

### 1. Ley de continuidad

En una tubería sin pérdidas cuyo diámetro no es constante, se cumple que el caudal es el mismo en cualquier punto. A medida que la tubería se estrecha aumentará la velocidad el fluido, por el contrario, si la tubería se ensancha la velocidad será la misma.

- El caudal se define como  $Q = v \cdot S$ , donde  $v$  es la velocidad m/s y  $S$  el área en  $m^2$
- En dos puntos cualquiera de la tubería se cumple que  $Q_1 = Q_2$ , por tanto  $v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2$

Recuerda que la sección es  $\pi \cdot r^2$  o  $\pi \cdot D^2 / 4$

### 2. Teorema de Bernoulli

Se obtiene sumando los 3 términos de energía de una masa de un fluido: energía potencial, cinética y piezométrica (debida a la presión). En el SI todos estos términos se expresan en Julios (J)

$$mgh_1 + mv_1^2/2 + p_1 \cdot V = mgh_2 + mv_2^2/2 + p_2 \cdot V$$

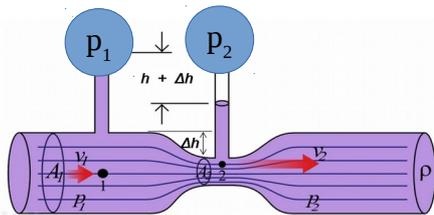
También se puede expresar a través de la densidad del fluido, por la siguiente expresión en la que los términos se expresan en Pascales (Pa)

$$dgh_1 + dv_1^2/2 + p_1 = dgh_2 + dv_2^2/2 + p_2$$

### 3. Aplicación en una tubería horizontal

En una tubería horizontal se puede conocer la velocidad a la que circula el fluido sabiendo las secciones (a través de sus diámetros) y las presiones (a través de los manómetros). Tomando el punto 1 en la parte más ancha y el punto 2 en la parte más estrecha, sabemos que por ser horizontal  $h_1$  y  $h_2$  son iguales, por tanto, los términos  $dgh$  se simplifican:  $dv_1^2/2 + p_1 = dv_2^2/2 + p_2$

De la ecuación de continuidad  $v_1 \cdot S_1 = v_2 \cdot S_2$ , despejamos  $v_2$  y la sustituimos en la expresión anterior, y despejando queda que:



$$V_1 = S_2 \sqrt{\frac{2(p_1 - p_2)}{d(S_1^2 - S_2^2)}}$$

**Nota:** en la ecuación de Bernoulli se suele usar la presión absoluta, pero la presión que indican los manómetros siempre es una menos que la absoluta. Luego, si el manómetro indica 2atm, en la ecuación pondremos 3 atm (recuerda pasarlo a pascales)

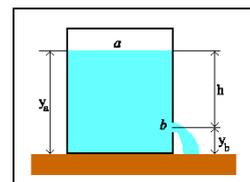
También podrías usar directamente en la ecuación el valor 2atm en Pascales pero en la solución tendrás que indicar que estás usando presión manométrica.

### 4. Depósito con salida de agua

Se aplica Bernoulli en el punto a y b:

- Si la llave está abierta podremos hallar la velocidad a la que sale el fluido sabiendo que:

En el punto a: la presión es 1 atm o  $1,013 \times 10^5 Pa$ , la velocidad se considera 0m/s y la altura ha  
 En el punto b: la presión también es 1 atm, la velocidad es la incógnita y la altura hb



Sustituyendo datos y despejando  $Vb = \sqrt{2g(ha - hb)}$ , donde  $ha - hb$  es  $h$  según el dibujo.

- Si la llave está cerrada podremos hallar la presión en b sabiendo que:

En el punto a: la presión es 1 atm o  $1,013 \times 10^5 Pa$ , la velocidad se considera 0m/s y la altura ha

En el punto b: la presión es la incógnita, la velocidad es cero por estar cerrada la llave y la altura hb

Sustituyendo y despejando:  $Pb = Pa + dg(ha - hb)$  o  $Pb = Pa + dgh$