

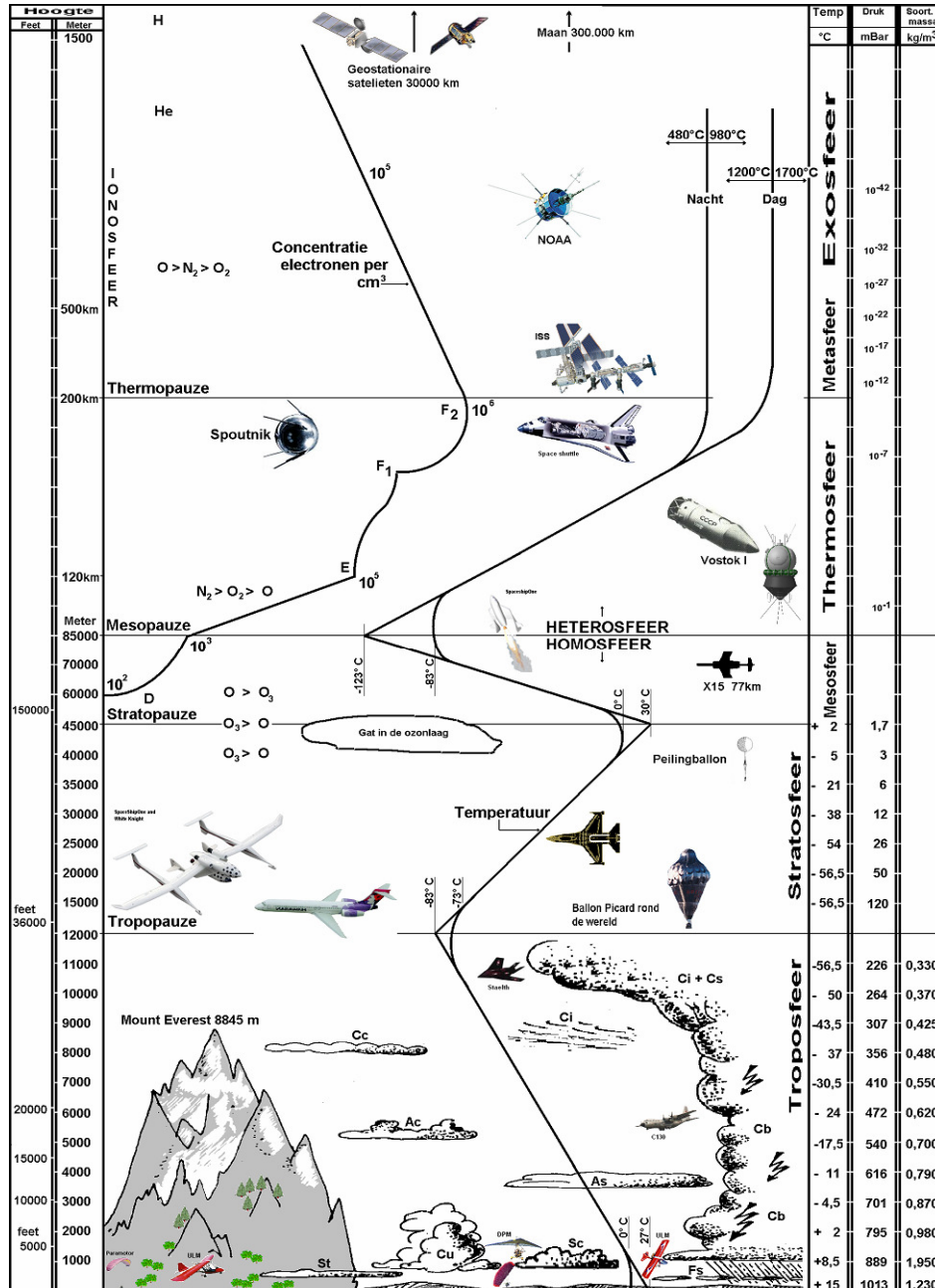
.. ma da dove viene il vento ??

Patrizia de Simone

*INFN Laboratori Nazionali di Frascati
"Fisica in barca", Civitavecchia, 27 Aprile 2009*



noi viviamo sul fondo di un oceano d'aria ...l' Atmosfera



l' Atmosfera e' un miscuglio di gas

alcuni presenti in percentuali fisse fino a ~ 100 Km di quota (h)

- 78% di **azoto** N
- 21% di **ossigeno** O₂
- 0.95% di **argon** Ar

altri presenti in percentuali variabili in funzione della quota e delle caratteristiche della superficie terrestre

- negli strati piu' bassi, **anidride carbonica** e **vapore acqueo**
- a ~ 25 Km di h un sottile strato di **ozono**

i gas subiscono l'effetto dell'attrazione gravitazionale e, per questo, la densita' del gas aumenta al diminuire della quota

nei primi 32 Km di h si trova concentrata circa il 99% di tutta l' atmosfera !

il luogo dei fenomeni meteo ... la Troposfera

e' la porzione di *Atmosfera* piu' vicina alla superficie terrestre, nella quale e' piu' elevata la concentrazione di *vapore acqueo*

Troposfera dal greco *sfera dei cambiamenti*

e' lo spazio dove si muovono masse d'aria, si formano perturbazioni che producono nuvole, pioggia, temporali, etc., insomma e' lo spazio nel quale viviamo e dove avvengono tutti i fenomeni meteo che interessano chi naviga e non solo !

