

Esercizi sul trasporto di fluidi incompressibili

a.

Si consideri il circuito per trasporto di acqua ($\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$) rappresentato in Figura 1. Le tubazioni hanno diametro $D = 20 \text{ cm}$ e tubo liscio.

1. Nel caso che la valvola V sia chiusa, si calcoli la portata alimentata in D.
2. Si voglia raddoppiare la portata in D. In che direzione scorre il fluido nel ramo B-C senza la pompa?
3. Supponendo efficienza della pompa unitaria, calcolare la potenza della pompa.

b.

Un serbatoio A posto ad una altezza $h_A = 5 \text{ m}$ viene utilizzato per alimentare una portata d'acqua Q al serbatoio B, al livello del suolo, attraverso una condotta liscia di diametro $D = 0.1 \text{ m}$, lunga $L_{AB} = 1000 \text{ m}$, come mostrato in Figura 2.

1. Determinare la portata Q trasferita da A a B.
2. In un secondo tempo, si decide di aggiungere un punto di prelievo N a distanza $L_{AN} = 500 \text{ m}$ dal serbatoio A, che va ad alimentare un serbatoio C distante $L_{NC} = 200 \text{ m}$ da N e al livello del suolo. Calcolare le portate trasferite in queste condizioni ai serbatoi B e C assumendo per il fattore d'attrito nei diversi tratti un valore costante pari a quello determinato al punto precedente.
3. Determinare la potenza della pompa che deve essere installata nel tratto A-N affinché sia possibile trasferire a B la stessa portata del punto 1.

c.

Un impianto industriale consuma in condizioni di normale funzionamento una portata d'acqua pari a $w = 100 \text{ kg/s}$. Si deve decidere tra 2 possibili alternative

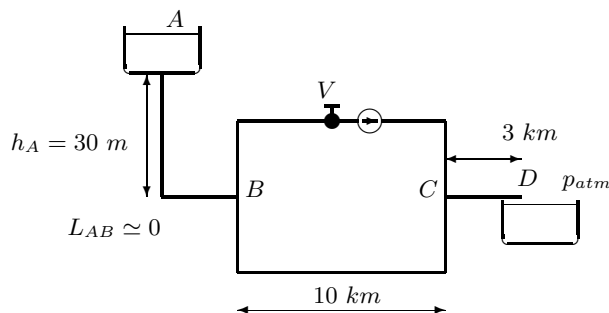


FIG. 1: Schema di un circuito idraulico.

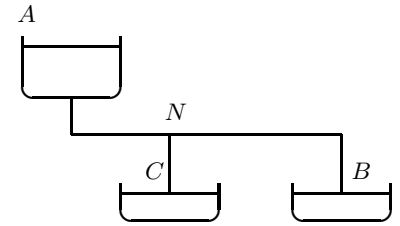


FIG. 2: Schema di circuito idraulico

1. prelevare tale portata da un serbatoio posto ad altezza $h_1 = 5 \text{ m}$ e distante $L_1 = 2000 \text{ m}$ realizzando una condotta di collegamento;
2. prelevare la portata da un serbatoio al livello del terreno distante $L_2 = 500 \text{ m}$ utilizzando una condotta e installando una opportuna pompa.

Si sa che i costi della tubazione sono $k_T = 5 \cdot 10^5 \cdot D$ lire per metro lineare di tubo, i costi per l'installazione della pompa sono $k_p = 3 \cdot 10^6$ lire per kW installato ed i costi di esercizio sono $k_e = 200$ lire per kWh. Si prevede di utilizzare l'impianto per $N = 10$ anni e per $H = 6000$ ore all'anno. Assumendo che i tubi siano lisci, determinare quale delle due alternative risulta economicamente conveniente.

d.

Si deve trasportare una portata d'acqua $Q = 0.125 \text{ m}^3/\text{s}$ tra 2 serbatoi A e B, posti sullo stesso piano e distanti $L = 3 \text{ km}$.

1. Determinare il diametro ottimo sapendo che:
 - i costi della tubazione sono pari a $K_T = 1.8 \cdot 10^6 \cdot D$ lire per metro di tubo;
 - i costi per l'installazione della pompa sono pari a $K_P = 3.5 \cdot 10^6$ lire per kW installato;
 - i costi di esercizio sono pari a 150 lire per kWh;
 - il periodo di funzionamento previsto per l'impianto è di 8000 ore/anno per 4 anni
2. Nell'ipotesi che la portata debba essere raddoppiata, determinare quale tra le seguenti alternative risulta più conveniente:
 - Alternativa 1: sostituire la tubazione, mantenendo la stessa pompa;
 - Alternativa 2: mantenere la tubazione e sostituire la pompa;
 - Alternativa 3: costruire una seconda linea parallela.

e.

Per collegare tra loro due serbatoi A e B ($h_A = 0$, $h_B = 15\text{ m}$) si utilizza un circuito come in Figura 3. Il diametro delle tubazioni è $D_1 = 0.1\text{ m}$ in tutti i rami tranne che nel tratto del parallelo con la valvola dove è $D_2 = 0.15\text{ m}$. La potenza della pompa installata è $P = 1.28\text{ kW}$.

1. Calcolare la portata trasmessa tra A e B se la valvola V è chiusa.
2. Quando la valvola viene aperta inizia a circolare fluido nel ramo inferiore del parallelo. Le perdite concentrate nella valvola, espresse in lunghezza equivalenti di tubo, dipendono dal grado di apertura della valvola secondo la legge:

$$L_{eq} = L_{max}(1 - \alpha) \quad (1)$$

con $L_{max} = 7500\text{ m}$ e α grado di apertura della valvola ($\alpha = 0$ per valvola completamente chiusa). Determinare il grado di apertura della valvola per cui si riesce a trasmettere una portata $Q = 5 \cdot 10^{-3}\text{ m}^3/\text{s}$ da B ad A.

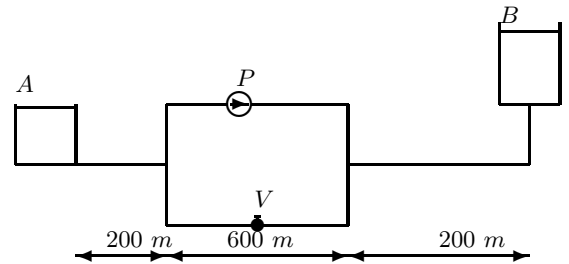


FIG. 3: Schema del circuito idraulico.