



Fluidos

Un fluido es una sustancia que puede fluir; los líquidos

Densidad

La densidad de una sustancia se define como masa sobre volumen:

$$\text{densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}}$$

$$\rho = \frac{m}{V}$$

- ▶ *Unidad* SI de densidad: kilogramo sobre metro cubico ($\frac{kg}{m^3}$)

Densidad de algunas sustancias comunes (en kg/m³)

<i>Sólidos</i>	<i>Densidad (ρ)</i>	<i>Líquidos</i>	<i>Densidad (ρ)</i>	<i>Gases*</i>	<i>Densidad (ρ)</i>
Aluminio	2.7×10^3	Alcohol etílico	0.79×10^3	Aire	1.29
Latón	8.7×10^3	Alcohol metílico	0.82×10^3	Helio	0.18
Cobre	8.9×10^3	Sangre entera	1.05×10^3	Hidrógeno	0.090
Vidrio	2.6×10^3	Plasma sanguíneo	1.03×10^3	Oxígeno	1.43
Oro	19.3×10^3	Gasolina	0.68×10^3	Vapor (100°C)	0.63
Hielo	0.92×10^3	Queroseno	0.82×10^3		
Hierro (y acero)	7.8×10^3 (valor general)	Mercurio	13.6×10^3		
Plomo	11.4×10^3	Agua de mar (4°C)	1.03×10^3		
Plata	10.5×10^3	Agua dulce (4°C)	1.00×10^3		
Madera, roble	0.81×10^3				

*A 0°C y 1 atm, a menos que se especifique otra cosa.

Problemas de la guía:

- 1) ¿Cuál es la densidad de una sustancia, si 287,97 g ocupan un volumen de 33,1 cm³?
- 2) ¿Qué capacidad debe tener un recipiente destinado a contener 400 g de alcohol etílico?

Hidrostática

La hidrostática estudia los fluidos en estado de equilibrio; es decir, sin que existan fuerzas que alteren su movimiento o posición.

Presión

Podemos aplicar una fuerza a un sólido en un punto de contacto, pero esto no funciona con los fluidos. Con los fluidos, es preciso aplicar una fuerza sobre un área. Tal aplicación de fuerza se expresa en términos de presión: la fuerza por unidad de área.

$$p = \frac{F}{A} \quad p = \text{presión}; \quad F = \text{fuerza}; \quad A = \text{área}$$

Unidad de presión en SI

	SI
Fuerza	N
Área	m²
Presión ($p = \frac{F}{A}$)	$\frac{N}{m^2} = \text{Pa (Pascal)}$

Otras unidades de presión utilizadas son: bares (bar) y atmosferas (atm).

Equivalencias:

1 bar ----- 10⁶ barias

1 bar ----- 100000 Pa

1 bar ----- 14,50 PSI (lb/in²)

1 atm ----- 101325 Pa

1 atm ----- 1,01325 bar

Hidrostatica

La hidrostática estudia los fluidos en estado de equilibrio; es decir, sin que existan fuerzas que alteren su movimiento o posición.

Presión

Podemos aplicar una fuerza a un sólido en un punto de contacto, pero esto no funciona con los fluidos. Con los fluidos, es preciso aplicar una fuerza sobre un área. Tal aplicación de fuerza se expresa en términos de presión: la fuerza por unidad de área.

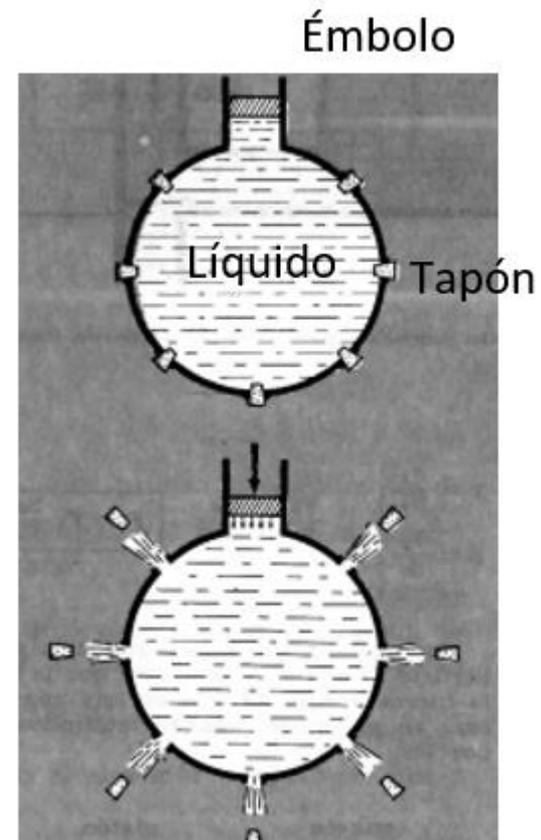
$$p = \frac{F}{A} \quad p = \text{presión}; \quad F = \text{fuerza}; \quad A = \text{área}$$

Principio de Pascal

Este principio nos dice que: *“La presión aplicada a un fluido encerrado es transmitida sin disminución alguna a todos los puntos del fluido y a las paredes del recipiente”*.

Por ejemplo: si se llena con agua un recipiente esférico, provisto de orificios en toda su superficie cerrados con tapones.

Al ejercer presión con el émbolo sobre la superficie del líquido saltan los tapones y el agua fluye por todos los orificios.



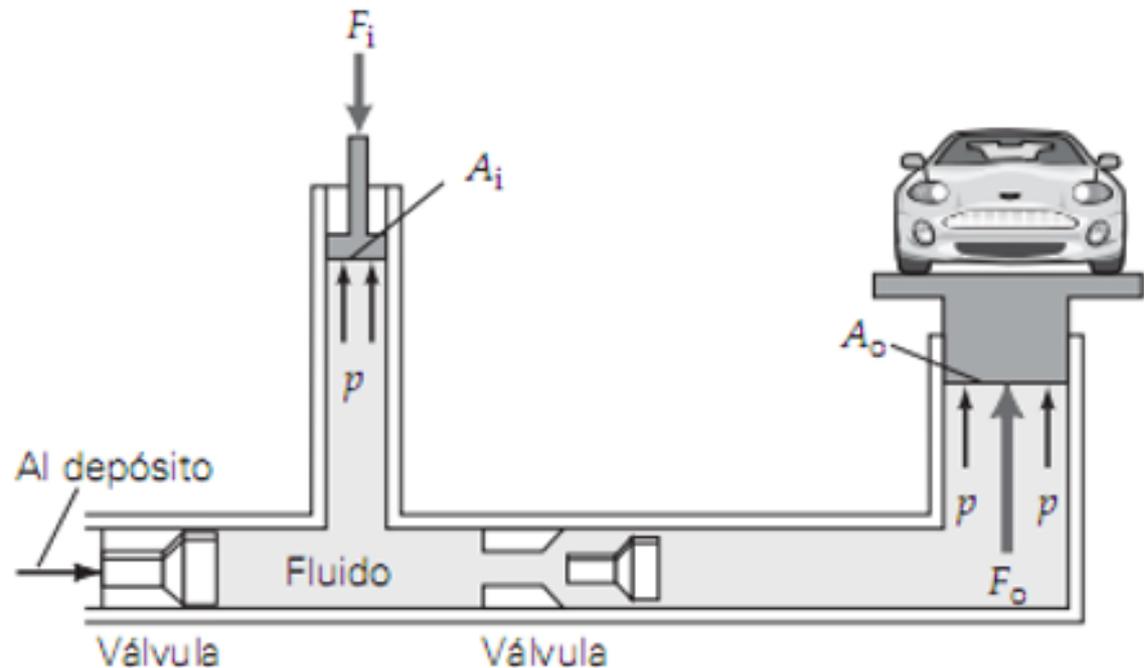
Aplicaciones de principio de Pascal

El principio de Pascal tiene diversas aplicaciones, tales como la prensa hidráulica, frenos hidráulicos, gatos hidráulicos, etc.

Elevador hidráulico:

$$P_1 = P_2$$

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$



Problemas de la guía:

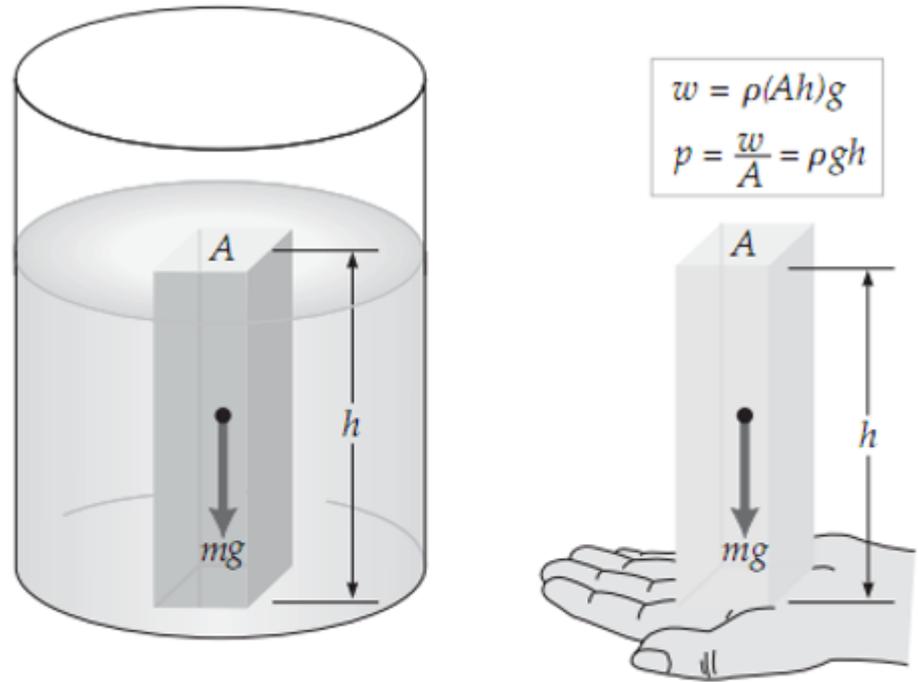
- 3) Un elevador hidráulico para automóviles está compuesto por dos cilindros comunicados de 0,80 m y 0,20 m de diámetros respectivamente, ¿cuál habrá de ser la fuerza mínima para levantar un automóvil de 1500 kg? - R: $F = 918,75 \text{ N}$

Presión y profundidad

Si alguna vez ha buceado, ya sabe que la presión aumenta con la profundidad, pues seguramente ha sentido ese aumento de presión sobre los oídos.

Un efecto opuesto se siente comúnmente cuando se pasea con auto al subir por una sierra, los oídos pueden “estallar” a causa de la reducción de la presión.

Se puede demostrar como varía la presión con la profundidad de la siguiente manera:



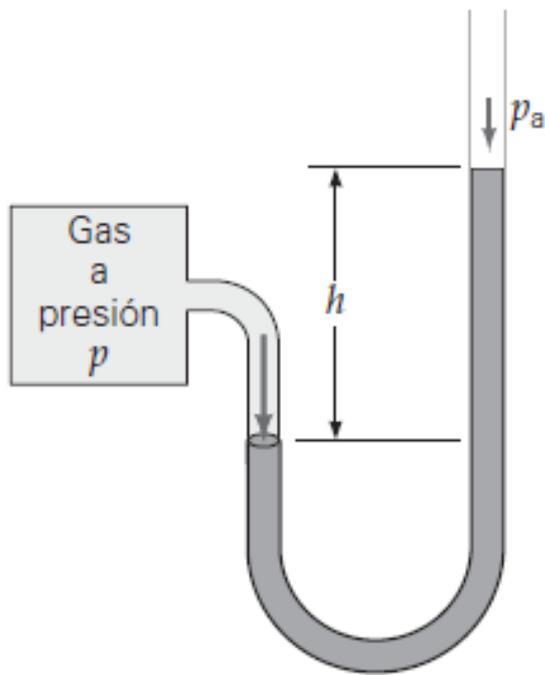
$$p = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot g}{A} = \frac{\rho \cdot V \cdot g}{A} = \frac{\rho \cdot A \cdot h \cdot g}{A}$$

$$p = \rho \cdot g \cdot h$$

Presión y profundidad

En la ecuación anterior no se tuvo en cuenta la presión aplicada a la superficie abierta del líquido. Esta se agrega a la presión a una profundidad h para dar una presión total de:

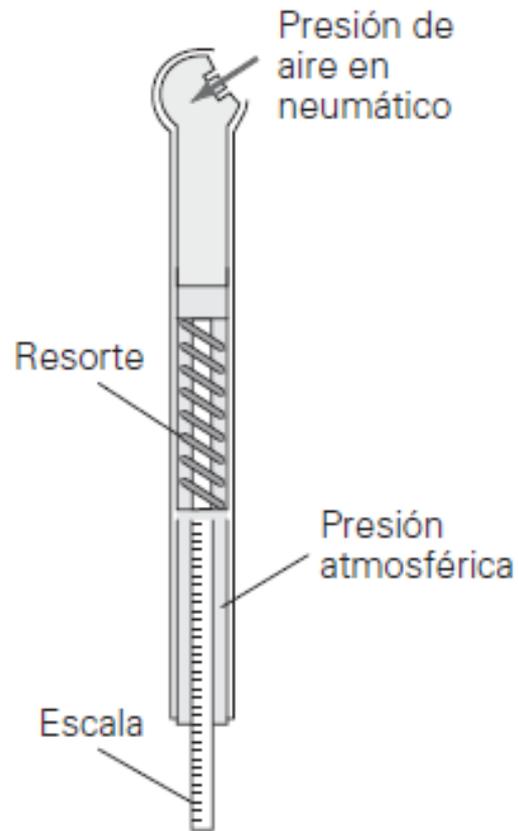
$$p = p_{atm} + \rho \cdot g \cdot h$$



$$p = p_a + \rho gh$$

(presión absoluta)

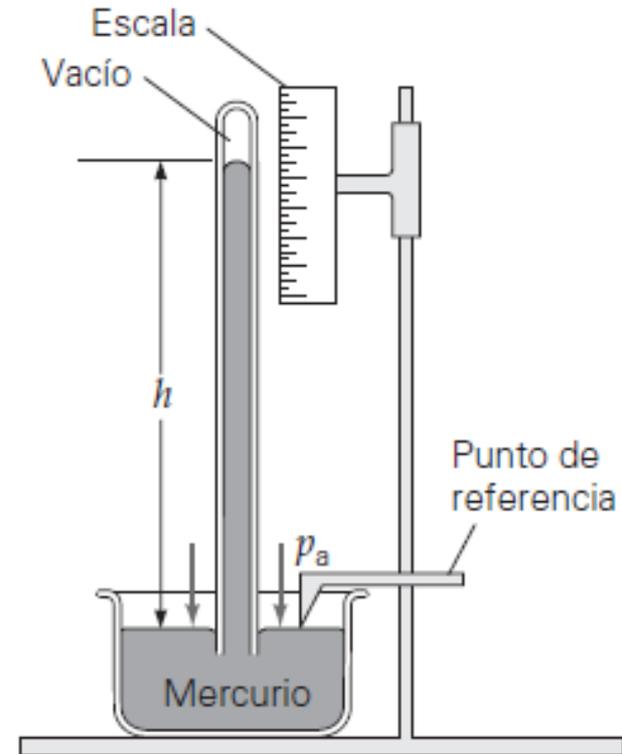
a) Manómetro de tubo abierto



$$p_g = p - p_a$$

(presión manométrica)

b) Medidor de presión de neumáticos



$$p_a = \rho gh$$

(presión barométrica)

c) Barómetro

Problemas de la guía:

- 4) Un submarino puede bajar hasta los 2000 m de profundidad en agua dulce.
 - a) Calcular la presión que soporta.
 - b) ¿A qué profundidad podría bajar si se sumerge en mercurio?
- 

Problemas de la guía:

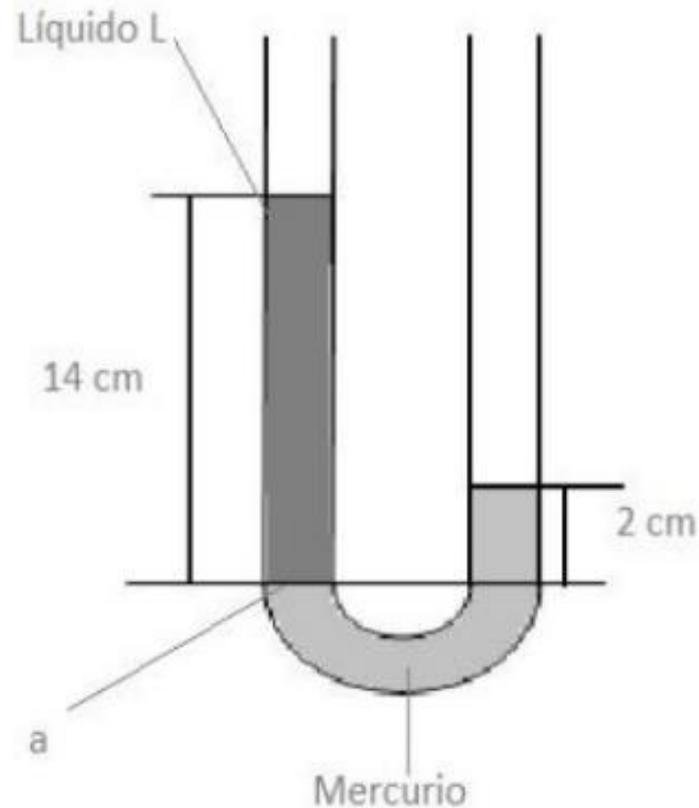
5) En el tubo en U de la figura, se ha llenado la rama de la derecha con mercurio y la de la izquierda con un líquido de densidad desconocida. Los niveles definitivos son los indicados en el esquema.

a) Hallar la densidad del líquido desconocido

b) Hallar la presión manométrica en la base del líquido (punto “a”).

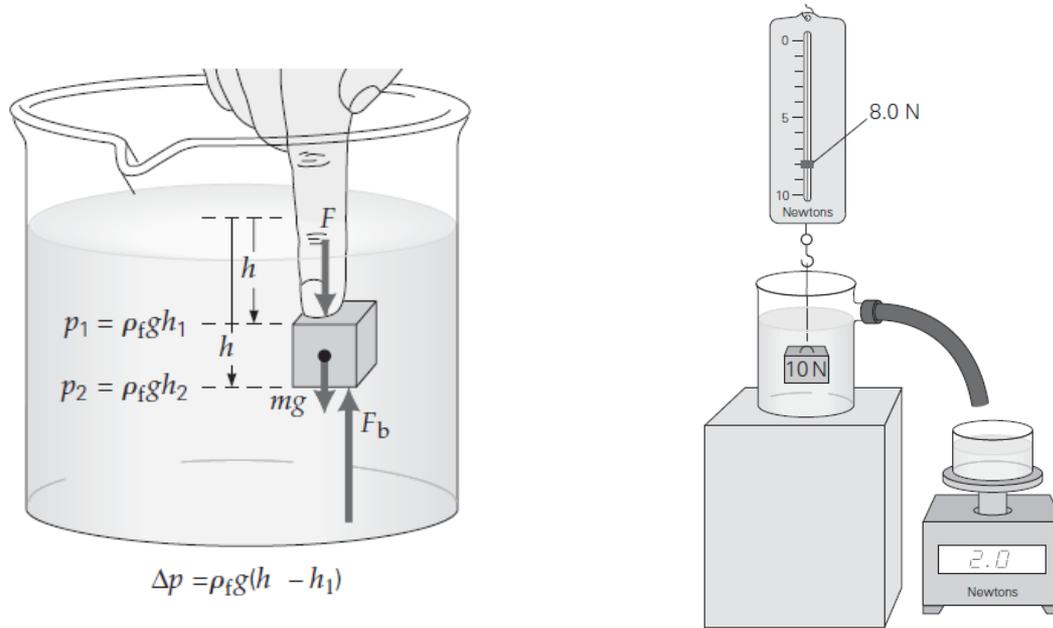
Dato: $\rho_{\text{Hg}} = 13,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$

Rtas: a) $\rho = 1942,85 \text{ kg/m}^3$ - b) $P = 2665,6 \text{ Pa}$



Flotación y principio de Arquímedes

“Un cuerpo sumergido total o parcialmente en un fluido es empujado hacia arriba por una fuerza igual en magnitud al peso del volumen del fluido desalojado”



$$F_b = p_2 \cdot A - p_1 \cdot A = (\Delta p) A = \rho_f \cdot g \cdot (h_2 - h_1) \cdot A$$

$$F_b = \rho_f \cdot g \cdot V_f \quad \text{Empuje / fuerza de flotabilidad}$$

Problemas de la guía:

6) Un cuerpo homogéneo prismático, de volumen “V” y densidad $\rho = 681 \text{ kg/m}^3$, se mantiene en reposo totalmente sumergido en agua por la acción de una fuerza que lo empuja hacia abajo, cuyo valor es de 50 N.

a) ¿Cuál es el volumen del prisma? - R: a) $V = 15,99 \times 10^{-3} \text{ m}^3$

b) ¿Cuánto pesa el prisma en el aire? - R: b) $w = 106,6 \text{ N}$

7) Una esfera maciza desconocida tiene 4 cm de radio, es sumergida en agua y flota con un 20 % de su volumen sumergido. Calcular:

a) La densidad de la esfera. - R: a) $\rho = 200 \text{ kg/m}^3$

b) La fuerza que deberá hacerse para sumergir la esfera totalmente. -
R: b) $F = 2,62 \text{ N}$

Problemas de la guía:

8) Dentro de un recipiente con agua se sumerge totalmente un cubo de madera de 10 cm de arista, luego se suelta y este sube a flote. Si la densidad de la madera es de 700 kg/m^3 . determinar:

a) El empuje en ambas situaciones.

b) El volumen del cubo que queda fuera del agua, cuando éste se encuentra flotando.

R: a) $E_1 = 9,8 \text{ N}$; $E_2 = 6,86 \text{ N}$; $V = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

9) Una roca cuelga de un hilo ligero. Cuando está en el aire, la tensión en el hilo es de $39,2 \text{ N}$. Cuando está totalmente sumergida en agua, la tensión es de $28,4 \text{ N}$. Cuando está totalmente sumergida en un líquido desconocido, la tensión es de $18,6 \text{ N}$. Determinar la densidad del líquido desconocido.

R: $\rho = 1910,9 \text{ kg/m}^3$

Hidrodinámica

La hidrodinámica es el área de la física que se dedica a analizar el movimiento de los fluidos.

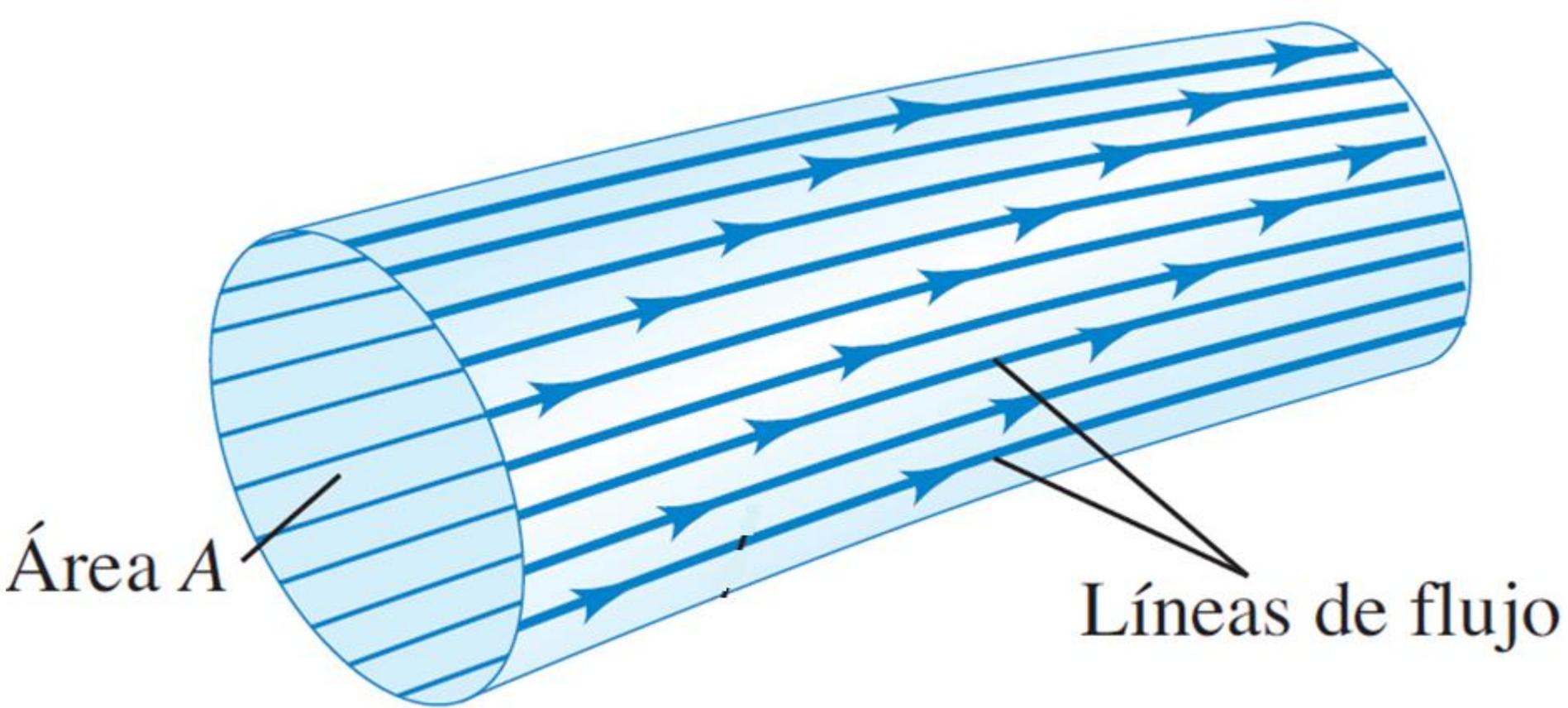
Fluido: Flujo de un Fluido ideal

Un **fluido** es una sustancia que puede fluir; los líquidos y los gases fluyen, pero los sólidos no.

El análisis del flujo de fluidos suele ser complejo, pero algunas situaciones se pueden representar con modelos idealizados relativamente simples para facilitar el entendimiento.

Utilizaremos el modelo de **flujo de fluido ideal** en el cual se hacen cuatro suposiciones:

- 1) **El fluido no es viscoso:** se desprecia la fricción interna.
- 2) **El flujo es estable:** En flujo estable, todas las partículas que pasan a través de un punto tienen la misma velocidad.



Flujo de un Fluido ideal

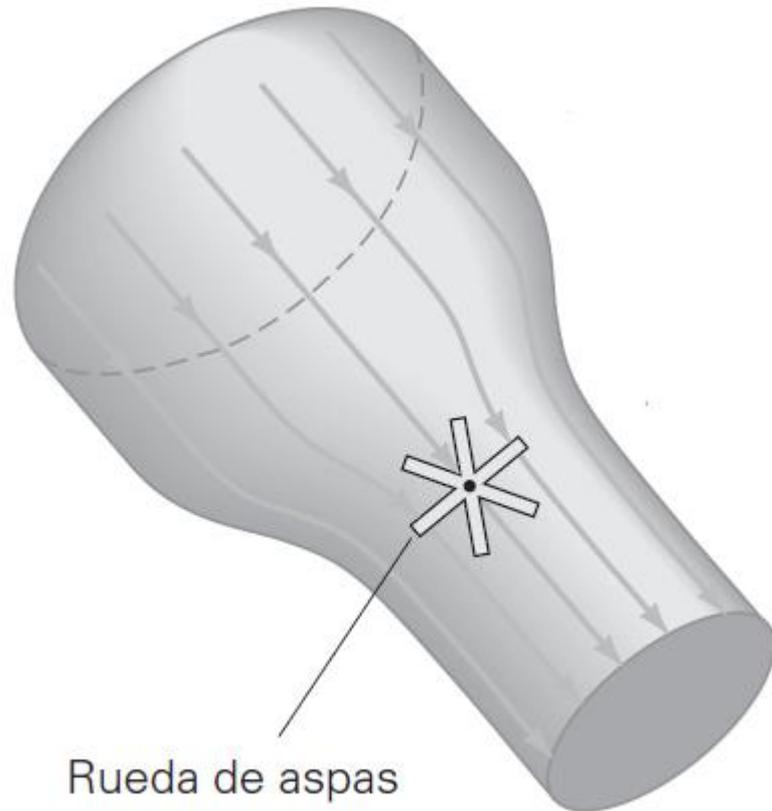
El análisis del flujo de fluidos suele ser complejo, pero algunas situaciones se pueden representar con modelos idealizados relativamente simples para facilitar el entendimiento.

Utilizaremos el modelo de **flujo de fluido ideal** en el cual se hacen cuatro suposiciones:

- 1) **El fluido no es viscoso:** se desprecia la fricción interna.
 - 2) **El flujo es estable:** En flujo estable (laminar), todas las partículas que pasan a través de un punto tienen la misma velocidad.
 - 3) **El fluido es incompresible:** indica que la densidad de un fluido es constante.
 - 4) **El flujo es irrotacional:** el fluido no tiene cantidad de movimiento angular en torno a punto alguno; esto elimina la posibilidad de remolinos.
- 

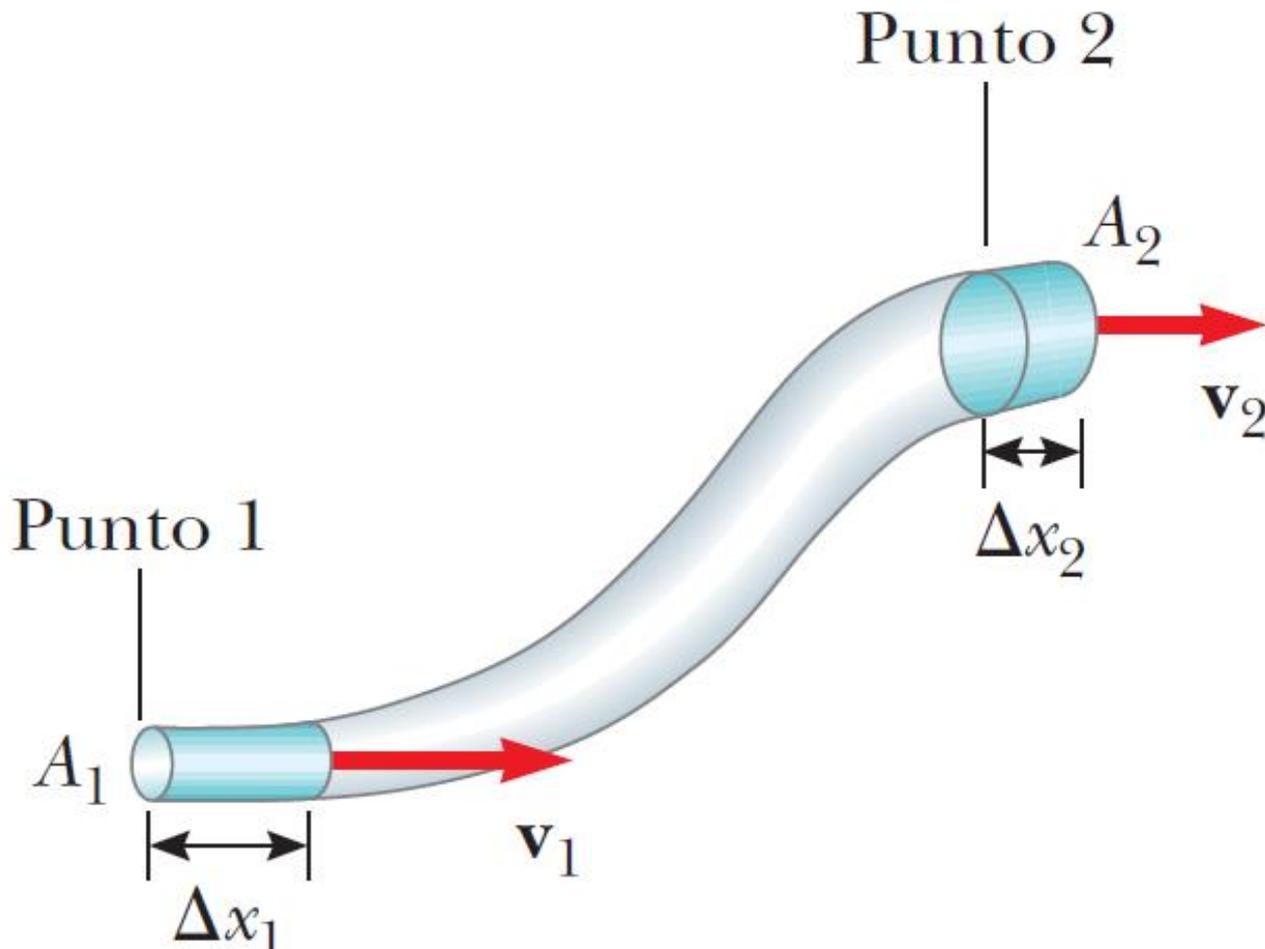
El flujo es irrotacional:

Si una pequeña rueda de paletas colocada en alguna parte en el fluido no gira en torno al centro de masa de la rueda.



SIMULADOR

<https://phet.colorado.edu/es/simulations/fluid-pressure-and-flow>



Ecuación de continuidad

Si no hay pérdidas de fluido dentro de un tubo uniforme, la masa de fluido que entra en un tubo en un tiempo dado debe ser igual a la masa que sale del tubo en el mismo tiempo. Entonces se cumple que:

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad \text{o} \quad A \cdot v = \text{constante}$$

Caudal

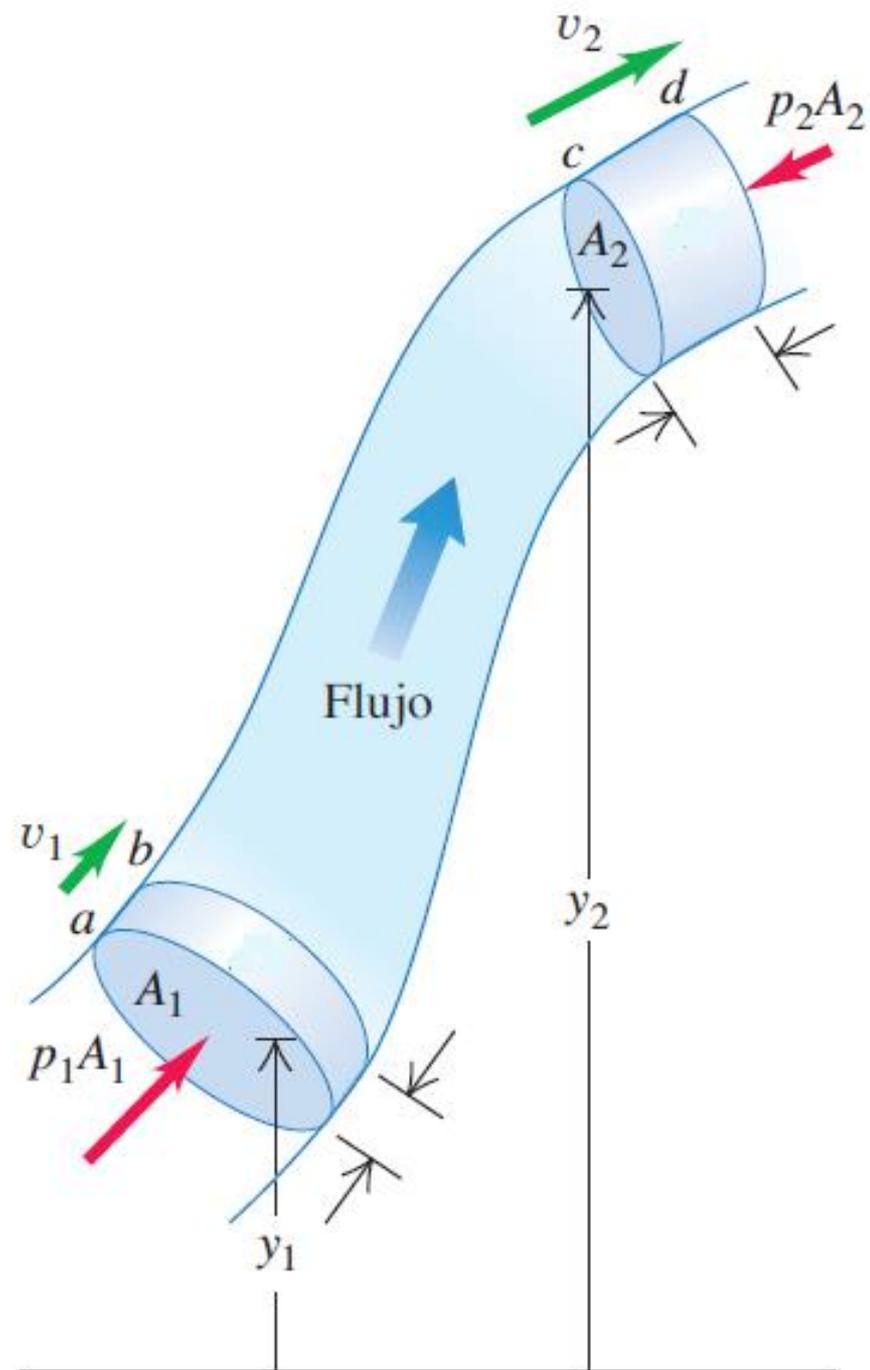
Es el volumen de fluido que atraviesa una superficie en un tiempo determinado.

$$Q = \frac{V}{t} = A \cdot v \quad \text{Caudal (tasa de flujo de volumen)}$$

Unidades:

$$\left[\frac{m^3}{s} \right] \quad (\text{Sistema Internacional de unidades})$$

$$\left[\frac{l}{min} \right]; \left[\frac{cm^3}{s} \right]$$



Ecuación de Bernoulli

La conservación de energía, o el teorema general trabajo-energía, nos lleva a otra relación muy general para el flujo de fluidos. El primero en deducir esta relación fue el matemático suizo Daniel Bernoulli (1700-1782) en 1738 y recibe su nombre. El resultado de Bernoulli fue:

$$p_1 + \rho \cdot g \cdot y_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 = p_2 + \rho \cdot g \cdot y_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2$$

$$p + \rho \cdot g \cdot y + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \textit{Constante}$$

*Aplicaciones de la Ecuación
de Bernoulli y la ecuación de
continuidad*

Aplicación de la ecuación de Bernoulli para fluidos en reposo

$$p_1 + \rho \cdot g \cdot y_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 = p_2 + \rho \cdot g \cdot y_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2$$

Aplicación de la ecuación de Bernoulli para fluidos en reposo

$$p_1 + \rho \cdot g \cdot y_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 = p_2 + \rho \cdot g \cdot y_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2$$

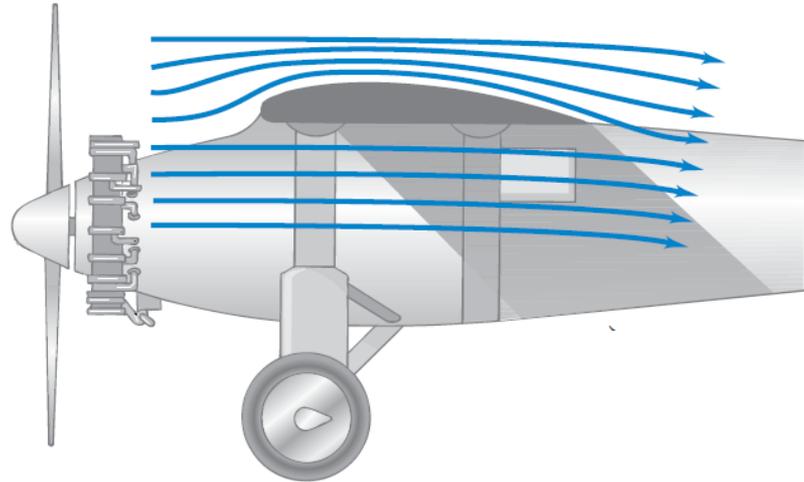
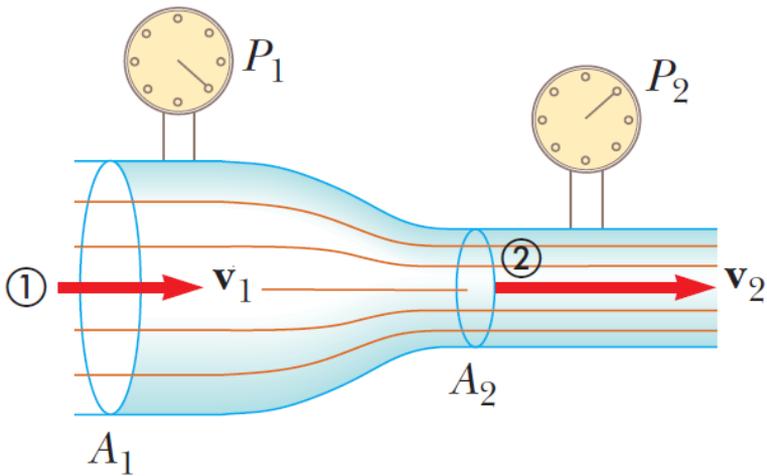
$$p_1 + \rho \cdot g \cdot y_1 = p_2 + \rho \cdot g \cdot y_2$$

$$p_1 - p_2 = \rho \cdot g \cdot (y_2 - y_1)$$

Ecuación para explicar la variación de la presión con la profundidad (hidrostática)

Efecto Venturi

$$p + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \text{Constante}$$



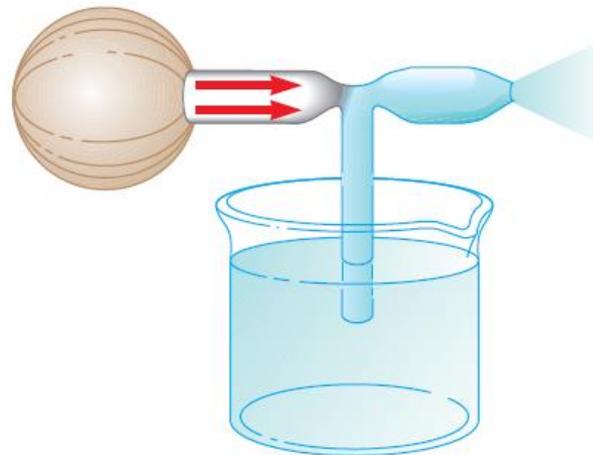
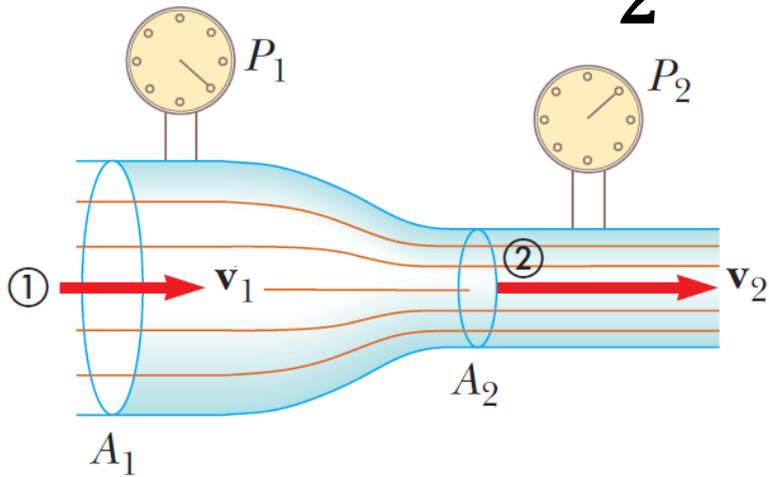
$$p_1 + \cancel{\rho \cdot g \cdot y_1} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 = p_2 + \cancel{\rho \cdot g \cdot y_2} + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2$$

$$p_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 = p_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2$$

$$p + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \textit{Constante}$$

Efecto Venturi

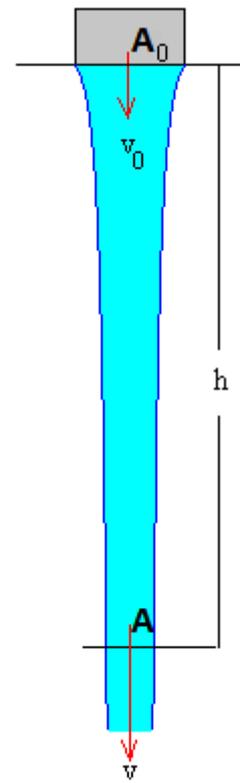
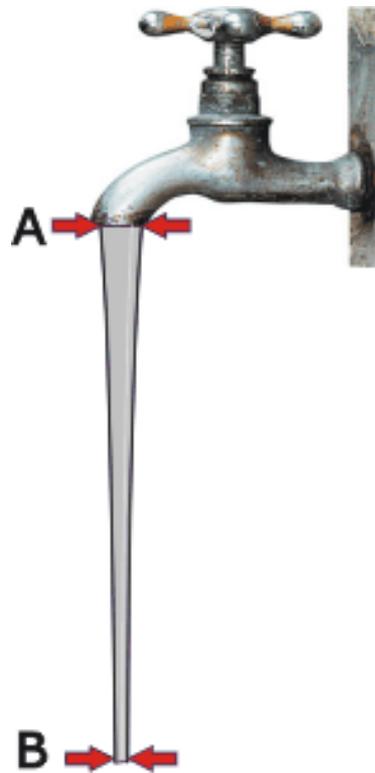
$$p + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^2 = \text{Constante}$$



Pulverizador

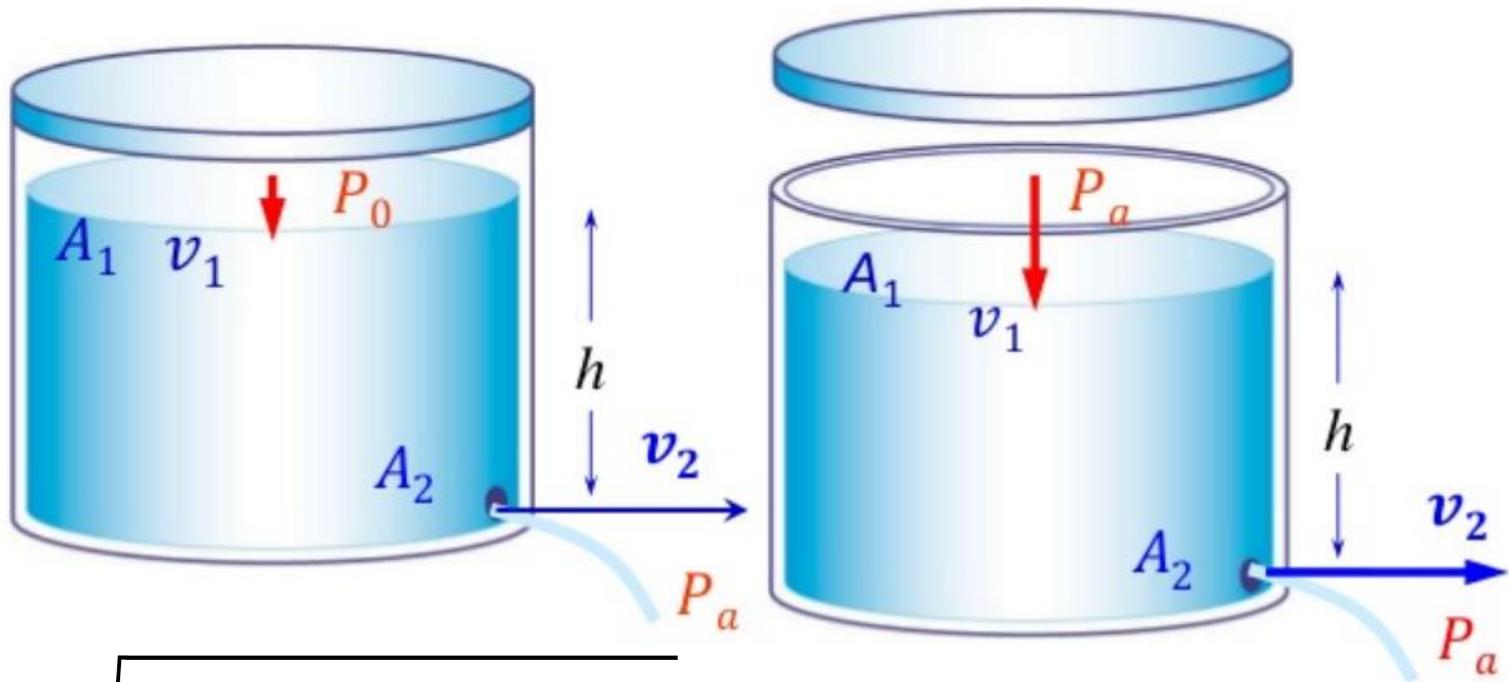
El agua que cae de un grifo

$$A_1 \cdot v_1 = A_2 \cdot v_2 \quad \text{o} \quad A \cdot v = \text{constante}$$



Teorema de Torricelli

$$p_1 + \rho \cdot g \cdot y_1 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 = p_2 + \rho \cdot g \cdot y_2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2$$



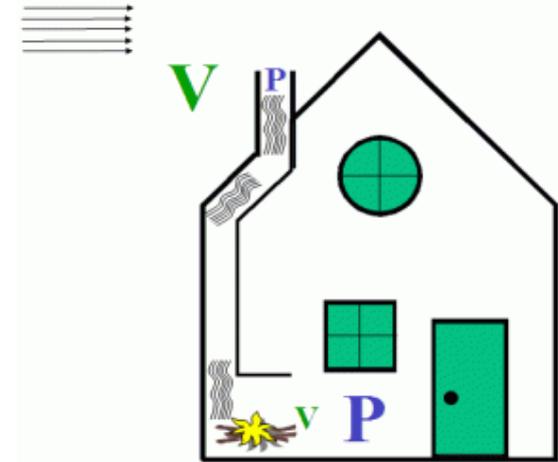
$$v_2 = \sqrt{2 \cdot \frac{(P_0 - P_a)}{\rho} + 2 \cdot g \cdot h}$$

$$v_2 = \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

Otras aplicaciones

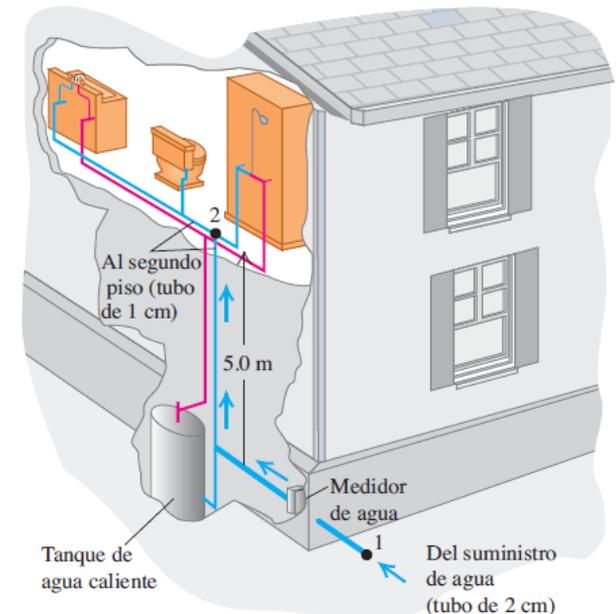
Chimenea

Las chimeneas son altas para aprovechar que la velocidad del viento es más constante y elevada a mayores alturas. Cuando más rápidamente sopla el viento sobre la boca de una chimenea, más baja es la presión y mayor es la diferencia de presión entre la base y la boca de la chimenea, en consecuencia, los gases de combustión se extraen mejor.



Tubería

La ecuación de Bernoulli y la ecuación de continuidad también nos dicen que si reducimos el área transversal de una tubería para que aumente la velocidad del fluido que pasa por ella, se reducirá la presión.



Otras aplicaciones

Natación

La aplicación dentro de este deporte se ve reflejada directamente cuando las manos del nadador cortan el agua generando una menor presión y mayor propulsión.

