

**La presión:**

Hasta ahora hemos visto que las fuerzas son capaces de modificar la velocidad de un cuerpo, pero también es cierto que pueden tener otra función, la de deformarlo.

Si para medir la variación de velocidad que experimenta un cuerpo (cuando actúa sobre él una fuerza) utilizábamos la aceleración, para medir la capacidad de deformación de una fuerza utilizaremos la presión.

La presión es una magnitud que mide el efecto deformador o capacidad de penetración de una fuerza y se define como la fuerza ejercida por unidad de superficie. Se expresa como:

$$P = \frac{F}{S}$$

Su unidad de medida en el S.I. es el  $\text{N/m}^2$ , que recibe el nombre de pascal y se abrevia como Pa. Otras unidades en las que nos podemos encontrar la presión son:

Unidad	Equivalencia	Usos
hectopascal (hPa)	1 hPa = 100 Pa	Muy utilizada en medidas de altas presiones
atmósfera (atm)	1 atm = 101325 Pa	Muy utilizada para medir la presión atmosférica
bar	1 bar = 100000 Pa	Muy utilizada en meteorología
mmHg	760 mmHg = 1 atm	Muy utilizada en medidas de bajas presiones

Según la definición de presión podemos llegar a dos conclusiones:

- 1- Para una misma superficie de aplicación, a mayor presión mayor capacidad de deformación.
- 2- Cuanto mayor sea la superficie sobre la que se aplica la fuerza, más fuerza necesitaremos para conseguir deformar al objeto.

Es decir, la fuerza aplicada se reparte o distribuye uniformemente entre todos los puntos de la superficie, por lo que al aumentar la superficie de contacto estamos disminuyendo indirectamente la fuerza aplicada en un punto en concreto. Estamos por tanto reduciendo la capacidad de penetración o deformación de la fuerza.

Imagínate por ejemplo que lanzas un bolígrafo en posición horizontal a la nieve. Al tener éste una superficie elevada ( $S$ ) apenas deformará la capa de nieve, sin embargo si lo lanzas en posición vertical, la superficie de contacto con la nieve será mucho menor ( $S'$ ), por lo que conseguiremos que el bolígrafo penetre mucho más en la nieve.



### HIDROSTÁTICA

Es la parte de la física que estudia los fluidos en equilibrio (en reposo, sin movimiento).

Se consideran fluidos a todos aquellos cuerpos que tienen la propiedad de adaptarse a la forma del recipiente que los contiene, por lo tanto serán fluidos los líquidos y los gases.

Los líquidos son fluidos incompresibles mientras que los gases son fluidos compresibles.

#### Características de los fluidos:

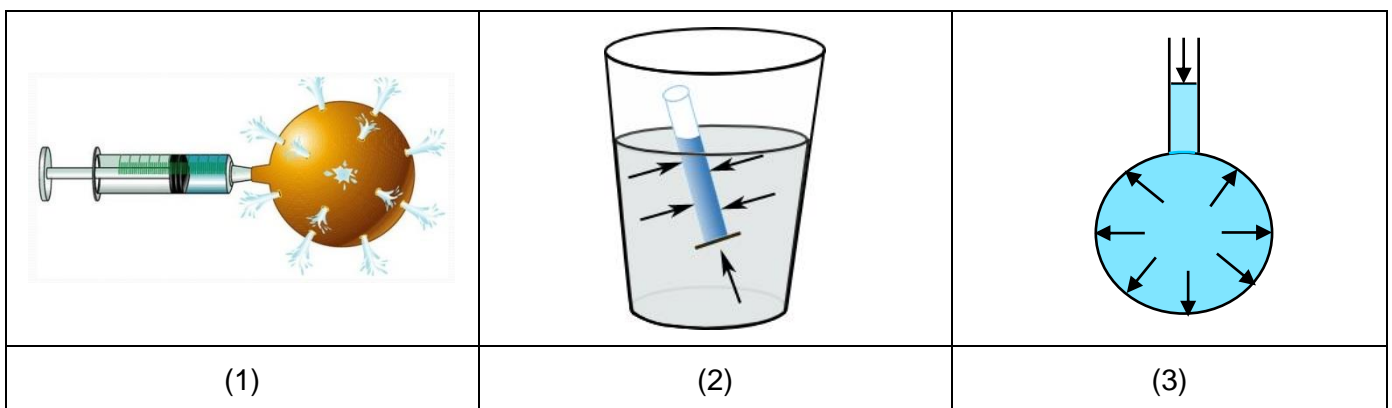
- (1) Si llenamos un globo de agua y le hacemos agujeros, el agua sale perpendicular a la superficie esférica del globo. Esto es debido a que:

*“Los fluidos ejercen fuerzas perpendiculares a las paredes del recipiente que los contiene.”*

- (2) Si introducimos un tubo tapado por un lado en un recipiente con agua, la tapa queda pegada al tubo. Esto es debido a que:

*“Los fluidos ejercen fuerzas perpendiculares a los objetos que se encuentran sumergidos en ellos.”*

- (3) Principio de Pascal. La presión ejercida en un punto del fluido se transmite de forma instantánea y con igual intensidad en todas las direcciones.



#### Principio fundamental de la hidrostática:

Supón que introducimos un cuerpo en un fluido hasta una profundidad “h”, ¿qué presión soporta dicho cuerpo debido a la columna de agua que tiene encima? Pues la fuerza del peso de toda la columna de agua aplicada sobre la superficie de contacto de ambos sistemas (columna de agua y cuerpo), ¿no? Veámoslo con ecuaciones:

$$\text{Fuerza del peso de la columna de agua} = m \cdot g$$

$$\text{Densidad de la columna de agua} = \frac{m}{V} \rightarrow m = V \cdot d$$

---

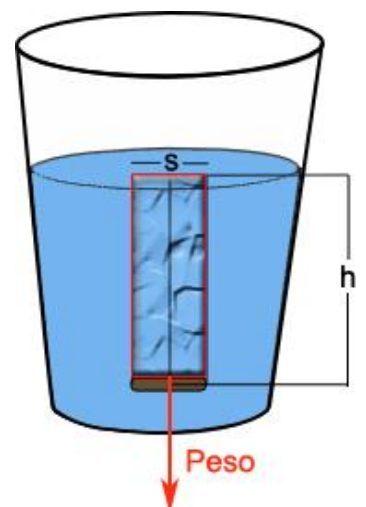

$$P = m \cdot g = V \cdot d \cdot g \quad \text{Volumen de la columna de agua} = S \cdot h$$


---

$$P = m \cdot g = V \cdot d \cdot g = S \cdot h \cdot d \cdot g$$


---

$$\text{Presión de la columna de agua} = \frac{F}{S} = \frac{S \cdot h \cdot d \cdot g}{S} \rightarrow$$



$P = d \cdot g \cdot h$



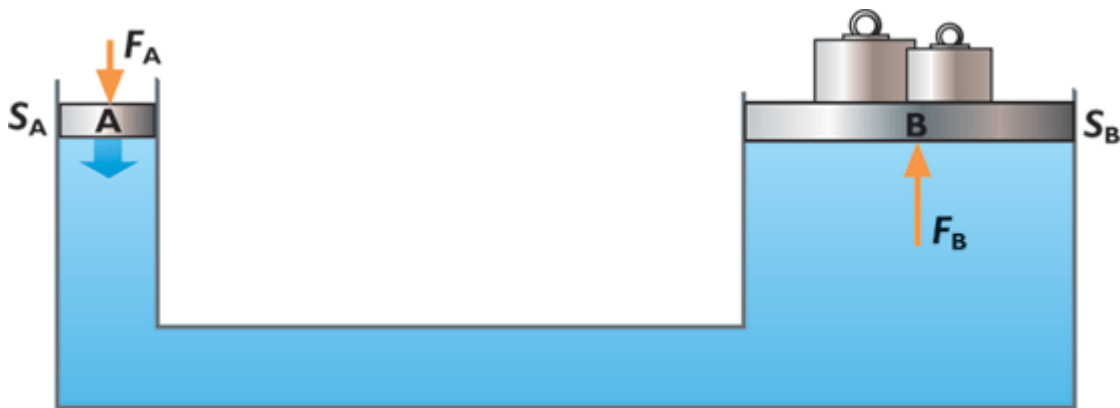
Principio fundamental de la hidrostática:

La “*presión hidrostática*” ( $P$ ) ejercida en un punto situado dentro de un fluido es directamente proporcional a la densidad del fluido ( $d$ ), a la profundidad a la que se encuentre dicho punto ( $h$ ) y a la gravedad del lugar en el que se encuentre el fluido ( $g$ ).

### Principio de Pascal:

Aplicar una presión en un punto de un líquido es lo mismo que suministrar energía a ese punto. Si esa energía no se consume, se transmitirá en todas las direcciones a todos los puntos del líquido.

Aprovechando este comportamiento peculiar que presentan los líquidos, se podría crear una máquina capaz de generar una fuerza elevada a partir de una fuerza mucho más pequeña. Este es el principio en el que se basa la prensa hidráulica, los elevadores hidráulicos, los frenos hidráulicos, etc. y funcionan de la siguiente manera:



Si aplicamos una fuerza ( $F_A$ ) sobre la superficie del émbolo pequeño ( $S_A$ ), ésta se transmitirá y se aplicará a toda la superficie del émbolo grande ( $S_B$ ), generando una nueva fuerza ( $F_B$ ) que es directamente proporcional a  $F_A$ . Veámoslo con ecuaciones:

$$P_1 = P_2 \rightarrow \frac{F_A}{S_A} = \frac{F_B}{S_B} \rightarrow F_B = F_A \cdot \frac{S_B}{S_A}$$

$F_A$  se aplica a todos los puntos de la superficie de B, así pues cuanto mayor sea esta superficie más puntos de la misma empujarán hacia arriba y por lo tanto la fuerza total de empuje ( $F_B$ ) será mayor.

### La presión atmosférica:

La atmósfera terrestre es una capa gaseosa de aproximadamente 100 km de espesor que envuelve a la Tierra. Cualquier objeto que se encuentre sobre la superficie de la Tierra vive “inmerso” en su atmósfera, y por tanto estará sometido a su presión, tal y como lo está cualquier objeto dentro de un fluido.

Como fluido gaseoso que es, ejercerá mayor presión sobre los objetos que se encuentren a mayor profundidad. En este caso la profundidad se refiere a la proximidad con la superficie de la Tierra. Por lo tanto, la presión soportada será mayor a nivel del mar que en la cima de una montaña.

La presión atmosférica es la presión que ejercen los gases de la atmósfera sobre cualquier cuerpo que se encuentre inmerso en ella, y se calcula por medio del principio fundamental de la hidrostática.

↓

$$P_{atm} = d_{aire} \cdot g \cdot h$$

La experiencia de Torricelli:

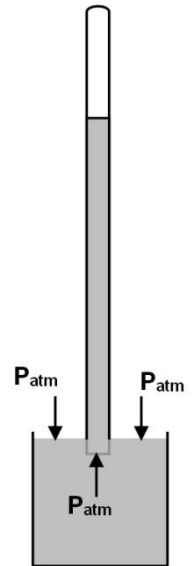
Torricelli fue la primera persona que logró medir la presión atmosférica. Para ello realizó un sencillo experimento que consistía en llenar de mercurio un tubo de un metro de largo e invertirlo sobre una cubeta llena de mercurio. Sorprendentemente el mercurio del tubo apenas descendió y tras repetidos ensayos pudo comprobar que la altura del mercurio en el tubo rondaba los 760 milímetros.

Torricelli llegó a la conclusión de que la atmósfera realiza una presión en la superficie del mercurio de la cubeta que se transmite a la superficie del mercurio del tubo impidiéndole que este caiga por la acción de su propio peso, es decir, la atmósfera realiza una presión equivalente a la presión que ejerce el peso del mercurio que queda dentro del tubo una vez que ha descendido 240 milímetros.

Ocurre que a mayor presión atmosférica, mayor será la altura de la columna de mercurio, por lo tanto podemos utilizar como medida de la presión atmosférica la altura alcanzada por la columna de mercurio. A nivel del mar la presión atmosférica se corresponde con una columna cuya altura de mercurio son 760 milímetros.

Como trabajar con milímetros de mercurio era un poco engorroso, se estableció una nueva unidad de medida para medir la presión atmosférica y se le dio el nombre de atmósfera (atm). Una atmósfera se corresponde con:

$$1 \text{ atm} = 760 \text{ mmHg} = 1,013 \text{ bar} = 101325 \text{ Pa}$$

El manómetro:

Es un instrumento empleado para medir la presión de un fluido (generalmente un gas) contenido en un recipiente cerrado. En las instalaciones de aire comprimido son instrumentos vitales para la información, regulación y control de los compresores, secadores o filtros.

En general los manómetros utilizan la presión atmosférica como valor de referencia, es decir, que su valor cero corresponde al valor absoluto uno de la presión atmosférica. El valor que se lee en el manómetro corresponde a la diferencia que existe entre la presión real y la atmosférica.



La unidad más utilizada es el bar o el psi (libra por pulgada cuadrada).

El barómetro:

Es un instrumento que se utiliza para medir la presión atmosférica, por lo tanto el experimento que realizó Torricelli con un tubo de mercurio y una cubeta podría considerarse un barómetro.

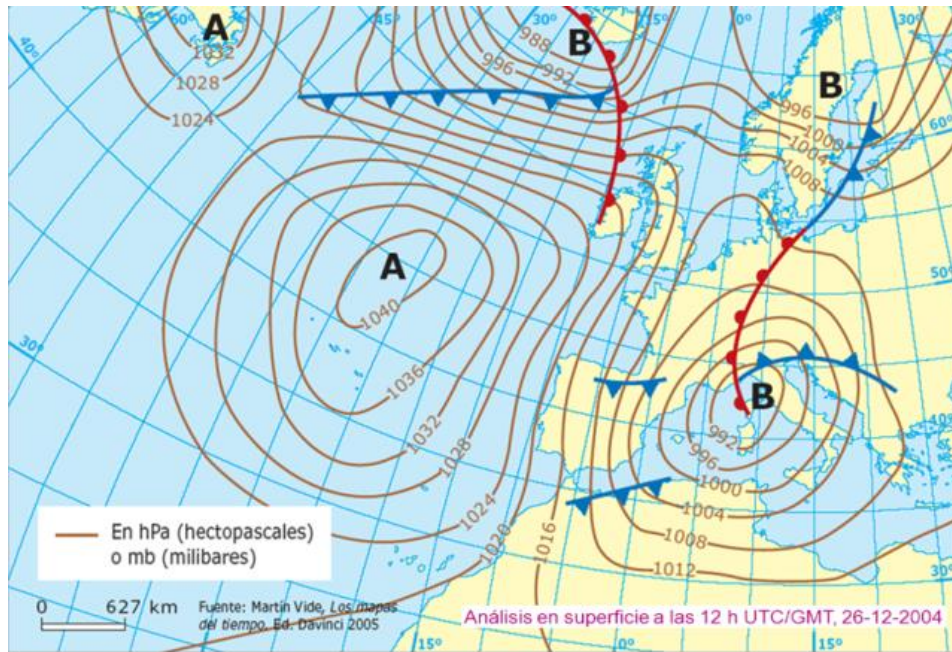
Los barómetros son instrumentos fundamentales para saber el estado de la atmósfera y realizar predicciones meteorológicas. Se utilizan también para medir la altitud a la que nos encontramos con respecto al nivel del mar.

La unidad más utilizada es el milibar (mbar) o el hectopascal (hPa).



## Mapas meteorológicos:

Los mapas que realmente nos interesan son los sinópticos, es decir, aquellos que representan las isobaras y los frentes. Y dentro de los mapas sinópticos vamos a estudiar los de superficie, que son aquellos que representan las isobaras reducidas siempre al nivel del mar (aunque la región que atraviesen sea montañosa).



Las isobaras son unas líneas que unen puntos de la superficie terrestre donde la presión atmosférica tiene un mismo valor. Sus características son:

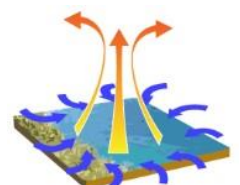
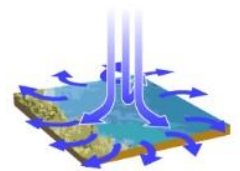
- Las isobaras se dibujan con intervalos de 4 mbar.
- Cuanto más juntas estén, más viento habrá en esa zona.
- Las isobaras van acompañadas de números que indican la presión en milibares o hPa.

Los frentes son líneas más gruesas que cortan las isobaras. Marcan la frontera entre una masa de aire cálida y una masa de aire fría. Se clasifican en:

- Frente cálido: Es aquel en el que el aire cálido (por detrás) empuja al aire frío (por delante).
  - o Se dibuja con una línea de color rojo con semicírculos.
- Frente frío: Es aquel en el que el aire frío (por detrás) empuja al aire cálido (por delante).
  - o Se dibuja con una línea de color azul con triángulos isósceles.

La presión media es de 1013 milibares, por lo que valores superiores se consideran de altas presiones o anticiclones e inferiores de bajas presiones o borrascas.

- Anticiclón: Zona de altas presiones.
  - o El centro del anticiclón se indica con la letra "A" ("H" en inglés).
  - o En los anticiclones el aire circula en sentido horario.
  - o Produce buen tiempo, cielos despejados y ocasionalmente niebla.
- Ciclón o borrasca: Zona de bajas presiones.
  - o El centro de la borrasca se indica con la letra "B" ("L" en inglés).
  - o En las borrascas el aire circula en sentido antihorario.
  - o Produce fuertes vientos y abundantes precipitaciones.



**El principio de Arquímedes:**

Todo cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido experimenta una fuerza vertical y hacia arriba (fuerza de empuje) igual al peso del fluido desalojado. Matemáticamente la fuerza de empuje (E) se expresa como:

$$E = W_{líq} = m_{líq} \cdot g = V_{líq} \cdot d_{líq} \cdot g$$

Donde;

- E es la fuerza de empuje que sufre el cuerpo sumergido.
- $W_{líq}$  es el peso del fluido desalojado.
- $m_{líq}$  es la masa del fluido desplazado.
- $d_{líq}$  es la densidad del fluido.
- $V_{líq}$  es el volumen del fluido desalojado.
- $g$  es la aceleración de la gravedad.



Si el cuerpo está totalmente sumergido ocurre que el volumen del líquido desalojado es equivalente al volumen del cuerpo, por lo que la expresión matemática del empuje quedaría así:

$$E = W_{líq} = m_{líq} \cdot g = V_{líq} \cdot d_{líq} \cdot g = V_{cuerpo} \cdot d_{líq} \cdot g$$

**Flotabilidad:**

Es la capacidad de un cuerpo para sostenerse dentro de un líquido y guarda cierta relación con la densidad del cuerpo, ya que se cumple lo siguiente:

<p>Si la densidad del cuerpo es menor que la del líquido, el cuerpo ascenderá y quedará "flotando".</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>E &gt; P_{cuerpo} \rightarrow</math> (el cuerpo asciende y flota) <math>\rightarrow E = P_{cuerpo}</math></li> <li>- <math>V_{líq} \equiv V_{fracción\ del\ cuerpo\ que\ se\ encuentra\ sumergida}</math></li> </ul>	
<p>Si la densidad del cuerpo es igual a la del líquido, el cuerpo quedará sumergido "entre aguas".</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>E = P_{cuerpo}</math></li> <li>- <math>V_{líquido\ desalojado} \equiv V_{cuerpo\ sumergido}</math></li> </ul>	
<p>Si la densidad del cuerpo es mayor que la del líquido, el cuerpo se "hundirá" hasta el fondo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>E &lt; P_{cuerpo}</math></li> <li>- <math>V_{líquido\ desalojado} \equiv V_{cuerpo\ sumergido}</math></li> </ul>	

Concepto de peso aparente:

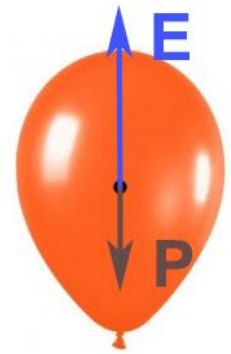
Si introducimos un cuerpo dentro de una piscina observamos que se vuelve menos pesado, esto es debido a la fuerza de empuje que ejerce el agua de la piscina sobre el cuerpo y que contrarresta el peso del mismo. En ese momento si pesáramos el cuerpo no obtendríamos su peso real, sino su peso aparente, que será siempre menor a su peso real y se calcula de la siguiente forma:

$$P_{aparente} = P_{real} - P_{líquido\ desalojado\ por\ el\ cuerpo\ que\ se\ sumerge}$$

El aire como fluido:

Recordemos que el aire es un fluido, por lo tanto también ejercerá un empuje sobre los cuerpos que se encuentren inmersos en él. Lo que pasa es que como la mayoría de los cuerpos y sustancias observables tienen una densidad mucho mayor a la del aire, no nos damos cuenta del empuje que ejerce el aire sobre dichas sustancias.

Un ejemplo en el que sí se puede observar este empuje es con un globo lleno de helio. El helio es una sustancia que tiene menor densidad que el aire, por lo tanto la fuerza de empuje que ejerce el aire es mayor que la fuerza de atracción gravitatoria que ejerce la Tierra, así pues el globo lleno de helio se eleva en la atmósfera hasta el espacio exterior.



¿Se podría pesar un gas contenido en un globo?

En principio cualquier gas tiene una densidad lo suficientemente baja como para ser “apreciable” el empuje que ejerce el aire sobre la parte inferior del globo, por lo que si lo pesamos en una balanza convencional, en presencia de aire a su alrededor, el peso obtenido será un peso aparente menor que el peso real del gas. Si de verdad quisiéramos pesar un gas de esta forma tendríamos que pesar en vacío, en ausencia de aire alrededor de la balanza.

¿Por qué el empuje es siempre hacia arriba?

Todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta una presión hidrostática que aumenta con la profundidad a la que se encuentre, por lo tanto la cara superior del cuerpo experimenta una presión hidrostática menor que la cara inferior, y esa diferencia de presión hidrostática es lo que equivale a la fuerza de empuje del fluido.

$$P_2 > P_1 \rightarrow \frac{F_2}{S_2} > \frac{F_1}{S_1}$$

Cuando se restan dos fuerzas la dirección de la fuerza resultante es la de la mayor de las fuerzas, por eso la fuerza de empuje va hacia arriba, porque la fuerza que se aplica sobre la superficie inferior ( $F_2$ ) es mayor que la que se aplica sobre la superficie superior ( $F_1$ ).

