



FLUJO DE FLUIDOS

- FUNDAMENTO DEL FLUJO DE FLUIDOS

Los tres principios fundamentales que se aplican al flujo de fluidos son:

- El principio de de la conservación de la masa, a partir de del cual se establece la ecuación de continuidad:

$$m_{ent} - m_{sal} = Dm_{VC} \quad \text{o} \quad \dot{m}_{ent} - \dot{m}_{sal} = \frac{dm_{VC}}{dt}$$

- El principio de Conservación de la energía

$$E_{ent} - E_{sal} = DE_{VC} \quad \text{o} \quad \dot{E}_{ent} - \dot{E}_{sal} = \frac{dE_{VC}}{dt}$$

- El Principio de cantidad de movimiento.

FLUJO DE FLUIDOS

ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

La ecuación de continuidad es una consecuencia del principio de conservación de la masa. Para un flujo permanente, la masa de fluido que atraviesa cualquier sección de una corriente de fluido, por unidad de tiempo, es constante. Esta puede calcularse como sigue:



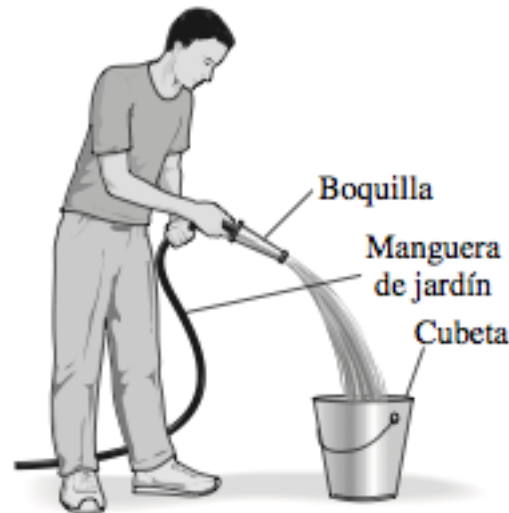
$$m_{ent} = m_{sal} \xrightarrow{\text{por lo que tenemos que}} r_1 A_1 V_1 = r_2 A_2 V_2 = cte$$

$$g_1 A_1 V_1 = g_2 A_2 V_2 \xrightarrow{\text{pero: } g_1 = g_2} A_1 V_1 = A_2 V_2 = \text{caudal} = Q: \left[\frac{m^3}{s} \right] \text{ o } \left[\frac{ft^3}{s} \right]$$



FLUJO DE FLUIDOS

- **Ejemplo:** Se usa una manguera de jardín que tiene una boquilla de riego para llenar una cubeta de 10 gal. El diámetro de la manguera es de 10 cm y se reduce hasta 0.8 cm en la salida de la boquilla (Fig. 5-12). Si transcurren 50 s para llenar la cubeta con agua, determine *a)* las razones de flujo volumétrico y de masa del agua que pasa por la manguera y *b)* la velocidad promedio del agua a la salida de la boquilla.

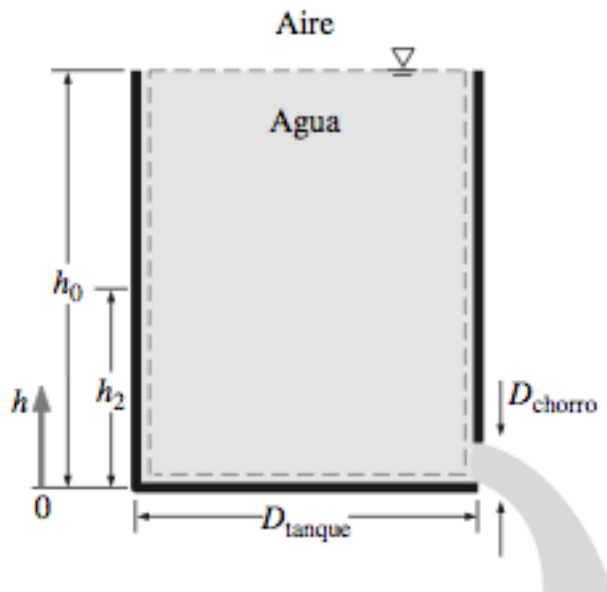




FLUJO DE FLUIDOS

EJEMPLO Descarga de agua de un tanque

Un tanque cilíndrico de agua con 4 ft de alto y 3 ft de diámetro cuya parte superior está abierta a la atmósfera está al principio lleno con agua. Ahora, se quita el tapón de descarga que está cerca del fondo del tanque cuyo diámetro es de 0.5 m y un chorro de agua se vierte hacia fuera (Fig.). La velocidad promedio del chorro se da por $V = \text{Raiz}(2gh)$, en donde h es la altura del agua en el tanque medida desde el centro del agujero (una variable) y g es la aceleración gravitacional. Determinése cuánto tiempo transcurrirá para que el nivel del agua en el tanque descienda hasta 2 ft, medido desde el fondo.



