

# CONTENUTO

## **4 GLI ELEMENTI METEOROLOGICI**

- 6 La pressione
- 11 La temperatura
- 14 Umidità

## **17 LE MASSE D'ARIA**

- 17 I sistemi barici
- 20 Il vento
- 25 Circolazione generale dell'atmosfera
- 27 Stabilità e instabilità dell'aria
- 30 Le nubi
- 34 Classificazione e breve descrizione delle nubi

## **37 I FRONTI**

- 37 La teoria dei fronti
- 39 Fenomeni connessi al passaggio di una perturbazione
- 41 I fronti visti in sezione
- 43 I fronti occlusi
- 44 I simboli più importanti delle carte meteo

## **46 IL MEDITERRANEO**

- 46 Meteorologia del Mediterraneo
- 48 I principali venti del Mediterraneo

## **53 PREVISIONI METEO**

- 53 Previsioni del tempo - I bollettini meteo
- 54 Esempio di una previsione meteo
- 60 Scala Beaufort della forza del vento
- 62 Scala Douglas dello stato del mare vivo





# GLI ELEMENTI METEOROLOGICI

La meteorologia è la scienza che studia i fenomeni che determinano i cambiamenti del tempo. Negli ultimi anni essa ha avuto uno sviluppo enorme grazie a sistemi di monitoraggio sempre più sofisticati. La sua utilità è tale, che la maggior parte degli Stati al mondo mantiene, o cerca di mantenere, un efficiente servizio meteorologico.

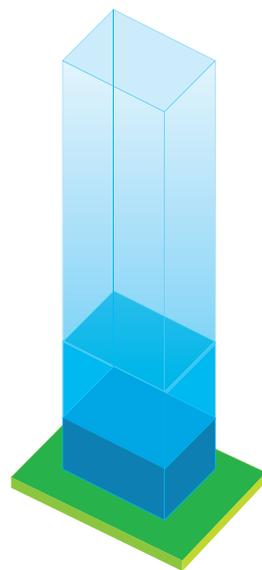
Sembra incredibile, ma praticamente tutte le attività umane sono condizionate dai fattori meteorologici, e chi naviga dovrà, a maggior ragione, tener conto puntigliosamente dei cambiamenti climatici.

Il nostro pianeta è avvolto da uno strato gassoso, l'aria, che costituisce l'atmosfera terrestre, ed è composto da un miscuglio di gas vari. I principali sono l'ossigeno e l'azoto nella proporzione di circa 1 a 4. Ve ne sono poi altri, come idrogeno, anidride carbonica, argo, elio, ozono, ecc., in proporzioni variabili.

Uno dei componenti più importanti del miscuglio, anch'esso presente in proporzioni molto variabili, è il vapore acqueo il quale, condensandosi, forma le nubi e dà origine alle precipitazioni.

Per effetto della forza di gravità le molecole che costituiscono l'atmosfera vengono attratte verso il suolo e si concentrano nei bassi strati provocando un aumento della densità.

Questo fa sì che il 50% della massa gassosa che costituisce l'atmosfera si concentri nei primi 5 km, il 90% a 16 km e il 99,9% a 50 km di altezza. A quest'ultima altezza siamo al limite della stratosfera e la densità dell'aria è un millesimo rispetto a quella che si registra al livello del mare, vedi *Figura 1*.



*Figura 1* Massa atmosferica



Tutti i fenomeni atmosferici che ci interessano si verificano nella troposfera che ha uno spessore - variabile per effetto della rotazione terrestre - compreso tra circa 8 km ai poli e circa 16/18 km all'equatore.

In questa fascia la temperatura dell'aria diminuisce in modo quasi costante con l'aumentare della quota. Questa diminuzione si chiama gradiente termico verticale ed è di circa  $6^\circ$  ogni 1000 m di altezza.

Al di sopra della troposfera, la temperatura segue invece un andamento non più lineare, in quanto, a causa della rarefazione dell'aria, entrano in gioco altri fattori chimico-fisici, che però non hanno influenza sui fenomeni atmosferici se non in misura marginale, vedi Figura 2.