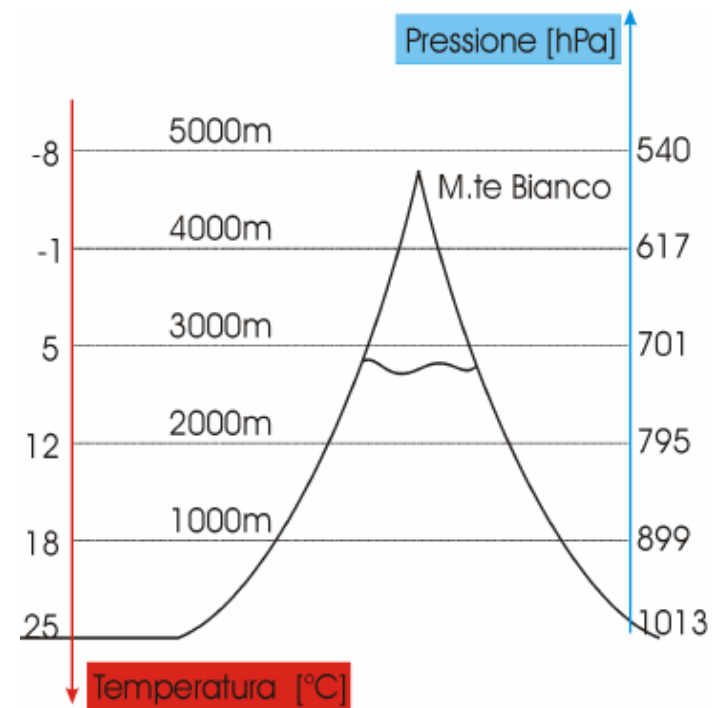
causa principale e' il Sole →

che scalda il nostro pianeta in modo NON uniforme alle diverse latitudini (equatore, tropici, circoli polari) e alle diverse altitudini determinando le differenze di *Temperatura, Pressione* ed *Umidita'* dalle quali dipende tutto il sistema climatico e meteorologico del nostro pianeta

la Temperatura: variazione con la quota

- ⊗ la Terra riceve energia dal Sole: *radiazione elettromagnetica ultravioletta*
- ⊗ l' *Atmosfera* e' parzialmente trasparente a tale radiazione (*si comporta come il vetro di una finestra !*) che raggiunge la superficie terrestre
- ⊗ dove viene assorbita e in buona parte restituita sotto forma di calore *radiazione infrarossa*
→ processo noto come *Irraggiamento Termico*
- ⊗ poiche' l' *Atmosfera* NON e' trasparente alla *radiazione infrarossa* , il calore e' in buona parte trattenuto negli strati piu' bassi della *Troposfera*
- ⊗ procedendo verso gli strati piu' elevati della *Troposfera* la temperatura diminuisce

Gradiente Termico medio in
aria calma → 6.5 °C ogni 1000 m



la Temperatura: stabilita' ed instabilita' dell' aria

Aria Stabile *quando aria calda si trova al di sopra di uno strato di aria fredda →*
l'aria fredda e' piu' pesante di quella calda quindi NON tende a salire
e anche se spinta verso l'alto torna indietro
mentre l'aria calda (piu' leggera) se spinta verso il basso NON si mescola con un
mezzo piu'denso e torna alla sua quota di partenza

1) assenza di vento, cielo sereno se l'aria e' secca

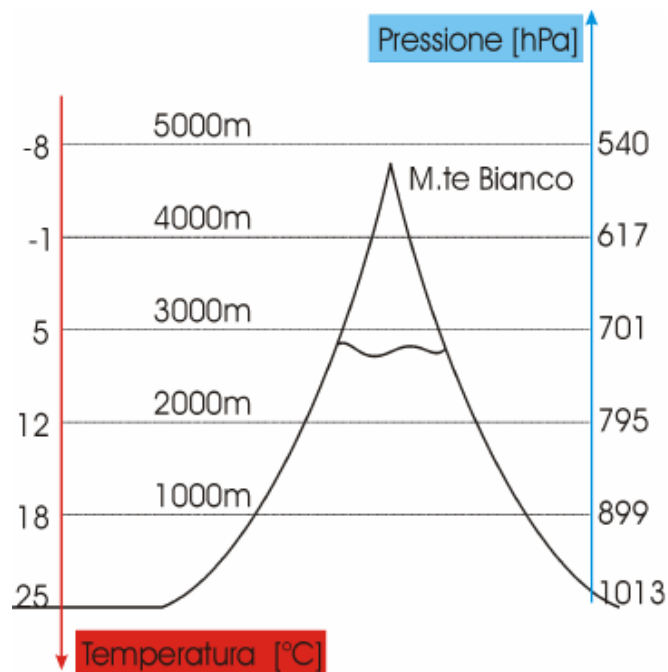
2) nuvolosita' stratiforme, pioggia leggera, nebbia se l'aria e' umida

Aria Instabile *quando aria fredda si trova al di sopra di uno strato di aria calda →*
l'aria calda (piu' leggera) tende a salire
mentre l'aria fredda (piu' pesante) a scendere
in questa situazione i moti verticali (convettivi) vengono sostenuti dalla
differenza di temperatura

1) i temporali sono I fenomeni piu' probabili, e comunque nuvolosita' a sviluppo verticale

la Pressione

- Ⓢ in Fisica la *Pressione* e' il rapporto tra la forza agente ortogonalmente a una superficie e l'area della superficie stessa
- Ⓢ l'aria possiede un peso e quindi la sua forza peso agisce sulla superficie terrestre → *al livello del mare, alla latitudine di 45° e ad una temperatura di 0 °C, il volume di una colonna d'aria della sezione di 1 cm² ha un peso di ~1 Kg (una colonna d'aria di superficie 1 m² pesa ~ 10 Ton)*
- Ⓢ unita' di misura della *Pressione* → [Newton]/[m²] ≡ [Pascal]
in meteorologia si usa → 100 Pascal ≡ 1hPa
Pressione Atmosferica Standard = 1013,25 hPa
- Ⓢ all'aumentare della quota (altezza rispetto al livello del mare) diminuisce la quantita' d'aria sovrastante e quindi anche la *Pressione Atmosferica*

