

PRESIÓN

Recordemos brevemente una definición tentativa del concepto fuerza:
Llamamos fuerza a la causa capaz de:

1. Poner en movimiento de un cuerpo que estaba en reposo.
2. Detener el movimiento de un cuerpo.
3. Cambiar la velocidad de un cuerpo en movimiento.
4. Cambiar la dirección del movimiento de un cuerpo.
5. Modificar la forma de un cuerpo.

En resumen: desde el **punto de vista dinámico** la fuerza es una causa capaz de modificar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo.

Desde el punto de vista estático la fuerza es una causa capaz de cambiar la forma de un cuerpo.

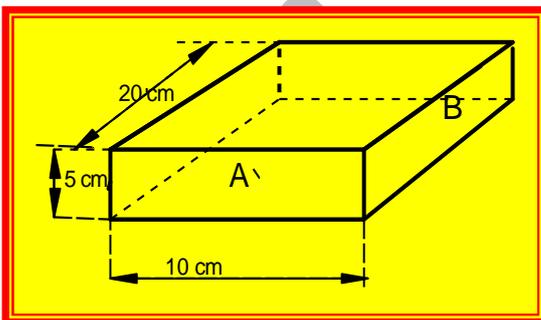
Según el principio de acción y reacción (o principio de interacción) para que existan fuerzas debe haber dos cuerpos que interactúan.

La interacción entre dos cuerpos se puede producir de dos formas:

1. **A distancia**, mediante la *acción de un campo*. Ejemplos: gravedad (o peso de un cuerpo), fuerza magnética (imán)
2. **Por contacto** cuando los cuerpos se tocan.

Las fuerzas por contacto siempre tienen una superficie común, es decir, siempre que dos cuerpos se tocan, existe un contacto íntimo entre ellos a través una superficie en común.

Si consideramos el cuerpo de la figura, apoyado sobre una mesa, se ejercerá contacto mediante distintas superficies.



Por ejemplo el cuerpo que está dibujado a la izquierda tiene 10 cm de ancho, 5 cm de alto y 20 cm de largo. Las medidas indican que las caras tienen diferentes áreas:

$$\text{Cara A} = 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} = 50 \text{ cm}^2$$

$$\text{Cara B} = 20 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} = 100 \text{ cm}^2$$

$$\text{Cara C} = 10 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 200 \text{ cm}^2$$

La cara C es la superior en la figura.

Fig. 1.- Bloque prismático

Vemos que según que cara se apoye sobre la mesa tendremos diferentes superficies de contacto, entonces la fuerza peso del cuerpo se distribuye de distinta manera.

La distribución de la fuerza sobre la superficie se llama presión. En consecuencia si el peso es siempre el mismo y las superficies son diferentes, la presión será diferente.

El valor de la presión que se ejerce entre las superficies de contacto de dos cuerpos se cuantifica mediante la siguiente fórmula:

$$p = \frac{F}{A}$$

Suponemos que la distribución de la fuerza sobre la superficie es uniforme de tal manera que cualquier porción de superficie que se tome, soporta la misma presión, sin importar el tamaño de dicha superficie.

Para que se cumpla la condición anterior, las superficies en contacto deben ser perfectamente planas y lisas.

Directamente de la definición observamos que la dimensión de la unidad de presión corresponde a una unidad de fuerza dividida entre una unidad de área.

En la siguiente tabla calculamos la presión de interacción que se ejerce entre la base del cuerpo y la superficie de la mesa según cuál sea la cara de apoyo del cuerpo.

Tabla 1: Cálculo de las presiones entre el bloque y la mesa

Cara que apoyo	Peso del cuerpo	Áreas de las superficies en contacto de contacto	presión
	gf	cm ²	g/cm ²
A	600	50	12
B	600	100	6
C	600	200	3

Propiedad 1: para un cuerpo apoyado siempre se cumple que la presión de contacto es inversamente proporcional al área de la superficie de apoyo.

Propiedad 2: Siempre que se produce interacción de contacto entre dos cuerpos sólidos, se genera entre ellos una presión.

Propiedad 3: la presión es una magnitud escalar y se considera que siempre se aplica en forma perpendicular a las superficies.