$$m_{ent} - m_{sal} = \frac{dm_{VC}}{dt}$$

$$m_{sal} = (rVA)_{sal} = r\sqrt{2gh}A_{chorro}$$

$$m_{VC} = rV = rA_{Chorro}h$$



FLUJO DE FLUIDOS

ENERGÍA MECÁNICA Y EFICIENCIA

La **energía mecánica** se define como la forma de energía que se puede convertir completa y directamente a trabajo mecánico por medio de un dispositivo mecánico ideal como lo es una turbina ideal.

Una bomba transfiere energía mecánica a un fluido cuando aumenta su presión, y una turbina extrae ese tipo de energía de un fluido cuando hace bajar su presión. Por lo tanto, la presión de un fluido fluyente también está asociada con su energía mecánica.

$$E = \frac{P}{r} + \frac{v^2}{2} + gz \quad \frac{P}{r} : \text{energía de flujo}, \quad \frac{v^2}{2} : \text{energía cinética.}$$

gz : *energía potencial.*



FLUJO DE FLUIDOS

$$h_{mec} = \frac{\text{Salida de energía mecánica}}{\text{Entreda de energía mecánica}} = \frac{E_{sal}}{E_{ent}} = 1 - \frac{E_{sal}}{E_{ent}}$$

$$h_{bomba} = \frac{\text{Aumento de la energía del fluido}}{\text{salida de energía del fluido}} = \frac{D E_{sal}}{W_{flecha, ent}} = \frac{W_{bomba, u}}{W_{bomba}}$$

$$h_{turbina} = \frac{\text{Salida de la energía del fluido}}{\text{Reducción de energía del fluido}} = \frac{W_{flecha, sal}}{D E_{ent}} = \frac{W_{turbina}}{W_{turbina, e}}$$

$$h_{motor} = \frac{\text{Salida de potencia mecánica}}{\text{Entrada de potencia eléctrica}} = \frac{W_{flecha, sal}}{W_{elct, ent}}$$

$$h_{generador} = \frac{\text{Salida de potencia mecánica}}{\text{Entrada de potencia mecánica}} = \frac{W_{elct, sal}}{W_{flecha, ent}}$$



FLUJO DE FLUIDOS

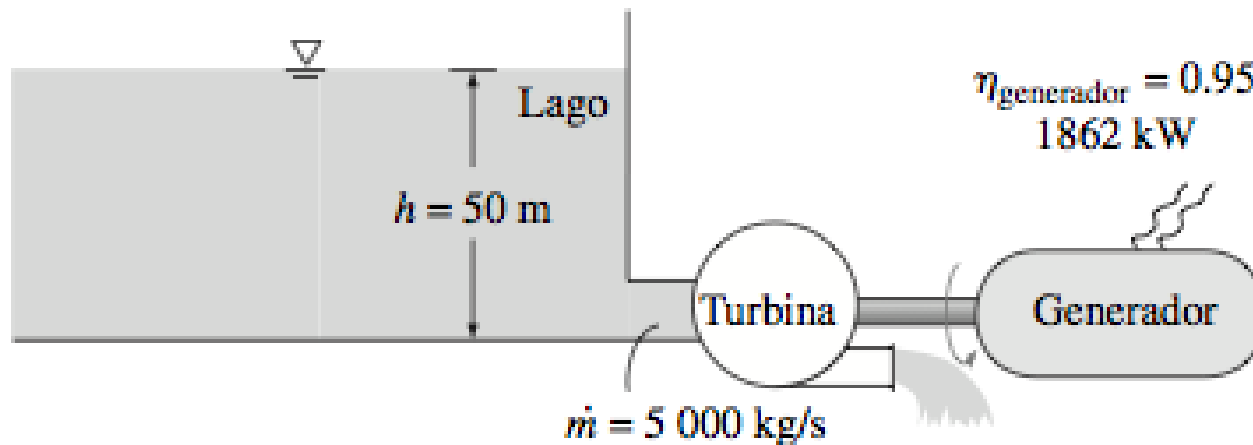
$$h_{\text{bomba-motor}} = h_{\text{bomba}} h_{\text{motor}} = \frac{\dot{W}_{\text{Bomba, u}}}{\dot{W}_{\text{eléc, ent}}} = \frac{D \dot{E}_{\text{mec, fluido}}}{\dot{W}_{\text{eléc, ent}}}$$