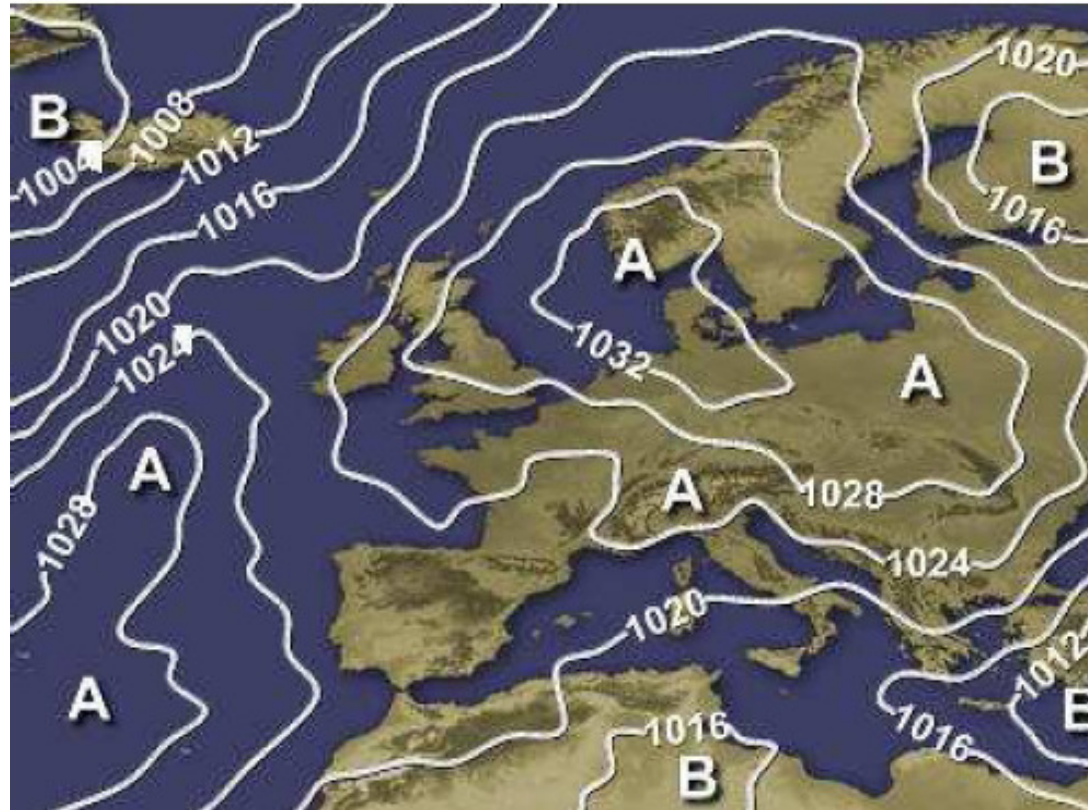


Gradiente Barico medio
→ 1hPa ogni 8m

non esiste una relazione precisa tra
quota e *Pressione*
Temperatura e *Umidita'* possono
influenzare il *Gradiente Barico*

la Pressione: Isobare

le linee tracciate sulla *carta Sinottica* si chiamano *Isobare* e sono linee lungo le quali la *Pressione* e' costante



Ⓢ Anticiclone A → nel centro di questa area si rileva il valore piu' elevato di *Pressione*, mentre si hanno valori decrescenti verso l'esterno

Ⓢ Ciclone B → nel centro di questa area si rileva il valore piu' basso di *Pressione*, mentre si hanno valori crescenti verso l'esterno

Umidita'

- ② Umidita' assoluta → quantità di vapore acqueo contenuta in 1 m³ d'aria
- ② Saturazione → limite all'umidità assoluta oltre il quale il vapore acqueo condensa. Il livello di Saturazione è tanto maggiore quanto più è alta la Temperatura
- ② Umidita' Relativa → rapporto tra Umidita' assoluta e Saturazione

La quantità di *Umidita'* che può essere contenuta in una massa d'aria dipende dalla sua *Temperatura*

- ② più è alta la Temperatura maggiore è la quantità di vapore acqueo presente sotto forma gassosa (*aumenta l'energia cinetica delle particelle diminuisce la probabilità di aggregazione*)
aria calda può essere molto umida anche in assenza di nuvole ...
- ② più è bassa la Temperatura minore è la quantità di vapore acqueo presente sotto forma gassosa (*prevalgono le forze che favoriscono l'aggregazione delle molecole → nebbia, nubi, pioggia, neve, grandine*)

... e adesso ...

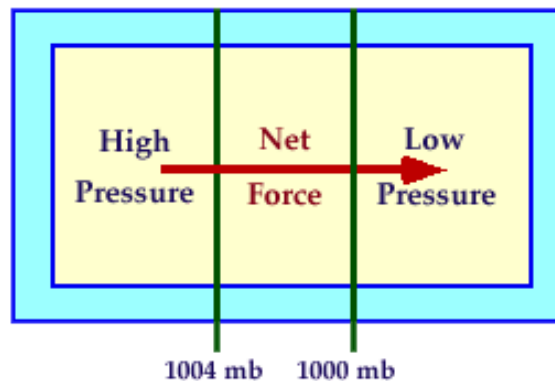
... abbiamo tutti (.. quasi !!) gli elementi necessari per capire da dove viene e come si manifesta il Vento



il risultato del gioco fra le variabili : il Vento

il *Vento* che noi percepiamo e' fondamentalmente aria in movimento che si sposta nell' Atmosfera da una zona di maggiore Pressione (minore Temperatura) a una zona di minore Pressione (maggiore Temperatura)
l' Intensita' del Vento dipende dalla distanza fra le due zone e dalla loro differenza di Pressione

Forza del Gradiente di Pressione o del Gradiente Barico



sulla carta sinottica la spinta generata dal *Gradiente Barico* corrisponde alla differenza di Pressione fra due isobare

