

La pressione atmosferica

■ Anche l'aria pesa

L'atmosfera è costituita da un miscuglio di gas, chiamato aria, che, trattenuto dalla forza di gravità, circonda la Terra. Anche l'aria, come tutti i fluidi, esercita una pressione sulla superficie dei corpi che vi sono immersi: questa pressione è la **pressione atmosferica**.

La pressione maggiore si ha al suolo, vicino alla superficie della Terra, perché proprio al livello del mare la densità dell'aria è massima. La pressione diminuisce progressivamente con l'altitudine fino ad annullarsi a qualche centinaio di chilometri dal suolo. A livello del suolo la pressione atmosferica ha un ordine di grandezza di circa centomila pascal; per dare un'idea di questo valore, pensate che esso equivale alla pressione che si otterrebbe appoggiando un masso di circa sessanta tonnellate su una piccola tendina da campeggio! Se la tenda non è schiacciata al suolo è perché la pressione atmosferica agisce in tutte le direzioni, anche all'interno della tenda (figura ►1).

Se riuscissimo a estrarre l'aria dalla tenda la vedremmo appiattita al suolo come succede alle buste di plastica che aderiscono alla superficie degli alimenti confezionati sotto vuoto (figura ►2).

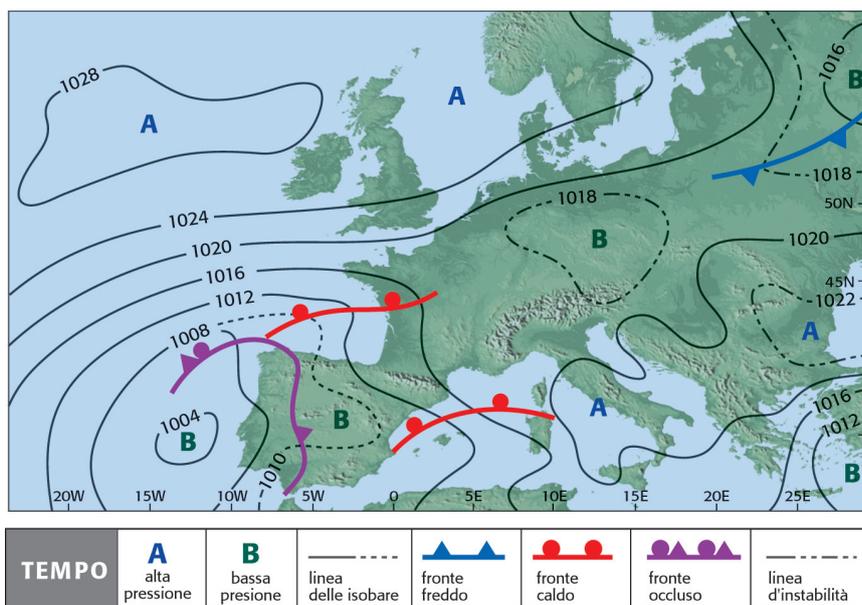
Tuttavia, anche piccoli cambiamenti della pressione atmosferica determinano lo spostamento di grandi masse d'aria e quindi sono fondamentali per l'elaborazione delle previsioni meteorologiche. Le carte come quella di figura ►3 contengono linee *isobare*, cioè linee che uniscono tutti i punti dell'atmosfera (alla stessa quota rispetto al livello del mare e alla stessa ora) che si trovano alla stessa pressione.



▲ **Figura 1**
La pressione atmosferica che grava sulla tenda è controbilanciata dalla stessa pressione che agisce in senso contrario, sull'interno della tenda stessa.



▲ **Figura 2**
Per confezionare gli *alimenti sottovuoto* occorre aspirare l'aria dal contenitore. Se questo è un sacchetto, la pressione atmosferica lo comprime agendo su tutta la superficie esterna.

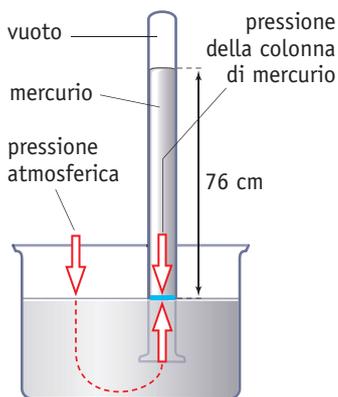


◀ **Figura3**
La pressione atmosferica è un parametro fondamentale per l'elaborazione delle previsioni meteorologiche. I dati presenti sono espressi in millibar.

■ La misura della pressione atmosferica

Il problema della determinazione della pressione atmosferica è stato affrontato e risolto sperimentalmente da un fisico italiano, Evangelista Torricelli. Questo scienziato, collaboratore e segretario di Galilei fino alla morte di questi, mise a punto un dispositivo sperimentale divenuto poi famoso e che è considerato tuttora lo strumento più accurato per la misurazione della pressione atmosferica.

Approfondimento



◀ **Figura 4**
 Rappresentazione schematica di un barometro torricelliano.

Un dispositivo simile a quello di Torricelli è costituito da un tubo di vetro lungo circa 100 cm, chiuso a una estremità e riempito di mercurio (figura ▶4). Si immerge il tubo capovolto in una vaschetta che contiene anch'essa mercurio, avendo cura di non fare entrare aria: si osserva che il livello del mercurio si abbassa senza però svuotare il tubo, dato che si ferma all'altezza di circa 76 cm rispetto al livello del mercurio nella vaschetta. Dato che il mercurio è in equilibrio, si può affermare che la pressione idrostatica esercitata dalla colonna di mercurio è equilibrata da un'uguale pressione: questa pressione non può che essere la pressione atmosferica che agisce sulla superficie del mercurio nella vaschetta e che si trasmette anche alla base della colonna di mercurio nel tubo.

Per compiere l'esperienza di Torricelli è indispensabile utilizzare il mercurio, anche se è una sostanza altamente tossica che va maneggiata con cura. D'altra parte non è possibile sostituire il mercurio con un altro liquido; infatti, se per esempio usassimo al suo posto l'acqua, occorrerebbe un tubo di vetro lungo più di 10 m per avere una pressione idrostatica uguale alla pressione atmosferica: è proprio per questo che l'acqua in un bicchiere capovolto viene trattenuta e non cade (figura ▶5).

Questa differenza di altezza tra le colonne di acqua e di mercurio si spiega ricordando la legge di Stevin ($p = d \cdot h \cdot g$): la pressione esercitata da un liquido omogeneo è direttamente proporzionale sia all'altezza del liquido sia alla sua densità.

La differenza di altezza delle due colonne dipende proprio dalla diversa densità dei due liquidi: la colonna di mercurio è molto più bassa in quanto la sua densità è quasi quattordici volte più grande di quella dell'acqua.

Dato che la pressione atmosferica corrisponde alla pressione idrostatica esercitata dalla colonna di mercurio, possiamo calcolarne il valore utilizzando la legge di Stevin, operando nelle condizioni sopra scritte.

Se il dislivello h tra la superficie del mercurio nella vaschetta e quella del mercurio nel tubo di vetro è 0,760 m; come in figura ▶4, la corrispondente pressione può essere così calcolata:

$$p = d \cdot h \cdot g = 1,35 \cdot 10^4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,760 \text{ m} \cdot 9,81 \frac{\text{N}}{\text{kg}} = 1,01 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = 101 \text{ kPa}$$

Nel 1648 B. Pascal (che allora aveva 25 anni) salì sul Puy de Dome, una montagna alta 1464 m che si trova in Francia, e utilizzando l'apparecchiatura di Torricelli misurò la pressione atmosferica; Pascal fu così in grado di verificare che la pressione atmosferica diminuisce a mano a mano che aumenta il dislivello rispetto al mare. Alcuni anni dopo, nel 1671, il matematico modenese Evangelista Torricelli determinò l'altezza del monte Cimone misurando in quota la pressione atmosferica.



▲ **Figura 5**
 Nonostante questa semplice prova susciti ancora molta sorpresa, sta di fatto che la forza esercitata dalla pressione atmosferica impedisce all'acqua di cadere dal bicchiere. Per verificarlo, è sufficiente riempire completamente un bicchiere, appoggiarvi un foglio di carta lucida facendolo aderire e poi, con cautela, rovesciarlo!

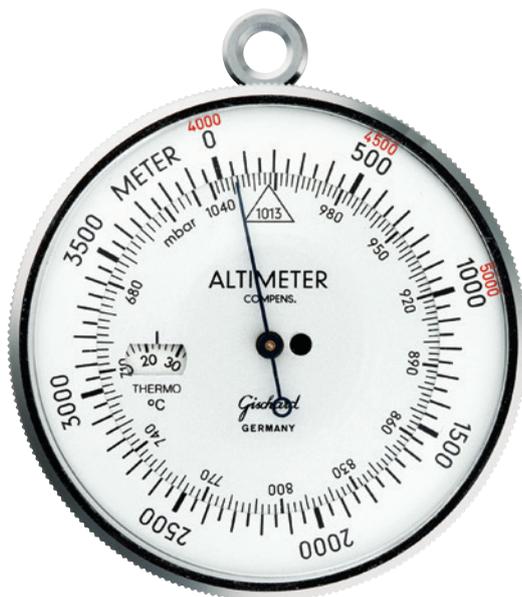
Approfondimento

I barometri

Per misurare la pressione atmosferica si usano strumenti chiamati **barometri**.

I barometri a mercurio richiamano nelle loro caratteristiche costruttive lo strumento di Torricelli. Sono strumenti molto precisi ma piuttosto scomodi e ingombranti.

Più diffusi sono i *barometri metallici*: essi si basano sulla deformazione che la pressione atmosferica provoca sulle pareti di una scatola metallica chiusa in cui è stato fatto il vuoto. La deformazione è trasmessa a un indice che si muove su una scala graduata (figura ►6).



◀ Figura 6

I *barometri metallici* hanno forma compatta e sono quindi meno ingombranti dei barometri a mercurio (messi al bando dalla UE a partire dal 2009). Gli *altimetri* come quello in figura sono barometri metallici in cui la scala graduata è stata tarata in metri di altitudine. Questi strumenti si basano sul fatto che la pressione atmosferica diminuisce all'aumentare dell'altitudine. Pertanto, prima di utilizzare un altimetro, occorre effettuare l'operazione di taratura conoscendo l'altitudine del punto di partenza.

Nei barometri più recenti i valori della pressione sono riportati in *millibar* (mbar) o in *ettopascal* (hPa). È facile verificare che i valori delle due scale coincidono: infatti $1 \text{ mbar} = 10^2 \text{ Pa}$ (figura ►7).



◀ Figura 7

Nei barometri digitali la deformazione prodotta dalla pressione induce un segnale elettrico che viene elaborato e trasformato in un valore numerico mostrato sul display.