$$h_{\text{turbogenerador}} = h_{\text{turbina}} h_{\text{generador}} = \frac{\dot{W}_{\text{eléc, sal}}}{\dot{W}_{\text{turbina, ent}}} = \frac{\dot{W}_{\text{eléc, sal}}}{D \dot{E}_{\text{mec, fluido}}}$$



FLUJO DE FLUIDOS

Ejemplo: Se usará el agua de un lago para generar electricidad por medio de la instalación de un turbogenerador hidráulico en un lugar donde la profundidad del agua es de 50 m (Fig.). El agua se alimentará a razón de 5 000 kg/s. Si se mide que la potencia eléctrica generada es de 1862 kW y la eficiencia del generador es de 95 por ciento, determínese: *a)* la eficiencia total del turbogenerador, *b)* la eficiencia mecánica de la turbina y *c)* la potencia en la flecha suministrada por la turbina al generador.

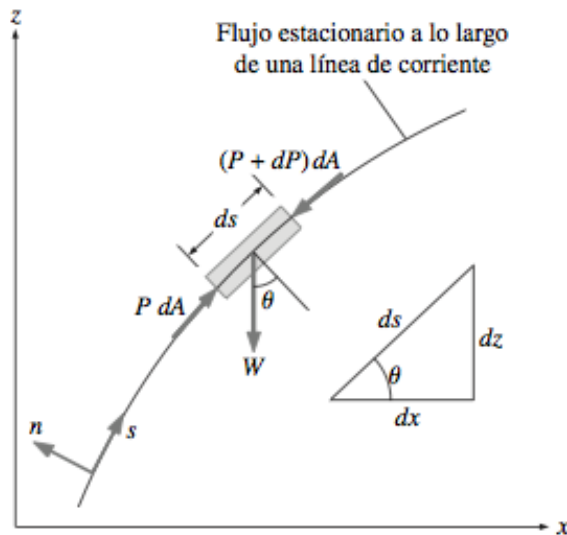




FLUJO DE FLUIDOS

- LA ECUACIÓN DE BERNOULLI

La **ecuación de Bernoulli** es una relación aproximada entre la presión, la velocidad y la elevación, y es válida en regiones de flujo estacionario e incompresible en donde las fuerzas netas de fricción son despreciables



$$\sum F_s = ma_s \rightarrow PdA - (P + dP)dA - W \sin \theta = mv \frac{dv}{ds}$$

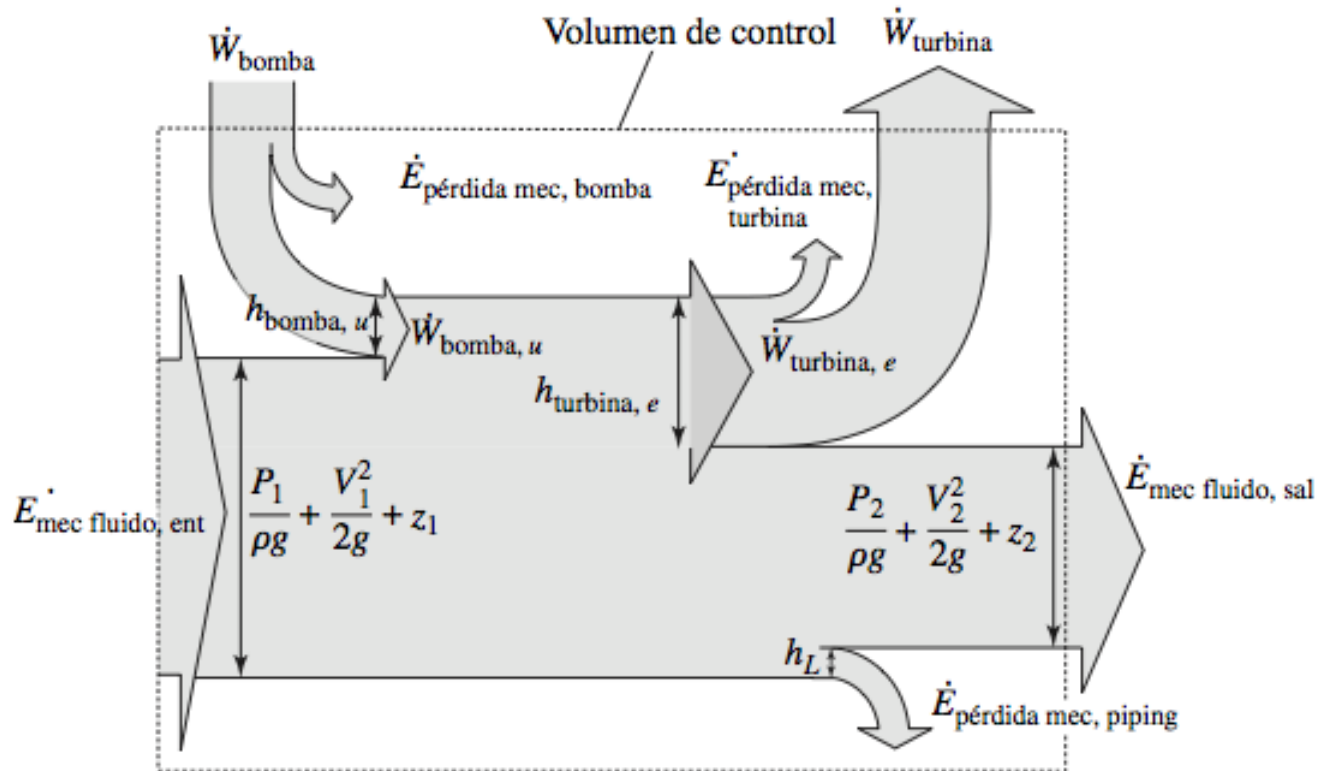
flujo estacionario e incompresible:

$$\frac{P_1}{\rho} + \frac{v_1^2}{2} + gz_1 = \frac{P_2}{\rho} + \frac{v_2^2}{2} + gz_2$$



FLUJO DE FLUIDOS

ECUACION DE LA ENERGIA



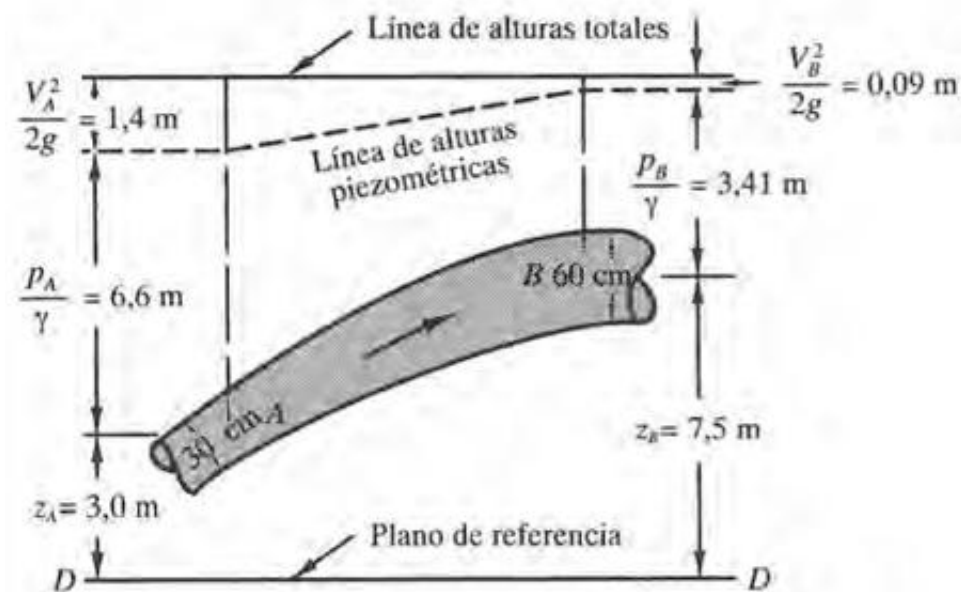
$$E_1 + E_{añadida} - E_{perdida} - E_{extraida} = E_2$$

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + z_1 + H_A - H_L - H_E = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + z_2$$



FLUJO DE FLUIDOS

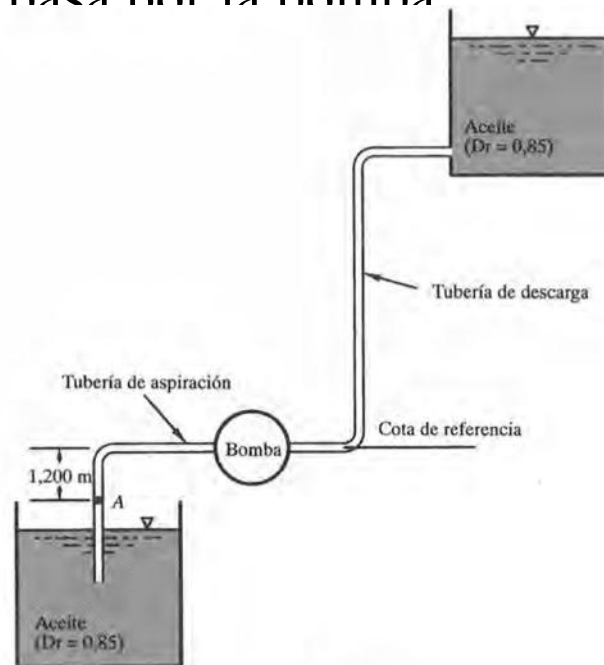
- Ejemplo: En la Figura están circulando $0,370 \text{ m}^3/\text{s}$ de agua de A a B , existiendo en A una altura de presión de $6,6 \text{ m}$. Suponiendo que no existen pérdidas de energía entre A y B , determinar la altura de presión en B . Dibujar la línea de alturas totales.





FLUJO DE FLUIDOS

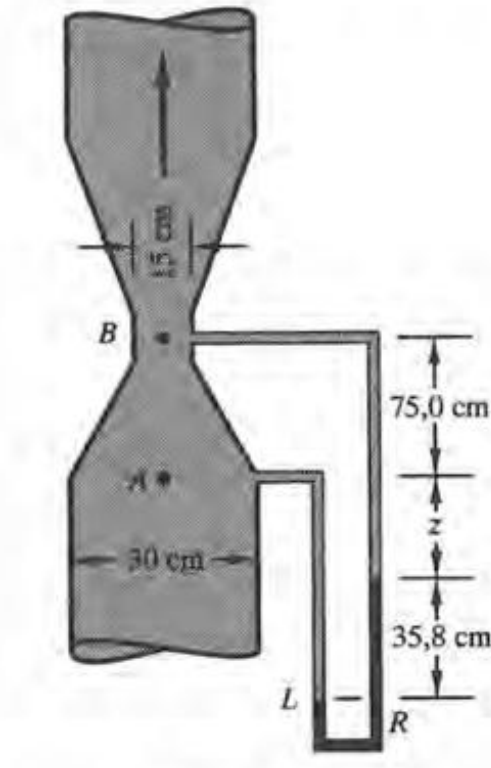
Ejemplo: En una tubería de aspiración de 100 mm de diámetro unida a la bomba que se muestra en la Figura, la presión en el punto *A* de la tubería de aspiración es igual a una presión de vacío igual a 180 mm de mercurio. Si el caudal de descarga es igual a $0,0300 \text{ m}^3/\text{s}$ de aceite ($G_s = 0,85$), determinar la altura total en el punto *A* con relación a la cota de referencia que pasa por la bomba





FLUJO DE FLUIDOS

- **Ejemplo:** En el venturímetro mostrado en la Figura la lectura del manómetro diferencial de mercurio es 35,8 cm. Determinar el caudal de agua a través del venturímetro si se desprecian las pérdidas entre A y B .





FLUJO DE FLUIDOS

- Ejemplo:** Se bombea agua desde un depósito inferior hacia otro más alto mediante una bomba que suministra 20 kW de potencia mecánica útil al agua Fig. La superficie libre del depósito superior está 45 m más arriba que la superficie del inferior. Si se mide que el gasto de agua es de $0.03 \text{ m}^3/\text{s}$, determine la pérdida irreversible de carga del sistema y la potencia mecánica perdida en el transcurso de este proceso.