La dimensión de la presión corresponde a una unidad de fuerza dividida entre una unidad de área, las principales unidades usadas en los cursos elementales son:

Tabla 2: primeras unidades de presión

$$\frac{N}{m^2} = \text{Pascal}; \quad \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2} = \text{baria}; \quad \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}; \quad \frac{\text{gf}}{\text{cm}^2}$$

También podemos establecer muchas combinaciones entre unidades de fuerza y unidades de área, según veremos más adelante.

La presión está generada por una fuerza aplicada sobre una superficie, pero, a pesar de eso, **la presión es una magnitud escalar**, que estará representada simplemente por un número, pero, funciona como vector porque **se aplica perpendicularmente a la superficie**.

Un detalle curioso es que la presión es una de las magnitudes físicas que tiene mayor cantidad de unidades de uso, las veremos más adelante.

Ejemplos de la vida cotidiana

Los vehículos pesados como camiones y microómnibus llevan ruedas dobles, triples o múltiples para lograr que el peso del conjunto se distribuya mucho en sobre la superficie del camino, disminuyendo la presión y así evitar hacer daño al asfalto.

Para caminar sobre la nieve se usan paletas, parecidas a las raquetas usadas para jugar tenis, pero más grandes, esto hace disminuir la presión en la superficie de contacto entre los pies del caminante y la nieve, esto evita que el pie se hunda en la nieve.

Los cuchillos se afilan para lograr una superficie delgada, de esta manera se aumenta la presión y permite realizar el corte.

Las “chinchas” que se usan para clavar en la madera y sostener papeles, tienen una punta muy delgada para ejercer una gran presión así poder desgarrar la madera, el otro extremo tiene una gran superficie para evitar lastimar el dedo con el cual se hace presión. El mismo método se usa en los clavos y los “cortafío” usados para cortar el metal o hacer agujeros en las paredes.

En resumen, siempre que interactúan dos sólidos por contacto, existe una presión en la superficie común. A pesar de ello en general, en el estudio de la mecánica esto no se suele tomar en cuenta porque no suele afectar la naturaleza del problema, es como si el contacto fuera puntual.

Tabla de equivalencias

La siguiente tabla indica las equivalencias entre las unidades más comunes de presión ejercida entre sólidos y sirve para calcular equivalencias.

Tabla 3: equivalencias entre unidades de presión relativas a 1 atm

Fuerza	1 kgf	1 kgf	1000 gf	10 Nt	10 ⁶ dyn
área	1 m ²	10 000 cm ²	10 000 cm ²	1 cm ²	10 000 cm ²
presión	1 kgf/m ²	10 ⁻⁴ kgf/cm ²	0.1 gf/cm ²	10 pascal	100 barías

Ejercicios de reducción de unidades de presión

Resueltos:

1.- Reducir 0.15 kgf/m² a gf/cm²

Usando la regla de tres simple hacemos:

$$\frac{1 \text{ kgf/m}^2}{0.15 \text{ kgf/m}^2} = \frac{0.1 \text{ gf/cm}^2}{x}$$

$$\text{Luego } x = (0.15 \text{ kgf/m}^2 \times 0.1 \text{ gf/cm}^2) / 1 \text{ kgf/m}^2 = 0.015 \text{ gf/cm}^2$$

Solución: 0.15 kgf/m² equivalen a 0.015 gf/cm²

1.- Reducir 25 kgf/cm² a pa

Usando la regla de tres simple hacemos:

$$\frac{10^{-4} \text{ kgf/cm}^2}{25 \text{ kgf/cm}^2} = \frac{10 \text{ pa}}{x}$$

$$\text{Luego } x = (25 \text{ kgf/cm}^2 \times 10 \text{ pa}) / 10^{-4} \text{ kgf/cm}^2 = 2\,500\,000 \text{ pa}$$

Solución: 25 kgf/cm² equivalen a **2 500 000 pa**

Se suelen usar el **kilopascal (kpa)** = 1 000 pa y el megapascal (mpa) = 1 000 000 pa