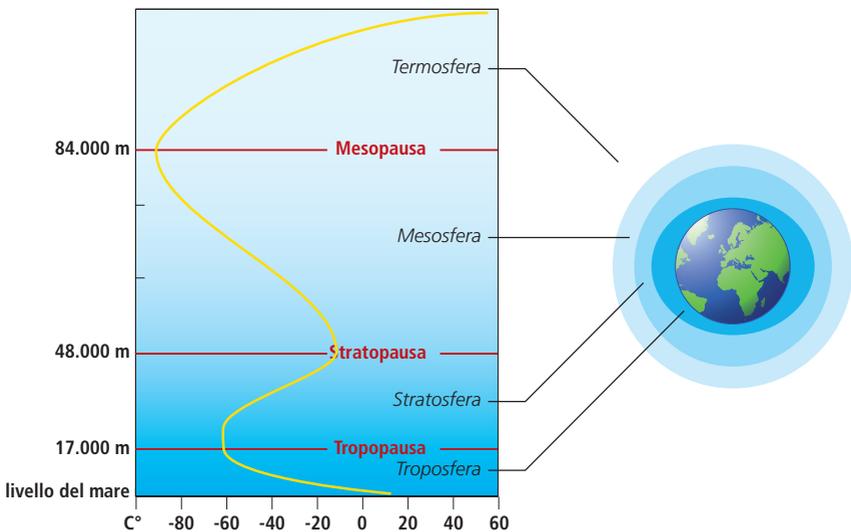


Figura 2 Strati atmosferici

Tutte le manifestazioni climatiche sono principalmente dovute all'interazione di tre grandezze fondamentali: pressione, temperatura, umidità.

Il modo in cui queste tre grandezze si combinano tra loro, determina tutti i fenomeni atmosferici che ci interessano.

## La pressione

L'aria, essendo attirata verso il basso dalla forza di gravità, esercita sulla superficie terrestre una certa pressione, che viene individuata come la forza che si manifesta su una superficie unitaria definita (nel sistema metrico decimale questa superficie è di  $1 \text{ cm}^2$ ), vedi Figura 3.

Nello stesso tempo però l'aria tenderebbe a essere proiettata nello spazio per effetto della forza centrifuga dovuta alla rotazione terrestre. Alla fine queste due forze si equilibrano dando luogo a una sorta di bilancia idrostatica come illustrato in figura, vedi Figura 4.



Figura 3 Peso aria

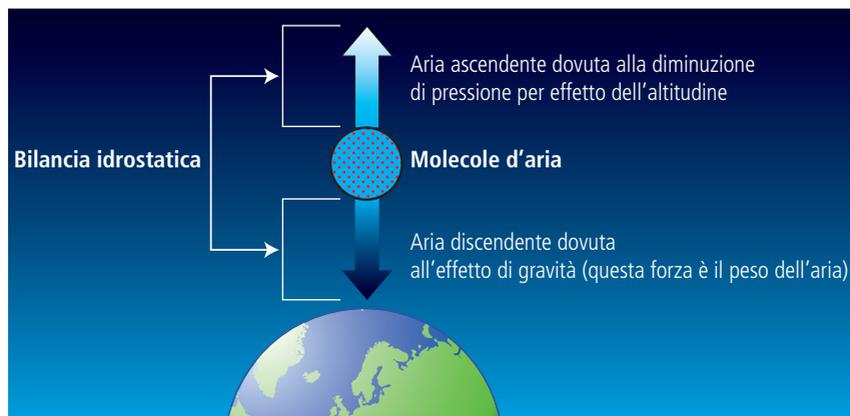


Figura 4 Bilancia idrostatica

La dimostrazione pratica (del peso dell'aria) è stata data dal fisico Torricelli con un esperimento molto semplice:

si riempie di mercurio un tubicino di vetro del diametro di 1 cm e lo si capovolge in un recipiente contenente lo stesso liquido.

Il mercurio scende nel tubo fino a un certo livello formando una colonna di 76 cm che equilibra, per effetto dei vasi comunicanti, il peso dell'aria che agisce sulla superficie del liquido nella bacinella.

