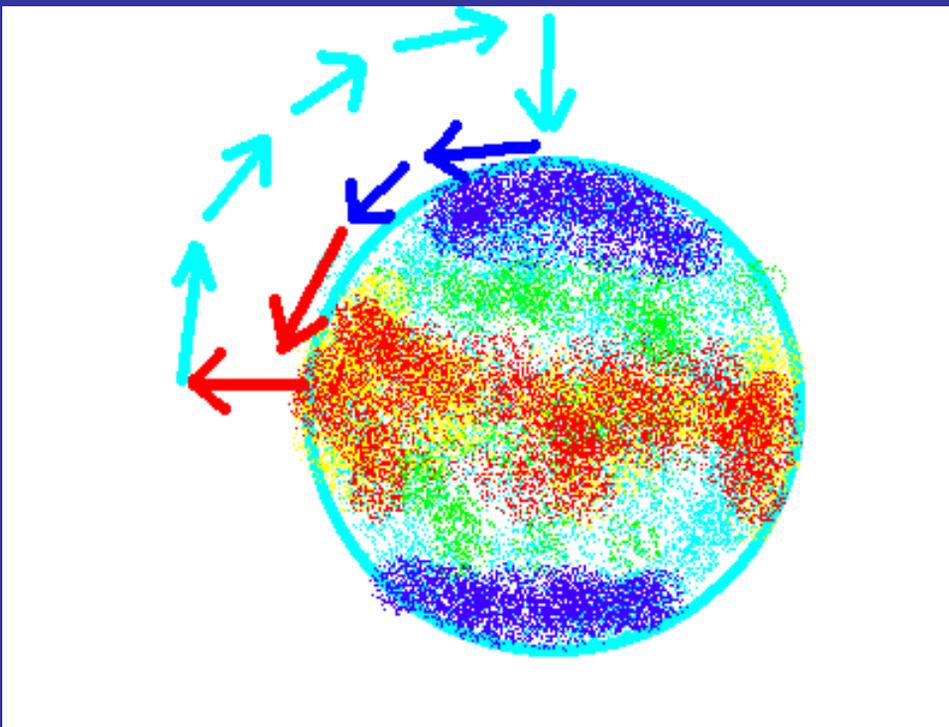
Un caso di riscaldamento ineguale su piccola scala



Su scala piu' grande

Su scale differenti la stessa cosa accade all'intero pianeta. Da un bilancio annuale dell'energia ricevuta dalla terra è facile accorgersi di alcune disparità: i poli ricevono meno energia delle zone tropicali.

I tropici si riscaldano maggiormente dando vita ad una circolazione meridiana. L'aria salirebbe ai tropici e scenderebbe ai poli.

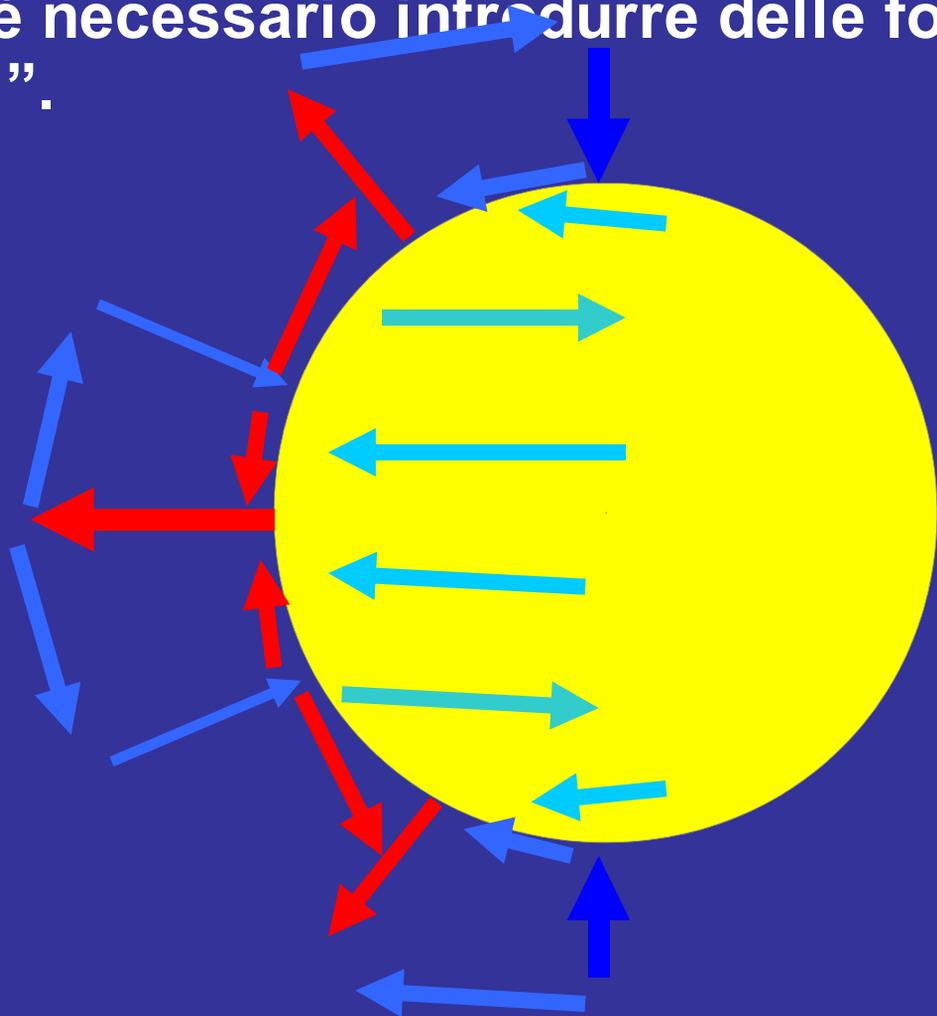


La Rotazione Terrestre

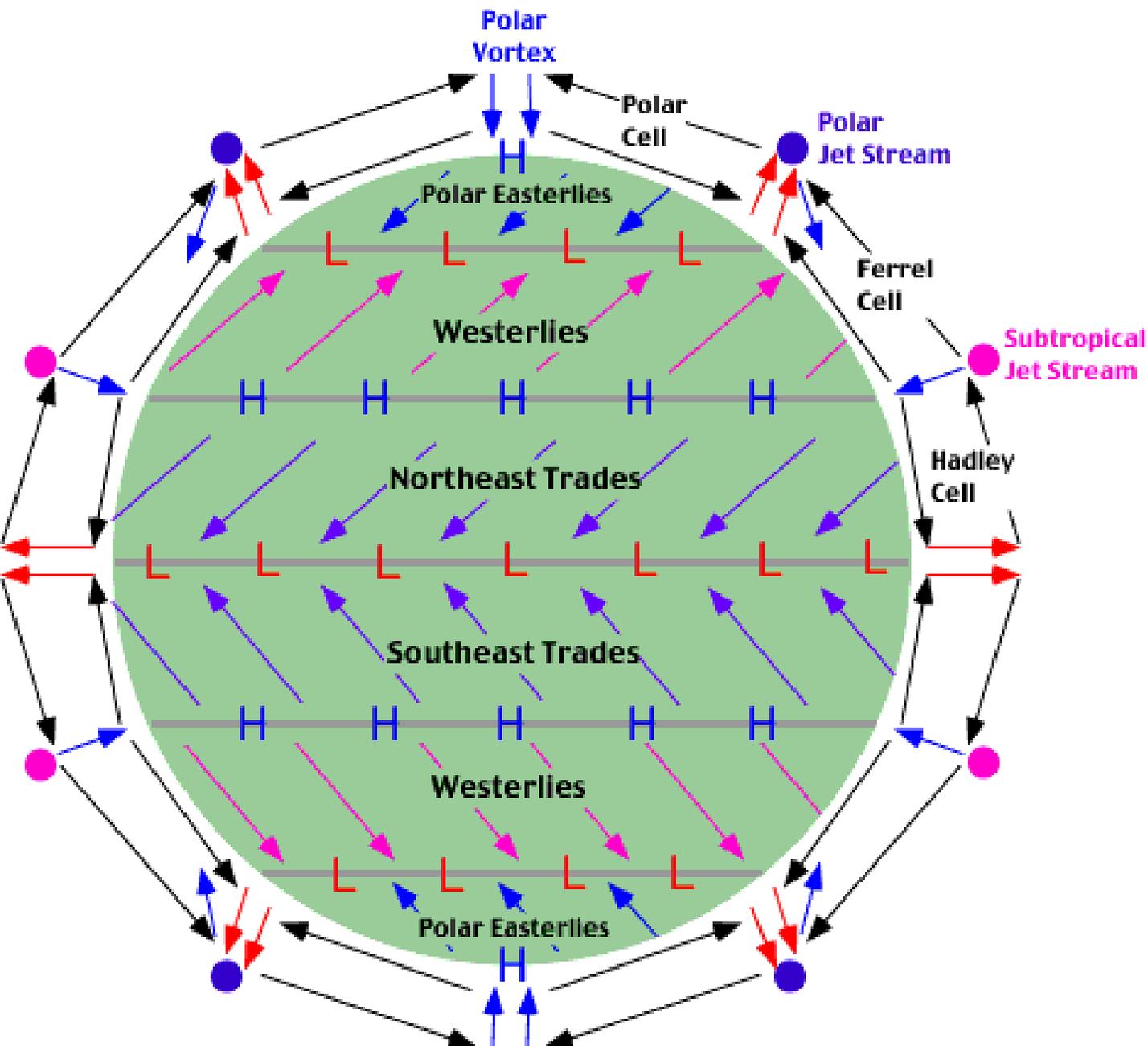
La rotazione terrestre induce una rottura della circolazione tra i tropici ed il polo in tre celle.

☛ Come è possibile?

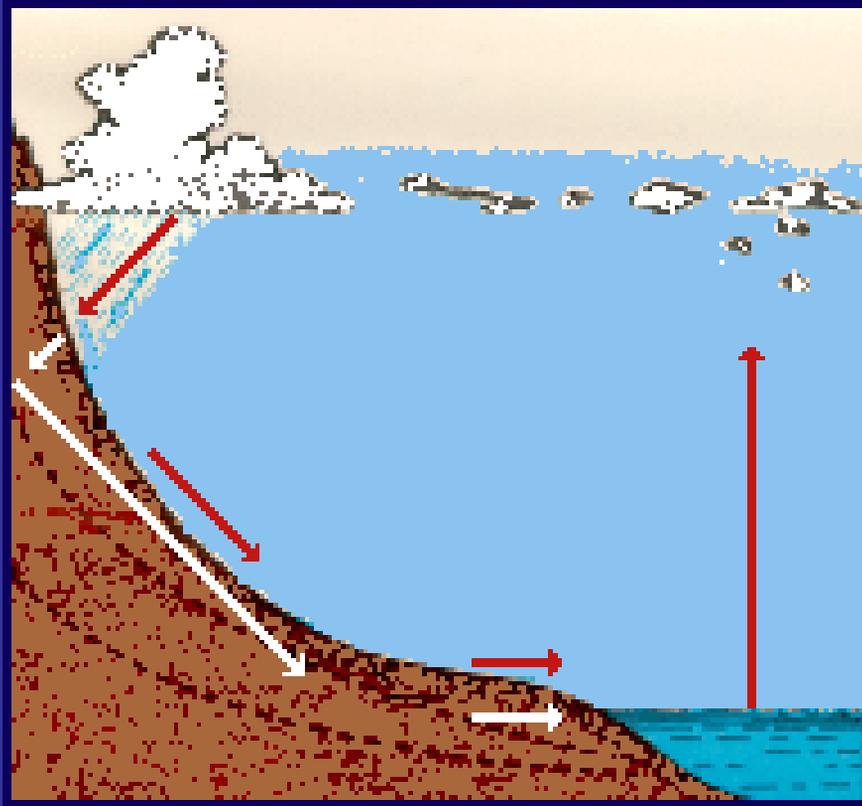
☛ La fisica è stata sviluppata partendo da sistemi non rotanti per applicarla a sistemi in rotazione è necessario introdurre delle forze “apparenti”.



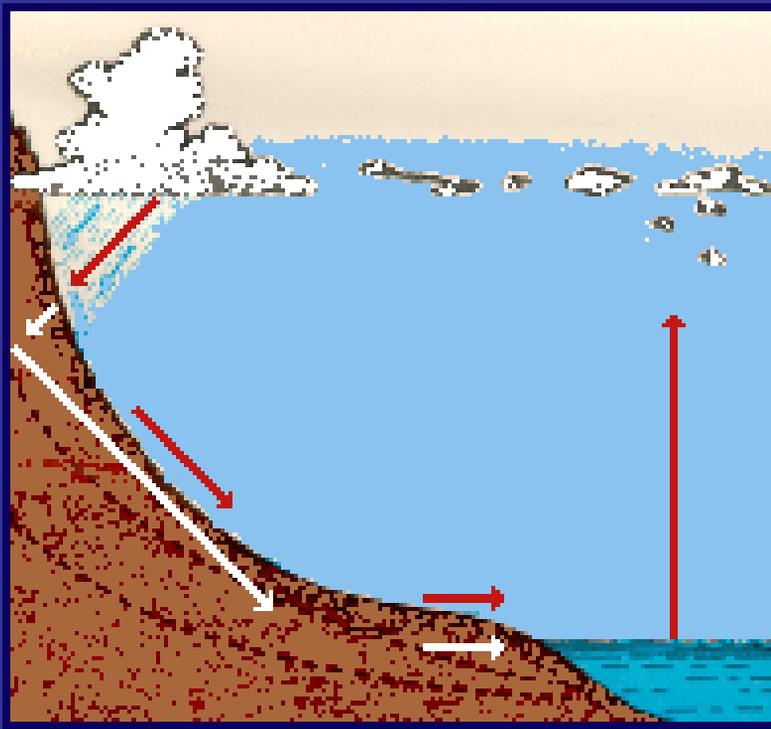
STRUTTURA su SCALA GLOBALE



Il Ciclo dell'Acqua



Il **ciclo dell' acqua** insieme dei passaggi dell'acqua dagli oceani, all'atmosfera, alle terre emerse, e ancora agli oceani, comporta variazioni dello stato fisico dell'acqua ed è costantemente alimentato dall'energia solare).



Il riscaldamento solare causa l'**evaporazione** di parte dell'acqua superficiale di oceani, fiumi, laghi e organismi viventi; il **vapore acqueo** così formatosi entra nell'**atmosfera**. Processi di **condensazione** portano l'acqua al suolo sotto forma di **precipitazioni**. Parte dell'acqua di precipitazione penetra nel suolo per **infiltrazione**, mentre una parte dà origine ad un **deflusso superficiale** che arriva ai fiumi e quindi agli oceani.

FRONTI NUVOLOSI

**QUANDO UNA MASSA DI ARIA
CALDA e UMIDA**

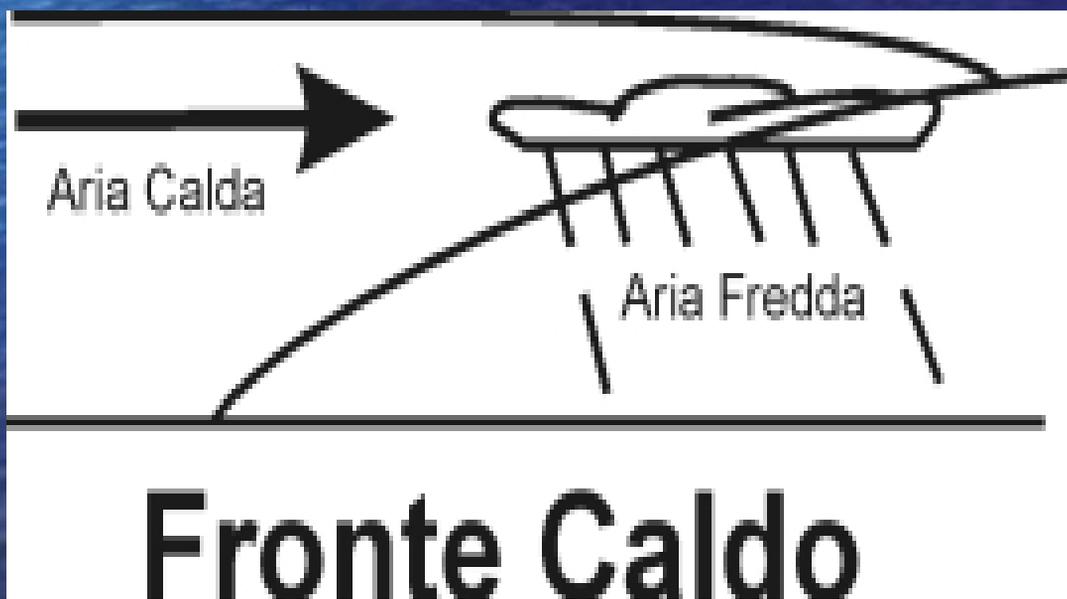
**(normalmente di origine tropicale)
INCONTRA MASSE D'ARIA Più
FREDDA (proveniente dal nord)
SI CREA UN FRONTE**

FRONTE CALDO

Si genera quando una massa calda in movimento raggiunge e viene a contatto con una massa d'aria più fredda!!

Si manifesta visivamente come una banda nuvolosa molto estesa.

Genera normalmente precipitazioni di debole intensità



FRONTE FREDDO

Si genera quando una massa fredda in movimento raggiunge e viene a contatto con una massa d'aria più calda!!

Si manifesta visivamente come una banda nuvolosa molto meno estesa del fronte caldo.

Genera normalmente precipitazioni di forte intensità



COSA è IL VENTO

I venti principali sono generati dalla differenza di valori di pressione tra diverse aree geografiche.

La loro intensità è in relazione alla differenza di pressione tra le due aree.

**MAGGIORE LA DIFFERENZA DI PRESSIONE
MAGGIORE è L'INTENSITA' DEL VENTO**

I venti hanno nomi diversi a seconda della direzione dominante e talvolta anche in relazione alla zona geografica considerata

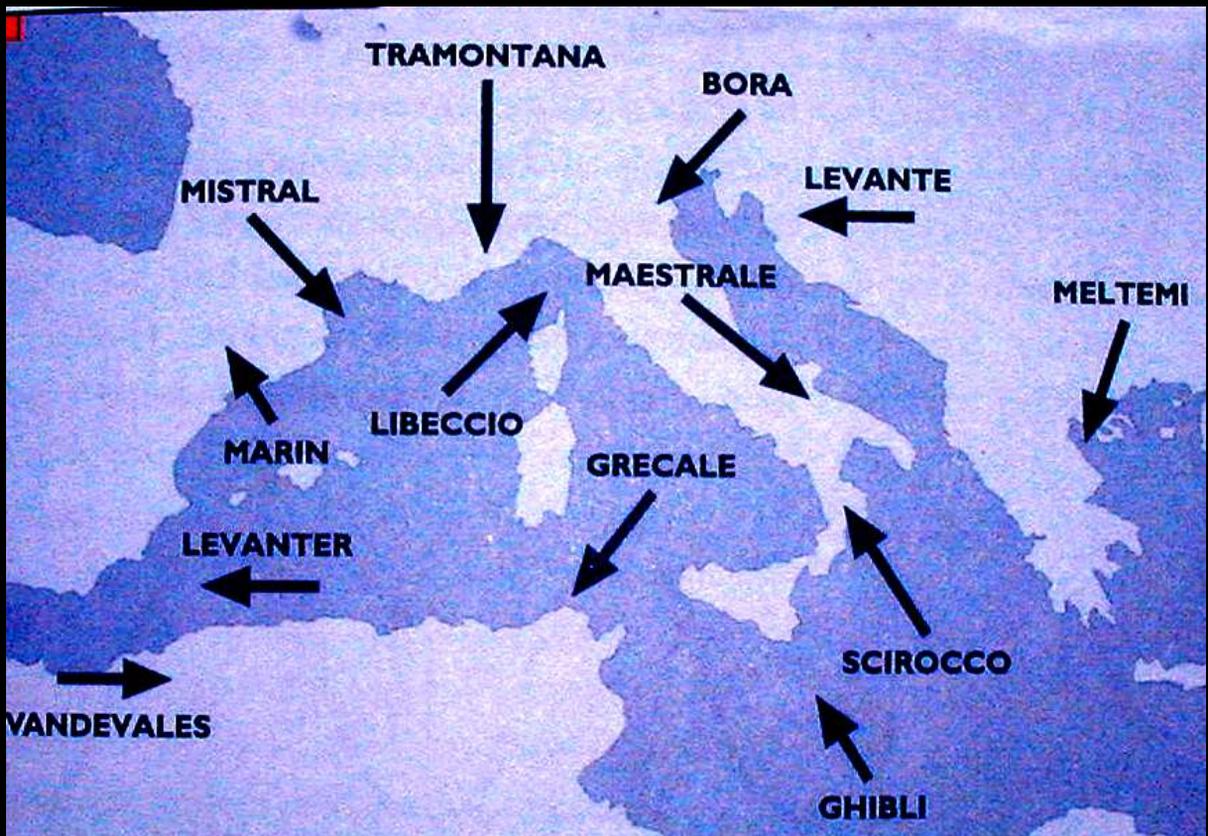


DIREZIONE del VENTO

La direzione del vento è quella di provenienza.

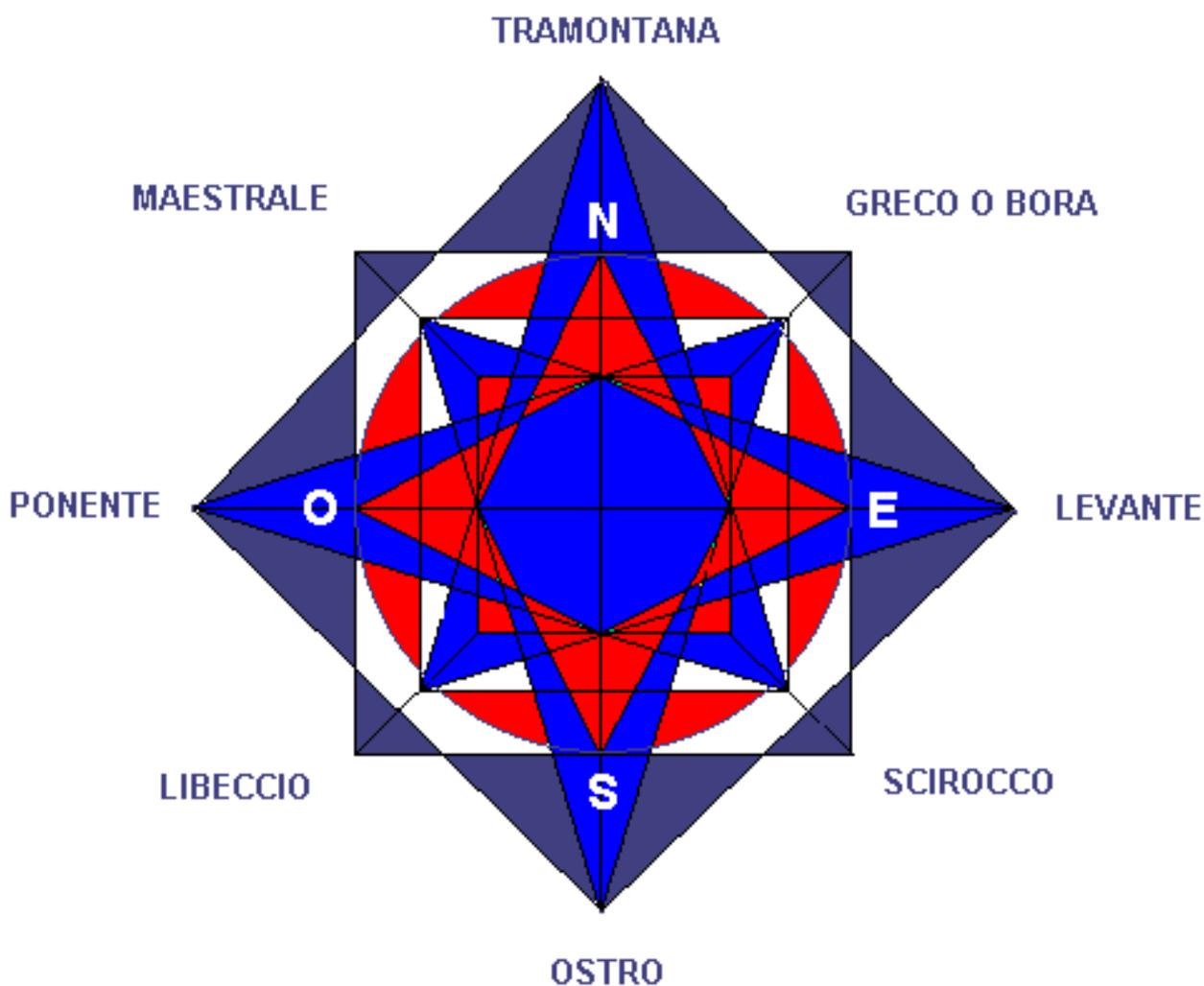
la direzione dalla quale soffia rispetto all'osservatore;
essa si può esprimere in diversi modi:

- In gradi rispetto al NORD (da 0° a 360°)
- In riferimento ai punti cardinali (es. da sud-est)
- Nel gergo meteo-marino attraverso la direzione in relazione ai quattro quadranti il I da 0° a 90°, II da 90° a 180°, III da 180° a 270°, IV da 270° a 360°
- Con il nome proprio (Maestrale, Scirocco, ecc...)



LA ROSA DEI VENTI

0



180

Scale Meteorologiche

1. **Scala planetaria:**fenomeni che si estendono su 10,000-40,000 km e che perdurano da settimane a mesi
2. **Scala sinottica:**fenomeni estesi 100-10,000 km che come i fronti le masse e le grandi perturbazioni perdurano per giorni o settimane.
3. **Sistemi a Mesoscala:** come le brezze ed i temporali questi fenomeni operano su scale temporali di ore-giorni e si estendono su dimensioni orizzontali da 1 a 100 km
4. **Microscala:** come i tornado e le trombe marine sono limitati a scale spaziali inferiori al chilometro per durando meno di un'ora.

Alcuni effetti come l'accelerazione di Coriolis operano solo ad alcune scale (Planetaria e sinottica) mentre a scale più piccole il loro effetto è trascurabile rispetto ad altri.

Le forze importanti

La velocità del vento e la sua direzione dipendono dall'intensità del gradiente di pressione esistente tra una zona di alta e una di bassa pressione. Nell'emisfero Nord per via della rotazione della terra il vento tende a circolare in senso orario attorno alle aree di alta pressione ed in senso antiorario attorno alle depressioni.

–Forze che agiscono sulla massa d'aria:

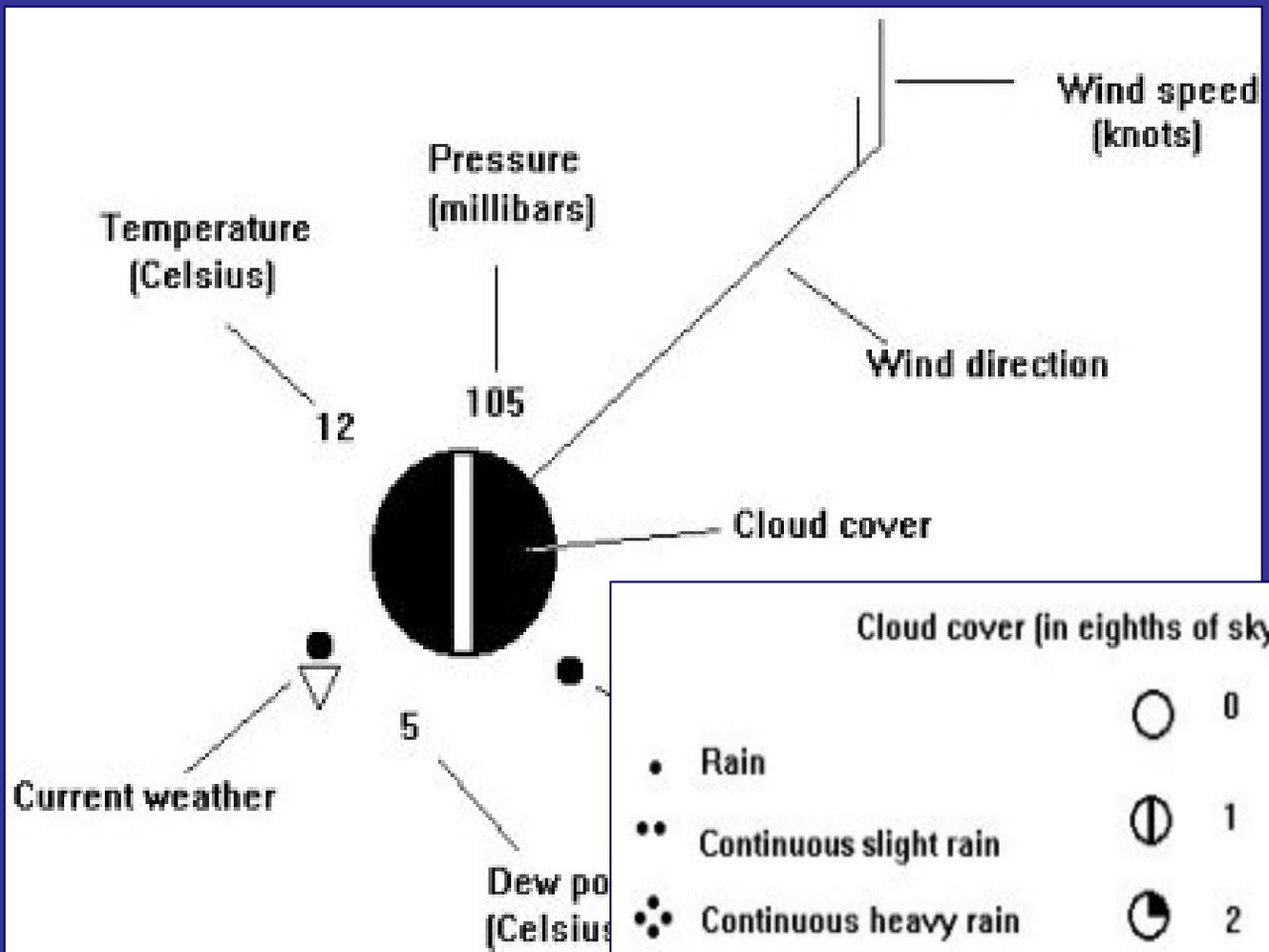
–*Differenze di pressione*

–*Forza di gravità*

–*Forza di Coriolis*

–*Attrito*

Un po' di formalismo



•	Rain	○	0
••	Continuous slight rain	◐	1
•••	Continuous heavy rain	◑	2
•*	Sleet	◒	3
*	Snow	◓	4
⚡	Thunderstorm	◔	5
▽	Shower	◕	6
△	Hail	◖	7
≡	Fog	◗	8

Un po' di formalismo

Il vento essendo un vettore si misura dandone intensità e direzione. La direzione si esprime come angolo rispetto al nord, mentre la velocità si esprime in m/s. Sono molto diffuse anche altre unità di misura:

1 nodo=1,862 Km/h

[moltiplicare per 2]

1Km/h=0,27 m/s

[dividere per 4]

UNITA' di MISURA del VENTO

Nella nautica la velocità del vento si esprime generalmente in NODI.

Il nodo rappresenta l'unità di misura corrispondente al miglio marino che indica le distanze sul mare.

PERCIO'

$$1 \text{ NODO} = 1.862 \text{ Km/h}$$

Per convertire i NODI in Km/h

$$\text{Km/h} = \text{nodi per } 2 - 10\%$$

$$\text{Es: } 50 \text{ nodi per } 2 = 100 - 10\% = 90 \text{ km/h}$$

La forza del vento nei bollettini viene solitamente indicata in gradi BEAUFORT

**LA CONVERSIONE DALLA FORZA
BEAUFORTsarà**

$$\text{Es: forza } 5 = 4 \text{ per } 5 = 20 \text{ nodi}$$

Scala beaufort

FORZA	TERMINE DESCRITTIVO	Km/h	NODI	EFFETTI DEL VENTO SUL MARE
-------	---------------------	------	------	----------------------------



0	CALMA	0 - 1	0 - 1	BONACCIA, MARE CALMO, LISCIO COME L'OLIO
1	BAVA DI VENTO	1 - 5	1 - 3	PICCOLE INCRESPATURE
2	BREZZA LEGGERA	6 - 11	4 - 6	PICCOLE ONDICELLE, CORTE E BASSE, CHE NON ROMPONO SULLA CRESTA
3	BREZZA TESA	12- 19	7 - 10	COMPAGNONO LE PRIME CRESTINE SCHIUMOSE
4	VENTO MODERATO	20 -28	11 - 16	ONDE BEN DEFINITE DA 0,5 A 1.25 METRI LE CUI CRESTE FRANGONO SPESSO
5	VENTO TESO	29 -38	17 - 21	ONDE FORMATE DA 1.25 A 2.5 METRI, LE CUI CRESTE SPUMEGGIANO
6	VENTO FRESCO	39 -49	22 - 27	FRANGENTI SCHIUMOSI A STRISCE, ONDE DA 2.5 A 4 METRI
7	VENTO FORTE	50 -61	28 - 33	CRESTE LUNGHE E DIFFUSE CHE FRANGONO SPAZZATE DAL VENTO
8	BURRASCA	62 -74	34 - 40	DENSE STRISCIE DI SCHIUMA, LE ONDE FRANGONO CON FRAGORE
9	BURRASCA FORTE	75 -88	41 - 47	IL MARE RIBOLLE DI SCHIUMA. ONDE DISPOSTE IN STRISCE FRANGENTI
10	TEMPESTA	89-102	48 - 55	IL MARE E' UNA STRISCIA BIANCA QUASI DOVUNQUE. ONDE OLTRE I 6 METRI
11	TEMPESTA VIOLENTA	103-117	56 - 63	ONDE VIOLENTISSIME, OLTRE I 9 METRI. IL MARE RIBOLLE DI SCHIUMA
12	URAGANO	OLTRE 118	OLTR E 164	ONDE GIGANTESCHE. IL MARE E' UNA SCHIUMA BIANCA

IL MOTO ONDOSO

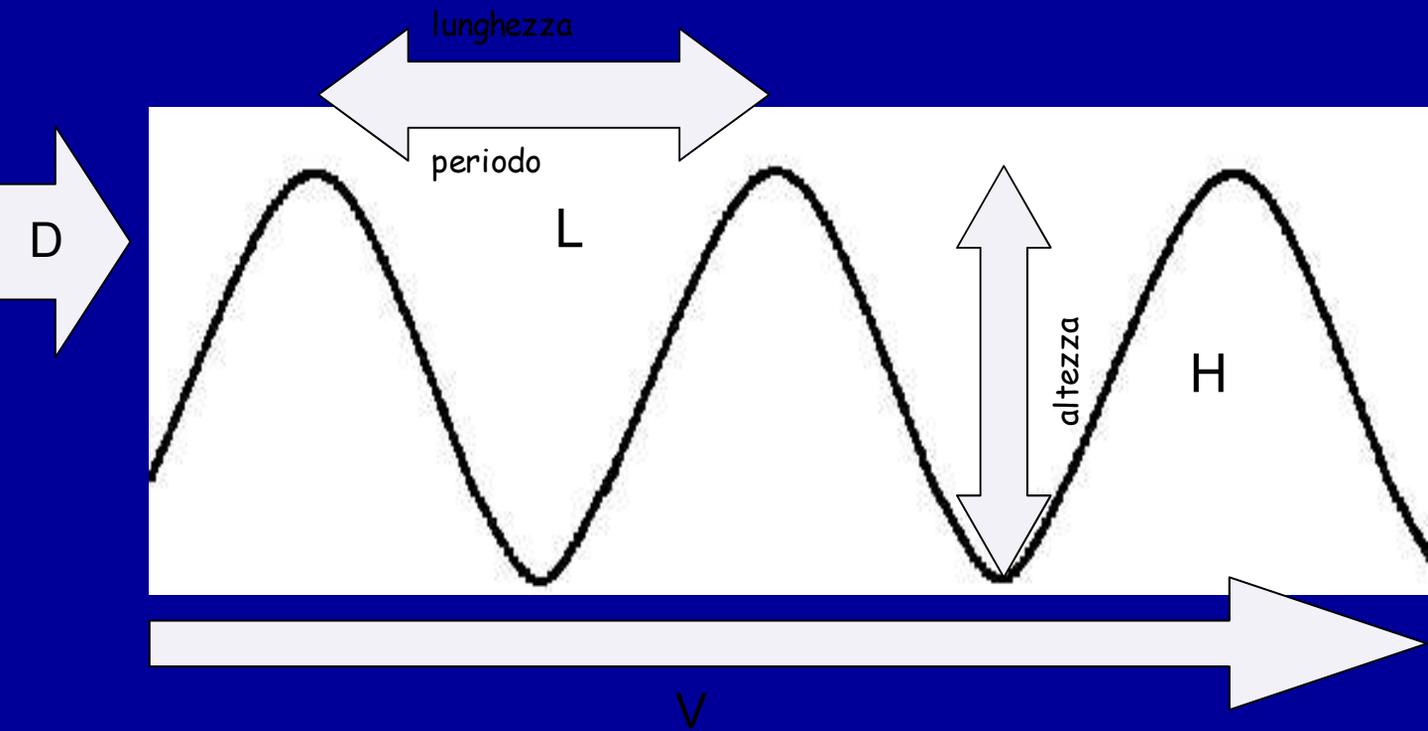
Poiché le onde sono generate principalmente dal vento, osservarle attentamente può dare utili indicazioni sul vento che le ha generate:

- Il moto ondoso può propagarsi più velocemente e più lontano di quanto non possa fare il vento che l'ha generato;

IL MOTO ONDOSO

- Se l'onda lunga di un vento lontano si fa più corta e più alta è probabile che quel vento stia rinforzando o che il vento si sta avvicinando;
- Se l'onda lunga diventa più bassa e morbida significa che il vento che l'ha generata sta calando oppure che questo si sta allontanando;
- Quando il vento soffia dal largo verso la costa, il moto ondoso genera dapprima un aumento del livello dell'acqua in porto e quindi la risacca

Le Onde



H = Distanza verticale tra il cavo e la cresta

L = Distanza orizzontale tra due creste

T = Intervallo di tempo tra due creste

D = direzione da cui provengono le onde

R = rapporto tra altezza e lunghezza (H e L)

V = velocità di spostamento/unità di tempo

IL MOTO ONDOSO DIPENDE:

- Dalla forza, dalla direzione del vento e dalla durata della sua azione sul mare
- Dal FETCH che in pratica è la distanza di mare libero che un'onda può percorrere senza ostacoli
- Dalla corrente che, se è contraria rispetto alle onde generate dal vento, fa sì che queste risultino più alte, più ripide e più corte
- Dalla profondità dei fondali, poiché le onde frangono più facilmente dove i fondali sono più bassi

LE NUBI

NUBI CUMULIFORMI

Sono a prevalente sviluppo verticale causate da:

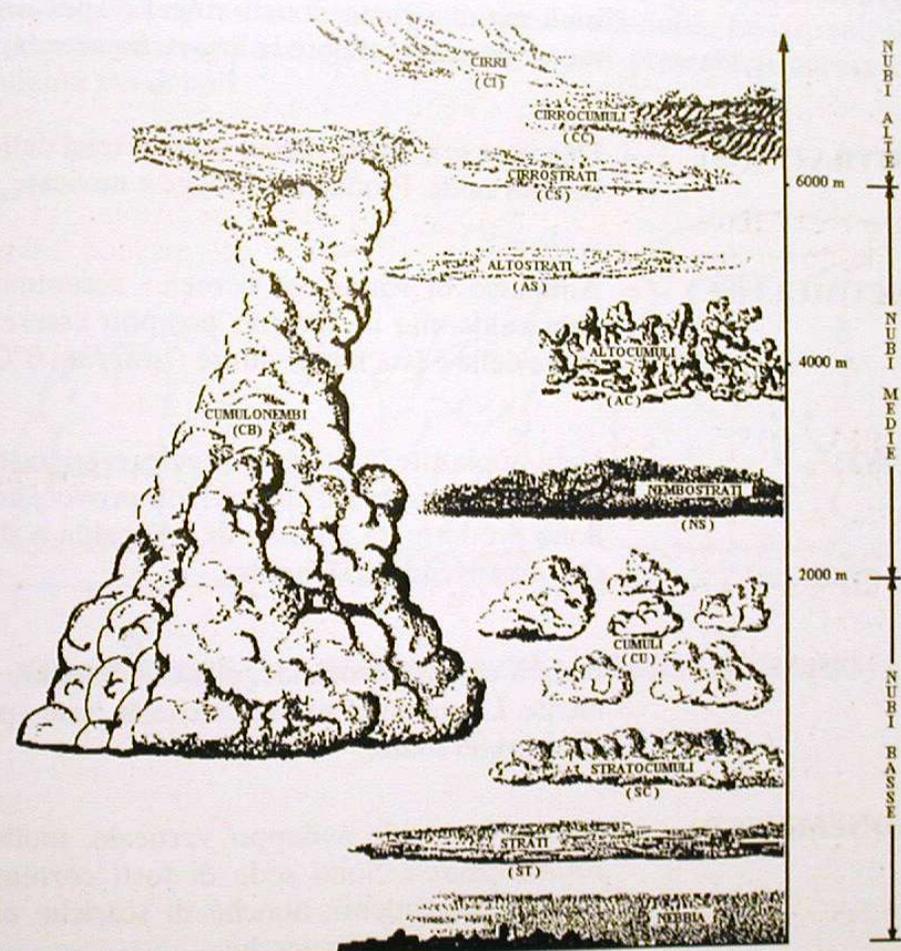
- c.** Fenomeni termico convettivi anche in condizioni di tempo non perturbato
- d.** Incursioni frontali. L'arrivo di un fronte freddo dà luogo a imponenti cumulonembi temporaleschi
- e.** Fenomeni orografici. Il sollevamento forzato imposto dalle montagne porta alla formazione di cumuli sui versanti

NUBI STRATIFICATE

Hanno sviluppo orizzontale e sono segno della stabilità dell'aria. Sono caratteristiche le nubi stratificate che precedono il passaggio di un fronte caldo al suolo

Classificazione delle nubi

Gruppo	Nome	Simbolo	Altezza media (metri)
Nubi basse	Strati	St	800
	Nembi	Nb	1.000
	Strato cumuli	Sc	1.500
Nubi medie	Alto cumuli	Ac	3.500
	Altostrati	As	4.000
Nubi alte	Cirrocumuli	Cc	7.000
	Cirrostrati	Cs	8.000
	Cirri	Ci	9.000
Nubi a sviluppo verticale	Cumuli	Cu	1.800
	Cumulonembi	Cb	2.000



CUMULI

Portano bel tempo se non troppo grandi





CUMULONEMBI

Sono le nubi dei temporali e delle raffiche di vento. Possono formarsi in estate per il grande calore, i più temibili sono quelli che arrivano da fronti freddi





CIRRI e CIRROSTRATI

La maggior parte della volte, se la pressione scende, annunciano l'avvicinarsi di un fronte caldo e quindi di tempo perturbato



CIRROSTRATI



ALTOCUMULI

Hanno spesso origine orografica e si formano sottovento ad un rilievo dopo che il vento lo ha scavalcato con forza. Solitamente indicano arrivo di vento forte.



GLI STRATI

Portano solitamente deboli pioviggini



NEMBOSTRATI

Oscurano il cielo, portano precipitazioni,
siamo in mezzo al sistema frontale



CIRROCUMULI



STRATOCUMULI



ALTOSTRATI



ALTOCUMULI LENTICOLARI



- Anche a livello del mare la pressione atmosferica può variare. Poiché il vapore acqueo pesa circa la metà degli altri gas, l'aria, quando è umida, risulta più leggera dell'aria secca.
- Anche l'aria calda è più leggera dell'aria fredda e tende a salire verso l'alto.
- Dove ci sono masse d'aria calda e umida avremo zone di bassa pressione, mentre dove l'aria è fredda e secca, avremo zone di alta pressione.
- Le masse d'aria non si muovono solo in senso verticale ma anche in orizzontale spostandosi da zone di alta pressione e zone di bassa pressione

Lo strumento utilizzato per quantificare la pressione atmosferica è il barometro. L'unità di misura è l'atmosfera, pari al carico esercitato da una colonna di mercurio di 760 millimetri con sezione di 1 centimetro quadrato. In meteorologia si usava un'unità di misura differente, il millibar, che corrisponde a circa 1/1.000 di un'atmosfera.

L'aria è trasparente alla radiazione solare, ma non ai raggi di sole che colpiscono la terra

Di conseguenza l'aria si scalda dal basso e la temperatura diminuisce con la quota (da 6 a 10°C ogni 1000m in funzione del contenuto di vapore acqueo)