Con esos nuevos múltiplos podemos expresar el enunciado así:

$$25 \text{ kgf/cm}^2 = 2\,500\,000 \text{ pa} = 2500 \text{ kpa} = 2,5 \text{ mpa}$$

Para resolver

Tabla 4: Tabla para completar

kgf/m ²	kgf/cm ²	gf/cm ²	pascal	barias
1				
	1			
		1		
			1	
				1
			3 000 000	
	0.5			
				75 000 000
0.08				
		150		

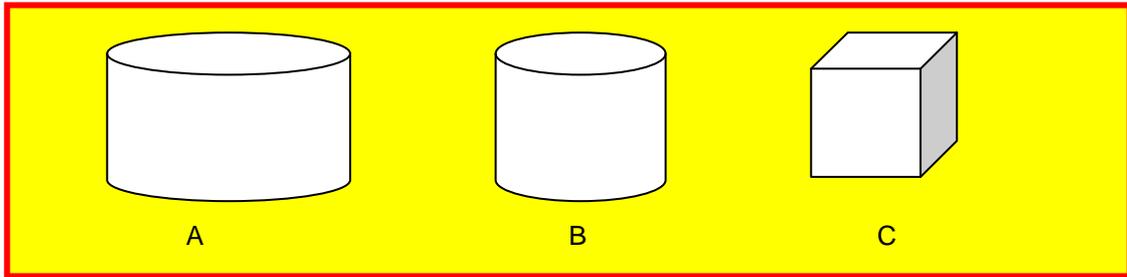


Fig. 2.- Dibujo de los recipientes del problema 2

En la figura se representan tres recipientes, apoyados sobre una mesa, A y B son cilíndricos siendo los diámetros 8 cm. y 5 cm. respectivamente. C es un prisma de base cuadrada de 5 cm. de lado. En cada uno de los recipientes se coloca 1.5 litros de agua destilada a 4°C, calcular la presión que el fondo del recipiente ejerce sobre la mesa.

Interacción entre gases y sólidos

Los fluidos producen fuerzas de interacción sobre los sólidos a través de una presión, en otras palabras, los fluidos siempre ejercen presiones sobre los sólidos, o bien los sólidos siempre ejercen presiones sobre los líquidos.

Ejemplos de la vida cotidiana

El viento aplica una presión sobre los edificios, esta presión se transforma en una fuerza que debe ser calculada por los arquitectos para evitar daños sobre la estructura.

Los corredores que conducen motocicletas deben tomar una posición especial para evitar que la presión del aire sobre su cuerpo sea tan grande que se transforme en una fuerza incontrolable.

Cuando debemos caminar contra un viento fuerte, instintivamente encorvamos el cuerpo para que la superficie expuesta sea la menor posible y así poder avanzar.

Cuando una persona se arroja al agua desde un trampolín debe tratar de ingresar de cabeza para evitar la presión de interacción entre el cuerpo y el agua, oponiendo menor superficie será menor la fuerza de interacción. Caer de plano, o sea dar un "panzazo" puede causar daños debido a la gran fuerza de interacción puesta en juego.

La proa de los botes está construida en punta para que se mueva en el agua sin encontrar una gran fuerza de resistencia, se trata de que "corte el agua."

Un líquido contenido en un recipiente cilíndrico ejerce sobre el fondo una presión constante que depende de su altura y densidad. Esta afirmación está fundamentada por el llamado teorema general de la hidrostática.

El agua ejerce una presión sobre todos los objetos sumergidos en ella, esto también deriva del teorema general de la hidrostática, por este motivo la posibilidad que tiene el hombre para sumergirse en el mar es limitada.

En el agua dulce la presión que soporta un punto situado a 1 m de profundidad es de 1000 kgf/m², en el agua de mar es un poco mayor.

Supongamos como ejemplo que un hombre que tiene una superficie corporal de 1,9 m² se sumerge en el mar hasta 100 metros y que cada metro de profundidad la presión del agua aumenta 1.025 kgf.

Un simple cálculo nos indicará que la presión soportada será:
 $1.025 \text{ kgf/m}^2 \times 100 = \mathbf{102.500 \text{ kgf/m}^2}$

La interpretación física será que cada metro cuadrado de la superficie del hombre está soportando una fuerza de 102.5 kgf. y la fuerza total que soporta su cuerpo será de $102.5 \text{ kgf/m}^2 \times 1.9 \text{ m}^2 = \mathbf{194.940 \text{ kgf}}$. Tal vez el número no nos dice nada, pero si pensamos que el hombre pesa 80 kgf, recibiría una fuerza total igual a unas 2436 veces su peso.

Presión atmosférica

El aire atmosférico ejerce una presión sobre la superficie de la tierra porque se comporta de la misma manera en que un líquido presiona sobre el fondo del recipiente que lo contiene.

La presión atmosférica a nivel de la superficie terrestre no tiene un valor fijo, pero se toma como promedio el mismo valor que obtuviera Torricelli en su famosa experiencia, recordemos que el valor que se le atribuye es de 760 mm de mercurio y se denomina 1 Atmósfera.

Mediante su experiencia Torricelli compara el valor de la presión ejercida por la atmósfera sobre el suelo con la presión que ejerce una columna de mercurio 760 mm sobre en el fondo del recipiente que lo contiene.

Según esta forma de medición estamos comparando una presión mediante una unidad de longitud, por lo tanto es importante establecer una unidad específica de presión para describir la presión atmosférica.

Si nos basamos en el teorema general de la hidrostática podremos traducir la longitud a unidades de presión.

En efecto, en el desarrollo siguiente partimos de la presión atmosférica normal de 760 mm de mercurio que oportunamente determinara Torricelli, luego usando el conocimiento del peso específico del mercurio y el teorema general de la hidrostática deducimos las equivalencias en otras unidades.

Todos los valores deducidos en el cuadro corresponden a la equivalencia de cada unidad con respecto a 1 atmósfera normal. Los valores obtenidos están resumidos en la *tabla 5* que puede ser usada para efectuar reducciones como se muestra más adelante.

$p = \rho h$ Siendo ρ el peso específico del mercurio

$$p = 13.6 \frac{\text{gf}}{\text{cm}^3} \times 76 \text{cm} = 1033.6 \frac{\text{gf}}{\text{cm}^2} = 10336 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

para poner la unidad en un sistema absoluto se puede reemplazar gf por dyn (dinas) según lo visto en dinámica: $F=ma$ luego:

$$1 \text{gf} = 1 \text{g} \times 980 \frac{\text{cm}}{\text{seg}^2} = 980 \text{dyn} \Rightarrow 1 \text{gf} = 980 \text{dyn}, \text{ luego será:}$$

$$p = 13.6 \frac{980 \text{dyn}}{\text{cm}^3} \times 76 \text{cm} = 1\ 012\ 928 \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$$

$$= 1\ 012\ 928 \text{ barias}$$

$$= 1.012\ 928 \text{ Bar} \quad ; \quad \text{porque } 1 \text{ Bar} = 1 \times 10^6 \text{ barias}$$

$$= 1\ 012.928 \text{ milibares (mb)} \quad ; \quad 1 \text{ Bar} = 1 \times 10^{-3} \text{ bar}$$

$$= 1012\ 92.8 \frac{\text{Nt}}{\text{m}^2} \quad ; \quad \text{porque } 1 \frac{\text{Nt}}{\text{m}^2} = 10 \text{ barias}$$

$$= 1012\ 92.8 \text{ pascal} \quad ; \quad \text{porque } 1 \frac{\text{Nt}}{\text{m}^2} = 1 \text{ (pa) pascal}$$

Cuadro 1.- Presión atmosférica desde el barómetro de Torricelli.

En resumen, existe una buena cantidad de unidades para describir la presión atmosférica, algunas son las siguientes:

Atmósfera (atm); altura de la columna de mercurio en mm (mmhg); altura de la columna de agua en metros (magua); gramos por cada centímetro cuadrado (g/cm^2); kilogramos por cada centímetro cuadrado (kg/cm^2); baria (ba); Bar; milibar (mb); pascal (pa); hecto pascal (hpa); kilopascal (kpa); megapascal (Mpa)

Tabla 5

atm	1
mmhg=Torr	760
magua	10.33
g/cm^2	1033.6
Kg/cm^2	1.0336
Psi (*)	14.7
(*) libra por pulgada cuadrada	

ba	1 012 928
Bar	1.012 928
mb	1 012.928
pa	1 012 92.8
hpa	1 012.928
kpa	1 01.2928
Mpa	0.101 292 8

La cantidad de unidades es considerable, no obstante, todas ellas se usan en diferentes circunstancias y aplicaciones.

En la tabla anterior se colocaron una buena cantidad de unidades con los valores correspondientes a 1 atm, en consecuencia esos valores se pueden usar como base de comparación para efectuar reducciones de unidades.

Recordemos que la presión ejercida por el aire en el suelo que está funcionando como fondo del recipiente que lo contiene, se ejerce perpen-

dicularmente a la superficie y que además la presión en un punto situado en el seno de la masa de aire se aplica en todas las direcciones posibles.

Insistimos en que la presión no es una magnitud vectorial. Algunas veces el sentido de aplicación de la presión se dibuja con una flecha, esto puede confundir porque hace pensar que se trata de un vector.

La presión no es un vector, la flecha solo indica el sentido perpendicular a la superficie en que actúa la presión, ejerciendo la fuerza resultante.

La presión de un fluido sobre una superficie sólida siempre se ejerce en forma perpendicular, de esa manera se ejerce una fuerza.

Presión en el interior de un recipiente cerrado

Cuando se trata de un gas encerrado en el interior de un recipiente cerrado, dicho gas ejerce una presión sobre las paredes del recipiente en forma perpendicular, de adentro hacia afuera, esta presión algunas veces se llama tensión.

Ejemplos de la vida cotidiana:

Un recipiente que contiene un aerosol tiene una presión interior que puede llegar a ser muy fuerte. De hecho, se recomienda no colocarlo en el fuego porque el calor hace aumentar la presión del gas hasta valores muy grandes y de esa manera producir la explosión del recipiente pudiendo causar daños.

Un sifón de soda tiene una presión interior, también la tienen las bebidas gaseosas, en particular la sidra tiene una presión interior que se pone en evidencia cuando se extrae el corcho.

Los rodados de un automóvil deben trabajar a una cierta presión interior, en general todos los vehículos de ruedas de caucho tienen en su interior una cierta presión que por costumbre se mide en libras por pulgada cuadrada (psi), ahora se suele medir en Bar.

La unidad psi se incluyó en la tabla 4, a continuación deducimos su equivalencia.

$$1 \text{ lb} = 0.453592 \text{ kg}$$

$$1 \text{ pulgada (in)} = 2.54 \text{ cm} \text{ y } 1 \text{ pulgada cuadrada (in}^2\text{)} = 6.4516 \text{ cm}^2$$

entonces la unidad de presión psi en $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$ será:

$$1 \text{ psi} = 1 \frac{\text{lb}}{\text{in}^2} = \frac{0.453592 \text{ kg}}{6.4516 \text{ cm}^2} = 0.0703 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Cuadro 2.- Equivalencia entre (li/pulg²) y (kgf/cm²)

Con este resultado es posible calcular el valor de la presión de 1 atmósfera en psi de la siguiente forma:

$$1 \text{ atm} = 1.0336 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \text{ entonces aplicando la regla de tres simple:}$$
$$\left. \begin{array}{l} 0.0703 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \text{-----} 1 \text{ psi} \\ 1.0336 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \text{-----} x \end{array} \right\} \Rightarrow x = \frac{1.0336 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \times 1 \text{ psi}}{0.0703 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 14.70 \text{ psi}$$

Cuadro 3.- Equivalencia entre atmósfera y (li/pulg²)

Este es el valor anticipado en la tabla 4.-

Diferencia entre fuerza y presión:

La fuerza es una magnitud que puede ser aplicada sobre un cuerpo por contacto o a través de un campo de fuerzas.

La presión está siempre asociada a una superficie, de aquí que para que exista una presión se necesitan una fuerza aplicada sobre una superficie.

La interacción entre fluidos y sólidos siempre se ejerce mediante una presión.

©Rubén Víctor Innocentini-marzo 2011