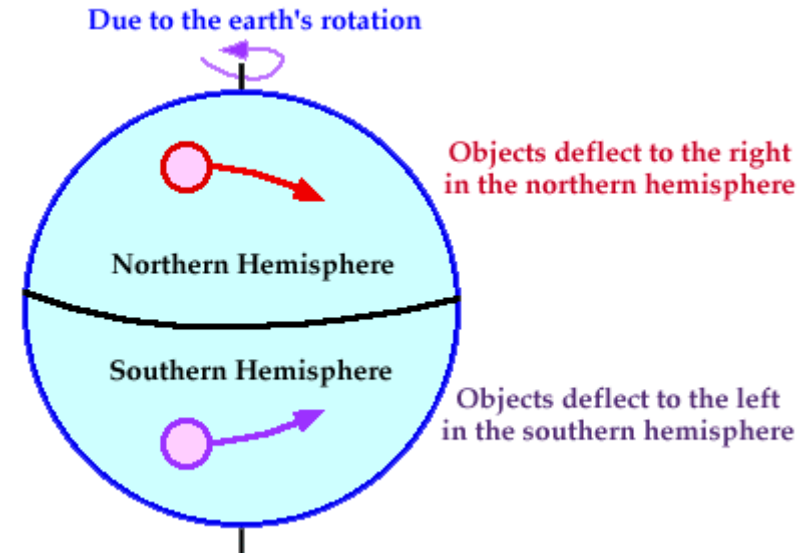
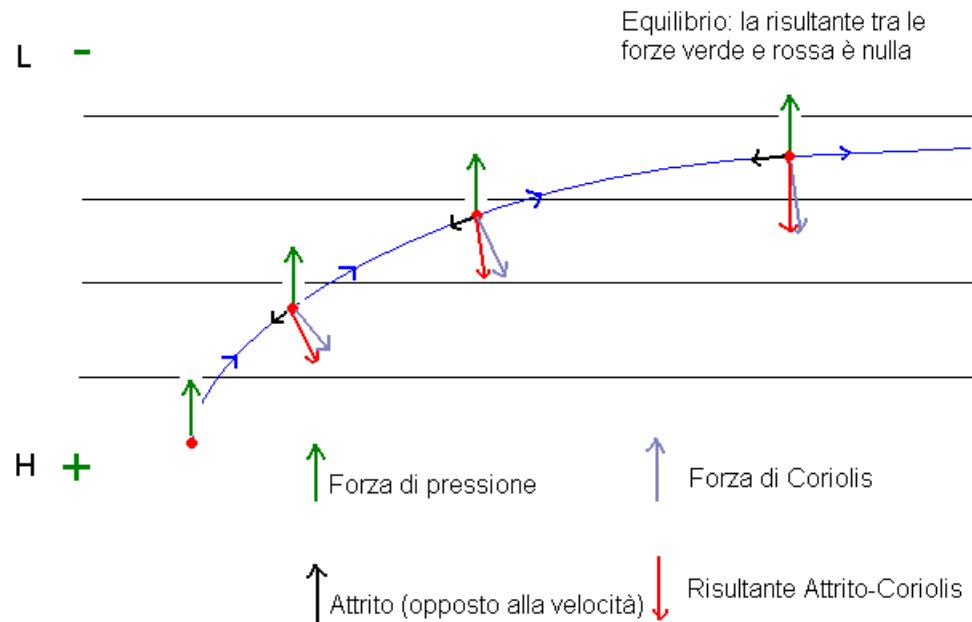
maggiore sara' la differenza piu' decisa sara' la spinta dell' aria

la direzione del moto della massa d'aria dovrebbe essere perpendicolare alle due isobare ... invece ...

la Forza di Coriolis

in Fisica la Forza di Coriolis e' una forza apparente a cui risulta soggetto un corpo quando si osserva il suo moto da un sistema di riferimento in moto circolare

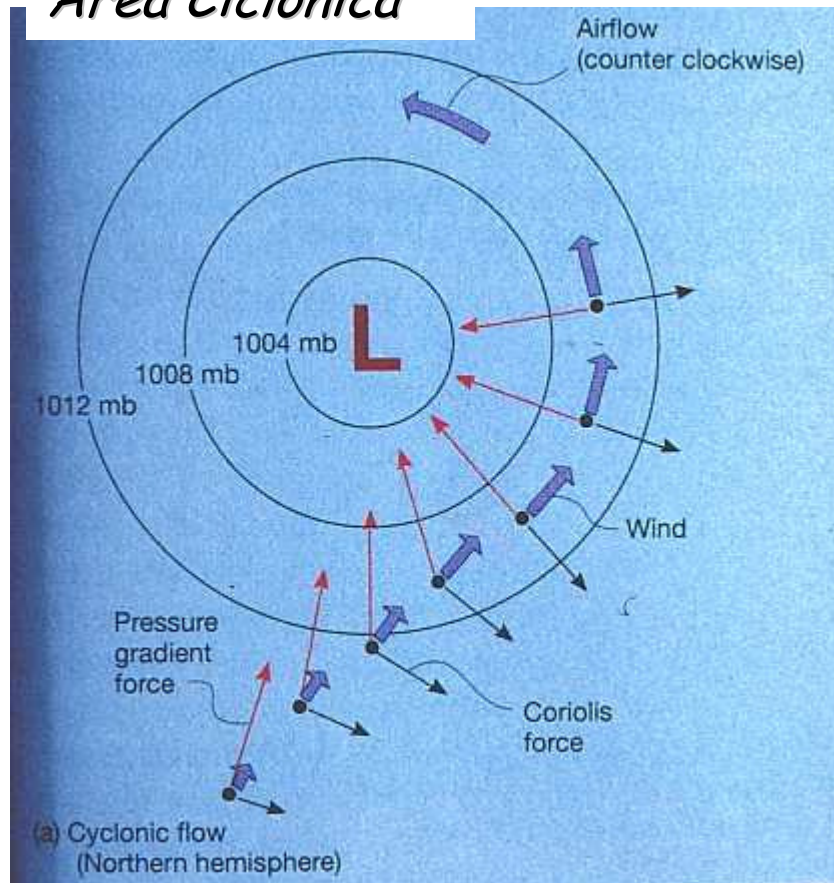
l' entita' della deflessione del vento dipende dalla sua velocita' ma anche dalla latitudine alla quale soffia piu' si allontana dai poli minore sara' la deflessione fino all' equatore dove la Forza di Coriolis si annulla



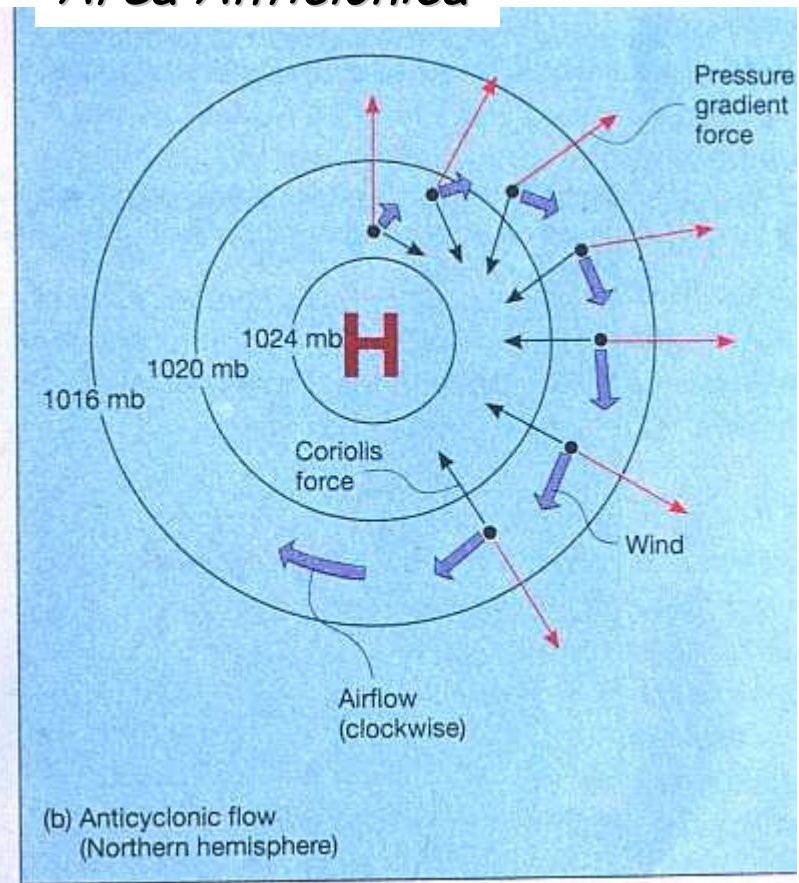
→ *Vento Geostrofico*

... *ricapitolando* ...

Area Ciclonica



Area Anticlonica



Unita di Misura dei Venti

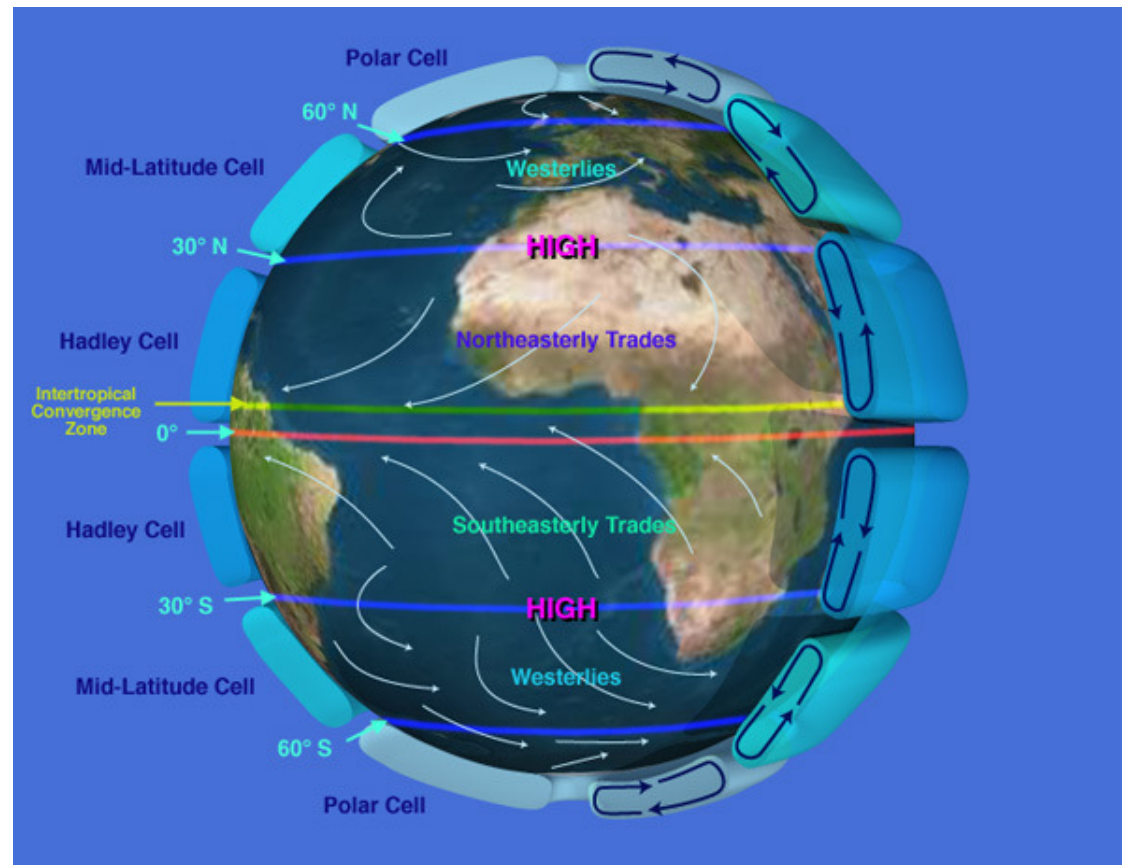
- il *Vento* si misura dandone direzione e verso, velocita'
- la direzione si esprime come un angolo rispetto al Nord
- la velocita' si esprime in [m]/[s], ma in nautica la velocita' del *Vento* si esprime in [Nodi]
- il Noto e' l'unita' di misura della velocita' corrispondente al **miglio marino $\equiv 1,862$ Km**
1 Noto = 1,862 Km/h

Venti Costanti: Alisei

gli *Alisei* sono venti costanti della fascia tropicale: spirano nell' emisfero Boreale da Nord-Est verso Sud-Ovest e nell' emisfero Australe da Sud-Est verso Nord-Ovest

gli *Alisei* sono causati dal Gradiente Barico tra le fasce tropicali, dove la pressione e' piu' alta, e la zona equatoriale, dove la pressione e' piu' bassa, e vengono deviati verso Ovest dalla Forza di Coriolis

gli *Alisei* sono stati importantissimi nella navigazione oceanica a vela, le circumnavigazioni del globo venivano sempre effettuate con rotta verso Ovest



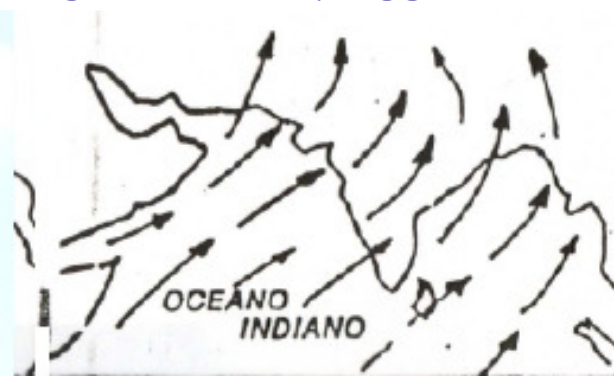
Venti Periodici stagionali: Monsoni

il *Monzone* e' un vento periodico caldo tipico dell' Oceano Indiano, nelle aree caratterizzate dalla presenza di questi venti, dal subcontinente Indiano fino al sud del Giappone, esistono principalmente due stagioni

stagione secca: inverno

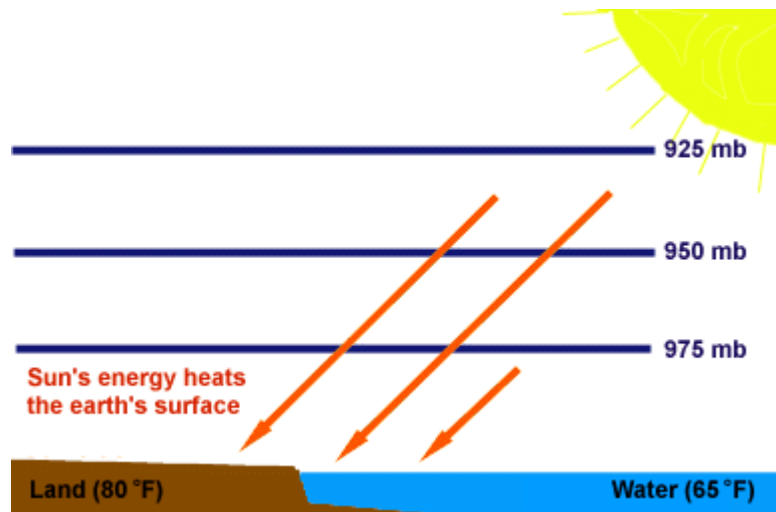


stagione delle piogge: estate



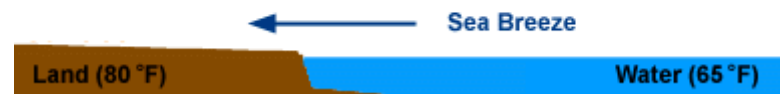
- durante i mesi invernali nell'emisfero boreale, la differenza termica tra il continente asiatico (piu' caldo) e l' oceano (piu' freddo) origina il *Monzone* che spira dalle montagne indiane al mare
- durante l'estate boreale il meccanismo e' opposto al precedente; il continente asiatico e' piu' caldo dell'oceano e il *Monzone* spira dal mare verso l'entroterra portando con se aria satura di umidita', favorendo lo sviluppo di intense precipitazioni

Vento Periodico diurno: Brezza di Mare

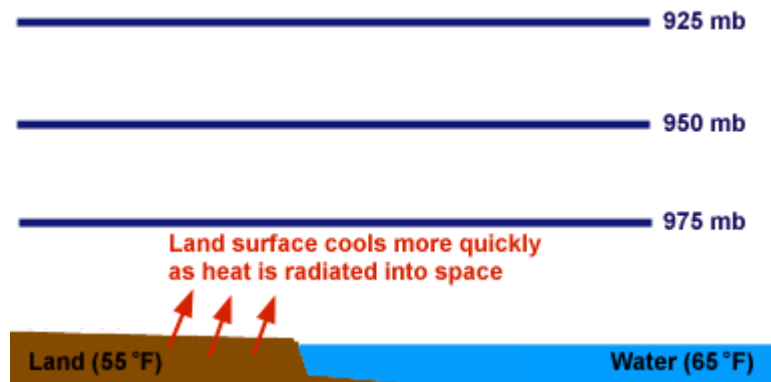


- @ nelle prime ore del giorno il suolo si riscalda piu' velocemente del mare
- @ l'aria sulla terra diventa piu' calda (pressione diminuisce) di quella che sta sul mare (pressione aumenta)
- @ il moto ascensionale dell'aria sulla costa "richiama" aria piu' fredda dalla zona a pressione maggiore

