

## FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE PÉRDIDAS DE CARGA EN TUBERÍAS

---

✓ Fórmula general de Darcy-Weisbach:  $h_c = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$

En función del caudal:  $h_c = 0.0826 \cdot f \cdot \frac{Q^2}{D^5} \cdot L$

✓ Hagen-Poiseuille para régimen laminar:  $h_c = \frac{32 \cdot \mu \cdot L \cdot v}{\gamma \cdot D^2}$

✓ Coeficiente de fricción (f):

Von Karman:  $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}}$

Colebrook:  $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \left( \frac{K/D}{3.71} + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$

Nikuradse:  $\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \cdot \log \frac{K/D}{3.71}$

✓ Blasius (Tuberías de plástico en turbulento liso, PE;  $4 \cdot 10^{-3} < Re < 10^5$ ):

$$f = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$$

$$h_c = \frac{0.0246^{0.25}}{D^{4.75}} \cdot Q^{1.75} \cdot L$$

✓ Cruciani-Margaritora (Tuberías de PE):  $J(\%) = \frac{0.099}{D^{4.75}} \cdot Q^{1.75}$

✓ Hazen-Williams (Especialmente para tuberías de fundición y acero)

$$f = \frac{13.69 \cdot g}{c^{1.85} \cdot v^{0.15} \cdot D^{0.17}}$$

c tabulado en el Prontuario

$$h_c = \frac{10.7}{c^{1.85} \cdot D^{4.78}} \cdot Q^{1.85} \cdot L$$

✓ Scobey (Tuberías de aluminio):  $h_c = 2.587 \cdot 10^{-3} \cdot K \cdot \frac{v^{1.9}}{D^{1.1}} \cdot L$

✓ Veronesse-Datei (Tuberías de PVC):  $J(\%) = \frac{0.092}{D^{4.80}} \cdot Q^{1.80}$

✓ Scimemi (Tuberías de fibrocemento):  $Q = 48.3 \cdot D^{2.68} \cdot J^{0.56}$

$$v = 158 \cdot D^{2.68} \cdot J^{0.56}$$

✓ Manning (Turbulento rugoso,  $Re > 4000$  y  $(Re)_c > 40$ ):  $h_c = \frac{10.3 \cdot n^2}{D^{5.33}} \cdot Q^2 \cdot L$

n, coeficiente de rugosidad de la tubería, tabulado en Prontuario

## PÉRDIDAS DE CARGA LOCALIZADAS

$$h_s = K \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \quad K \text{ tabulado en el Prontuario}$$

## FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DEL GOLPE DE ARIETE

---

✓ Tiempo de parada:

$$T = C + \frac{K \cdot L \cdot v}{g \cdot H_m} \quad (\text{Mendiluce})$$

$$\frac{H_m}{L} < 0.20 \rightarrow c = 1$$

$$\frac{H_m}{L} \geq 40 \rightarrow c = 0$$

$$\frac{H_m}{L} \cong 30 \rightarrow c = 0.6$$

K tabulado en Prontuario

✓ Celeridad:

$$a = \frac{9900}{\sqrt{48.3 + K \cdot \frac{D}{e}}} \quad K, e \text{ en Prontuario}$$

✓ Fórmula de Michaud (cierre lento):

$$\Delta H = \frac{2 \cdot L \cdot v}{g \cdot T}$$

✓ Fórmula de Allievi (cierre rápido):

$$\Delta H = \frac{a \cdot v}{g}$$

✓ Longitud crítica:

$$L_c = \frac{a \cdot T}{2}$$

## FÓRMULAS PARA EL CÁLCULO DE BOMBAS

---

- ✓ Ecuación característica de la conducción o curva resistente:

$$H = H_g + \underbrace{K \cdot Q^2}_{h_T}$$

- ✓ Potencia del grupo de bombeo:

$$\text{Potencia útil } N_u = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{75} \quad \text{C.V.}$$

$$\text{Potencia suministrada por el motor } N = \frac{Q \cdot \gamma \cdot H}{75 \cdot \eta} \quad \text{C.V.}$$

- ✓ Ecuaciones características del grupo de bombeo:

$$H = C + B \cdot Q + D \cdot Q^2 \quad \text{En forma simplificada: } H = a + b \cdot Q^2$$

$$\eta = E \cdot Q + F \cdot Q^2$$

- ✓ Velocidad variable:

$$H = a \cdot \alpha^2 + b \cdot Q^2$$

$$\eta = E \cdot \frac{Q}{\alpha} + F \cdot \frac{Q^2}{\alpha^2} \quad \alpha = \frac{n}{n_1}$$

- ✓ Leyes de Semejanza para el recorte del rodete:

$$\frac{H_{A'}}{H_A} = \frac{Q_{A'}}{Q_A} = \frac{\phi^2}{\phi_1^2} = \lambda^2$$

- ✓ Ecuación característica de la bomba con el rodete recortado:

$$H = C \cdot \lambda^2 + D \cdot Q + \frac{E}{\lambda^2} \cdot Q^2$$

$$H = a \cdot \lambda^2 + \frac{b}{\lambda^2} \cdot Q^2 \quad \lambda = \frac{D}{D_1} = \frac{r}{r_1}$$

- ✓ Acoplamiento de n bombas en serie y bombas multicelulares:

$$H = n \cdot (C + B \cdot Q + D \cdot Q^2) \quad \text{Simplificada: } H = n \cdot (a + b \cdot Q^2)$$

$$\eta = E \cdot Q + F \cdot Q^2$$

- ✓ Acoplamiento de n bombas en paralelo:

$$H = C + B \cdot \left(\frac{Q}{n}\right) + D \cdot \left(\frac{Q}{n}\right)^2 \quad \text{Simplificada: } H = a + b \cdot \left(\frac{Q}{n}\right)^2$$

$$\eta = E \cdot \left(\frac{Q}{n}\right) + F \cdot \left(\frac{Q}{n}\right)^2$$