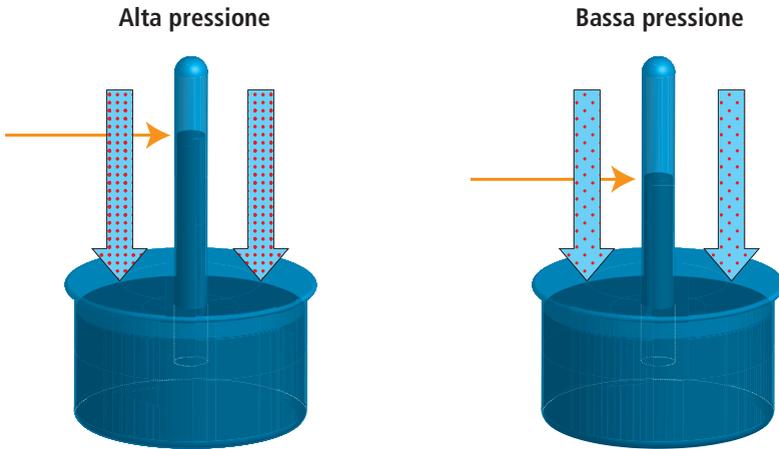


Figura 5 Torricelli

Moltiplicando il peso di questa colonna per il peso specifico del mercurio ( $13,6 \text{ g/cm}^3$ ) si ottiene il peso della colonna in grammi:

$13,6 \times 76 = 1033,6 \text{ g}$  cioè circa 1 kg, vedi Figura 5.

Per ottenere un valore di riferimento si esprime questo peso mediante un'unità di pressione (ettopascal) corrispondente a quella misurata a livello del mare, a  $45^\circ$  di latitudine e a  $0^\circ\text{C}$ .

Il valore che si ottiene è di 1013 ettopascal (hPa) che corrispondono esattamente a 1013 millibar (mb), denominazione che viene sempre meno utilizzata in meteorologia.

Nell'industria si usa anche un'altra unità di misura, l'atmosfera (atm) che corrisponde a  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

Alla fine si avranno queste relazioni:

$$760 \text{ mm di Hg} = 1013 \text{ hPa} = 1013 \text{ mb} = \text{ca. } 1 \text{ atm}$$

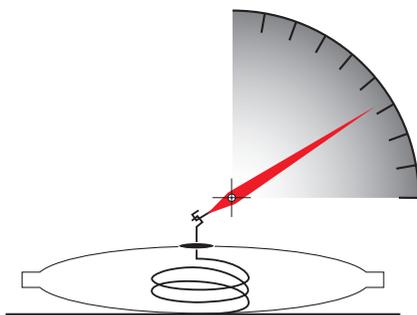
In linea di principio si può quindi definire alta pressione qualsiasi valore superiore a 1013 hPa, e bassa pressione qualsiasi valore inferiore. In realtà, quello che più conta nelle previsioni meteo, non è tanto il valore assoluto della pressione, in una determinata zona, ma come esso si rapporta a un valore di pressione dell'area circostante, come vedremo meglio più avanti.

Lo strumento che misura la pressione è il barometro.

### Barometro aneroido

È costituito da una capsula metallica elastica nella quale è stato praticato un vuoto parziale.

Le deformazioni della capsula, dovute alla variazione di pressione, vengono trasmesse, tramite una lancetta azionata meccanicamente, a uno strumento graduato e precedentemente tarato, vedi *Figura 6*.



*Figura 6* Barometro aneroido

### Barografo

È un barometro aneroido che registra le variazioni di pressione e ne traccia i valori su un diagramma di carta fissato su un tamburo rotante.

Oggi esistono anche barografi digitali con diverse funzioni.

Il barografo è molto utile per seguire la rapidità dei cambiamenti di pressione che, come vedremo, sono importanti per una buona previsione meteorologica.

### Variazioni della pressione atmosferica

Il valore della pressione atmosferica non è costante ma subisce continue trasformazioni dovute a diversi fattori tra cui, uno dei più importanti, legato al riscaldamento dell'aria provocato dal Sole.

I raggi del Sole che giungono paralleli sulla Terra distribuiscono la loro energia in modo diverso sul nostro pianeta.