*il risultato e' un piacevole flusso di aria fresca dal mare **Brezza Marina***



Vento Periodico diurno: Brezza di Terra



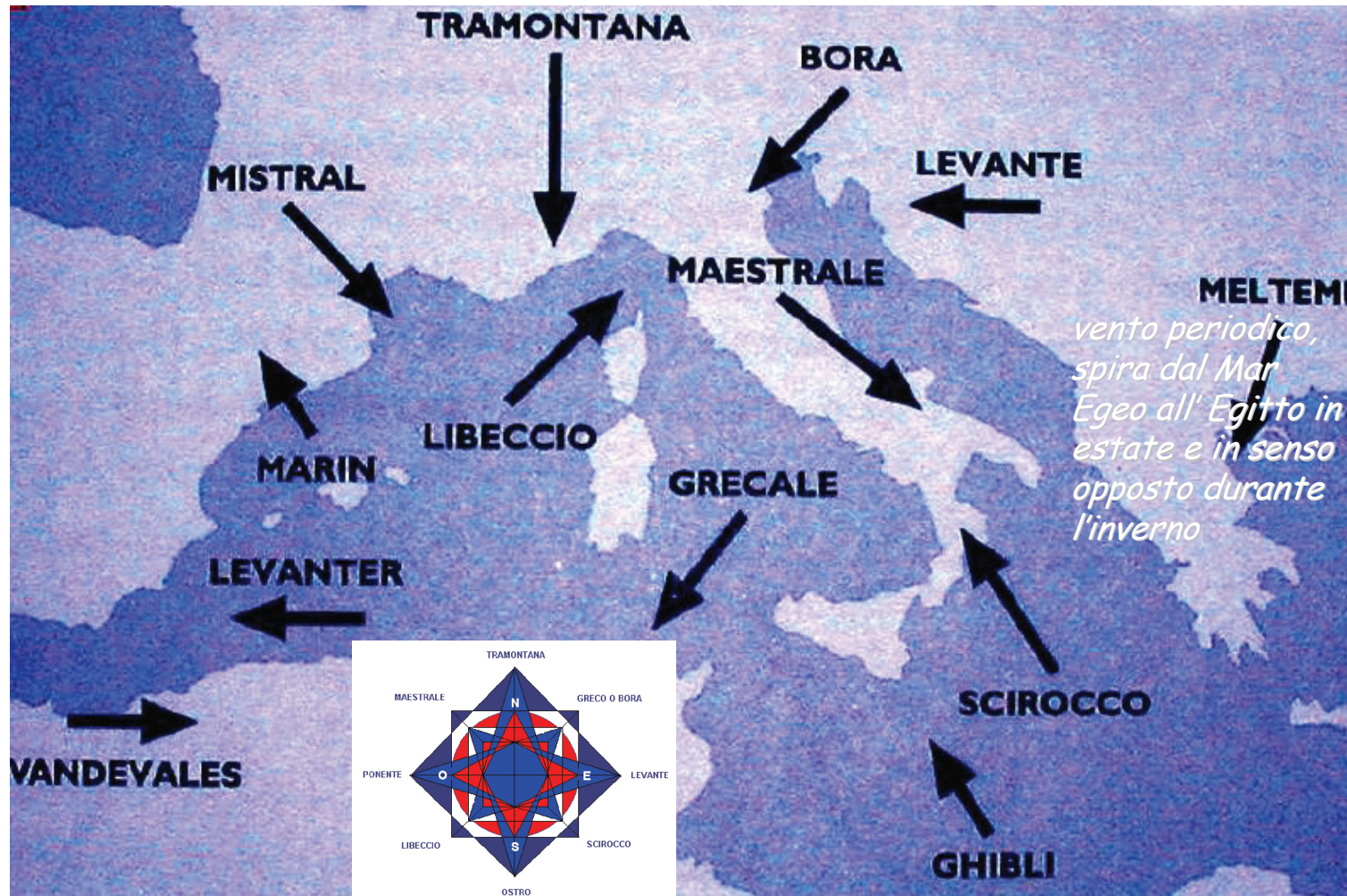
- @ di notte il suolo si raffredda più velocemente del mare
- @ l'aria sulla terra diventa più fredda (pressione aumenta) di quella che sta sul mare (pressione diminuisce)
- @ il moto ascensionale dell'aria sul mare "richiama" aria più fredda dalla zona a pressione maggiore

il risultato è la Brezza di Terra, che soffia dalla costa verso il mare a partire dalle prime ore notturne



Venti Locali del Mediterraneo

nel nostro Mar Mediterraneo i venti sono classificati a seconda della direzione di provenienza, sulla base della Rosa dei Venti che prende la nomenclatura dall' Antica Grecia, che presumeva l'osservatore posto al centro del Mar Ionio (Malta)



Venti Ciclonici

venti irregolari, violentissimi e distruttivi, dotati di movimento vorticoso → prendono nomi diversi a seconda delle località

Uragani nelle Antille e sulle coste americane dell'Atlantico

Tifoni nel Mar Giallo e nelle Filippine

Tornado nelle grandi pianure degli USA e in Australia



Scala Beaufort

la *Scala Beaufort* e' una misura empirica dell'intensita' del vento basata sullo stato del mare o le condizioni delle onde

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	COMPAGNO 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

... ora che abbiamo

.. un'idea della natura del *Vento*,
il *motore* della barca a vela

.. dobbiamo capire come
accendere il *motore* !!!!

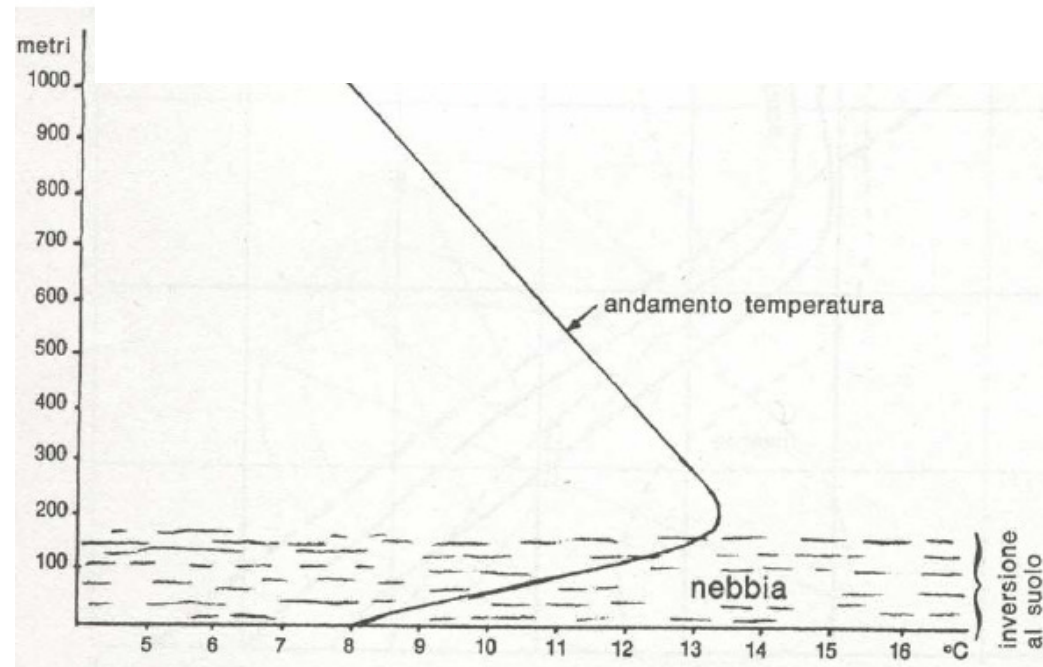


la Temperatura: l'inversione termica

in funzione del grado di stabilita' dell' aria si possono osservare fenomeni di *inversione termica*

inversione al suolo

- ⊙ forte irraggiamento da parte del suolo (perdita di calore) e mancato ricambio d'aria
- ⊙ passaggio di aria calda su un suolo freddo (es. dal mare verso la terraferma)



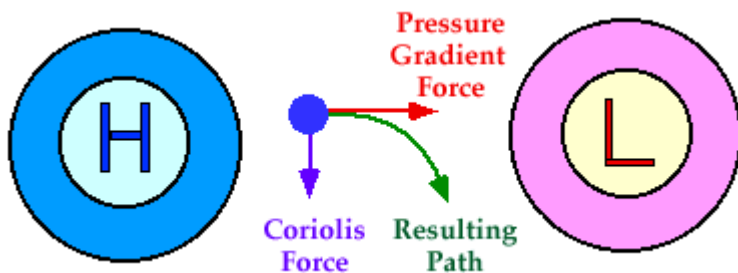
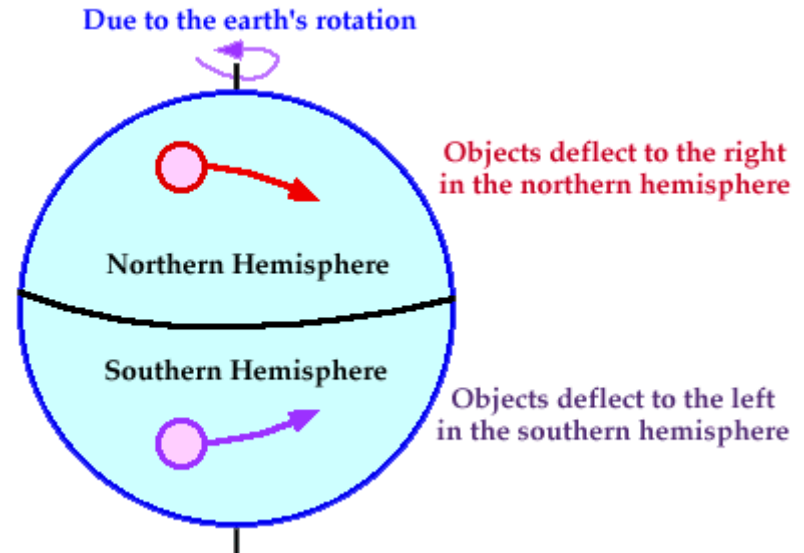
inversione in quota

- ⊙ se si verifica scorrimento in quota di aria più calda di quella sottostante → formazione di uno strato di inversione termica che può avere uno spessore anche di O(100) m e una notevole estensione orizzontale, con eventuali formazioni nuvolose stratiformi

la Forza di Coriolis

in Fisica la Forza di Coriolis e' una forza apparente a cui risulta soggetto un corpo quando si osserva il suo moto da un sistema di riferimento in moto circolare

l' entita' della deflessione del vento dipende dalla sua velocita' ma anche dalla latitudine alla quale soffia piu' si allontana dai poli minore sara' la deflessione fino all' equatore dove la Forza di Coriolis si annulla



l'aria accelera da una zona di alta a una di bassa pressione a causa della Forza di Gradiente a causa di questa accelerazione l'intensita' della forza di Coriolis aumenta curvando il cammino delle particelle d'aria finche' le due forze sono bilanciate e la direzione del flusso d'aria diventa parallelo alle isobare → *Vento Geostrofico*