*Figura 7* Distribuzione del calore



Nella figura si nota come nella zona equatoriale i raggi arrivino con un angolo di incidenza molto elevato, quasi perpendicolari alla superficie terrestre, mentre ai poli la stessa quantità di radiazione si distribuisce su una superficie maggiore a causa dell'angolo di incidenza molto basso, per cui, la maggior superficie colpita sarà riscaldata in modo minore, *vedi Figura 7*.

Se poi consideriamo l'inclinazione dell'asse terrestre e i movimenti di rotazione e di rivoluzione attorno al Sole, vedremo che l'esposizione ai raggi solari subisce una continua alternanza creando masse d'aria con temperature diverse distribuite su tutta la superficie.

Queste masse d'aria tendono a mescolarsi continuamente per raggiungere un equilibrio tra loro, ma proprio quando sono vicinissime a questo risultato, il gioco riprende ed esse continuano a rincorrersi senza fine (almeno finché ci sarà il Sole).

La conseguenza di tutto ciò è che le differenze di temperatura provocano differenze di pressione, e quindi di peso:

**Aria fredda più densa, più pesante = alte pressioni**

**Aria calda meno densa, più leggera = basse pressioni**

In una stessa area geografica si possono osservare variazioni di pressione che possono essere: stagionali, diurne, irregolari.

### **Variazioni stagionali**

Un classico esempio di variazione stagionale è dato dalla formazione di una vasta area di alta pressione sull'Asia centrale in inverno, mentre d'estate, per effetto dell'aumento della temperatura, nella stessa zona dominerà la bassa pressione.

### **Variazioni diurne**

Anche nell'arco della giornata la pressione subisce leggere variazioni: aumenta dalle ore 04 alle 10, diminuisce dalle 10 alle 16, aumenta nuovamente dalle 16 alle 22 e diminuisce dalle 22 alle 04. Queste variazioni sono deboli (meno di 1 hPa nelle zone temperate, poco di più ai Tropici).

### **Variazioni irregolari**

Le variazioni irregolari sono dovute invece agli spostamenti delle masse d'aria (vedremo meglio più avanti). La pressione diminuisce all'avvicinarsi delle

perturbazioni e aumenta dopo il loro passaggio. I valori della pressione vengono rilevati dalle stazioni meteo, sparse su tutto il globo, e riportati al livello del mare, permettendo la realizzazione di carte sinottiche che danno una visione d'insieme della zona d'interesse.

### Variazione della pressione in funzione dell'altitudine

Prendiamo ad esempio un subacqueo. Mano a mano che scende in profondità, la pressione aumenta di circa 1 kg per  $\text{cm}^2$  ogni 10 m, cioè 1 atm, mentre la densità dell'acqua, essendo quest'ultima incompressibile, rimane costante.

L'aria invece è comprimibile e quindi salendo di quota e diminuendo la pressione, il suo volume aumenta: diminuisce cioè la densità.

La diminuzione della pressione è di circa 1 hPa ogni 9 m, ma diminuisce con l'altitudine a causa della diminuzione di densità a cui è strettamente collegata (a 1500 m la pressione è di circa 850 hPa, a 5500 m è di circa 500 hPa).

Per quanto detto prima in relazione all'aumento e alla diminuzione della pressione per effetto del riscaldamento solare, possiamo fare le seguenti considerazioni:

- A temperatura costante, aumentando la pressione, diminuisce proporzionalmente il volume e aumenta proporzionalmente la densità, vedi *Figura 8*.
- A pressione costante, aumentando la temperatura, aumenta proporzionalmente il volume e diminuisce proporzionalmente la densità, vedi *Figura 9*.

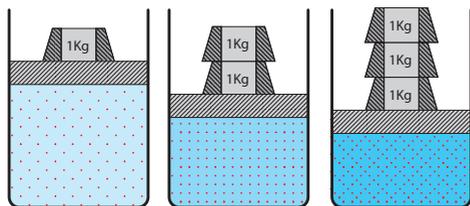


Figura 8 Variazione di pressione

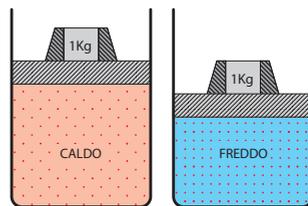


Figura 9 Variazione di densità

Tutto questo conformemente al principio fisico conosciuto come **legge fondamentale dei gas** rappresentata dalla seguente equazione: