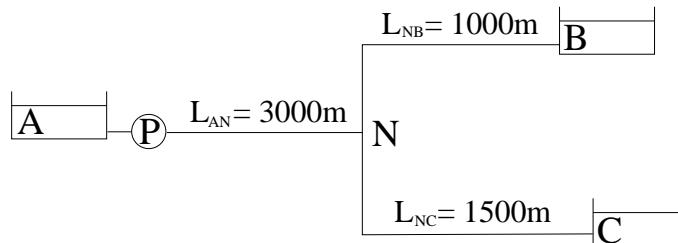


1

Per convogliare una portata volumetrica  $Q = 0.2 \text{ m}^3/\text{s}$  di acqua dal serbatoio A ai due serbatoi B e C si utilizza l'acquedotto in figura. I costi per realizzare tale impianto sono:

- costo tubazione:  $K_T = 310 \text{ €/m}^2$ ;
- costo pompa:  $K_P = 150 \text{ €/kW}$ ;
- costo esercizio:  $K_E = 0.01 \text{ €/kWh}$ ;
- ammortamento in 10 anni con 6000 ore di esercizio per anno.

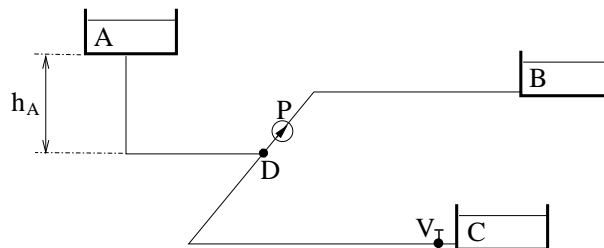
1. Calcolare il diametro ottimo dell'acquedotto.
2. Per il diametro determinato al punto precedente, calcolare la potenza della pompa P e le portate volumetriche nei rami NB e NC.
3. Si vuole poter trasferire la medesima portata volumetrica nei due rami NB ed NC. A tal fine, può essere utilizzata una valvola di regolazione V. In quale ramo del circuito inserireste la valvola? Calcolare le perdite di carico, in termini di altezze cinetiche  $K_f$ , che la valvola V deve garantire al fine di avere  $Q_{NB} = Q_{NC}$ .



2

Il circuito in figura viene utilizzato per trasportare una portata volumetrica  $Q = 20 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$  di acqua dal serbatoio A ai due serbatoi B e C tramite una tubazione liscia ( $f = 0.079 \cdot Re^{-0.25}$ ) di diametro  $D = 0.2 \text{ m}$ . I tratti del circuito misurano  $L_{AD} = 5000 \text{ m}$ ,  $L_{DB} = 5000 \text{ m}$  e  $L_{DC} = 2500 \text{ m}$ .

1. Sapendo che il serbatoio A si trova ad un'altezza  $h_A = 10 \text{ m}$  al di sopra del nodo D e dei serbatoi B e C, determinare la pressione in D. (Nota: si suppongano trascurabili le perdite concentrate).
2. Determinare la potenza della pompa P nel ramo DB e le altezze cinetiche  $K_V$  perse in corrispondenza della valvola V nel ramo DC, sapendo che la portata volumetrica prelevata da A viene trasferita in parti uguali ai due serbatoi B e C ( $Q_{DB} = Q_{DC} = Q/2$ ).

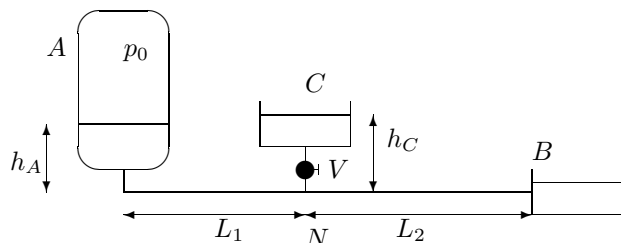


3

L'impianto di raffreddamento di uno stabilimento industriale, rappresentato in figura, è costituito da un serbatoio A in pressione dal quale l'acqua viene inviata alle diverse utenze (B e C) dello stabilimento.

1. Determinare quale dev'essere la pressione del gas nel serbatoio per alimentare una portata  $w_B = 9.5 \text{ kg/s}$  al serbatoio B se la valvola V è chiusa.
2. Determinare quale dev'essere la pressione del gas nel serbatoio per alimentare la portata  $w_B = 9.5 \text{ kg/s}$  al serbatoio B se la valvola V è aperta e in C deve arrivare una portata  $w_C = 8 \text{ kg/s}$ . Determinare inoltre il diametro della tubazione nel tratto N-C.

Si considerino tubi lisci ( $f = 0.079 \cdot Re^{-0.25}$ ) e i seguenti valori numerici:  $h_A = 1 \text{ m}$ ,  $h_C = 2 \text{ m}$ ,  $D_{AB} = 0.1 \text{ m}$ ,  $L_1 = 40 \text{ m}$ ,  $L_2 = 160 \text{ m}$ .

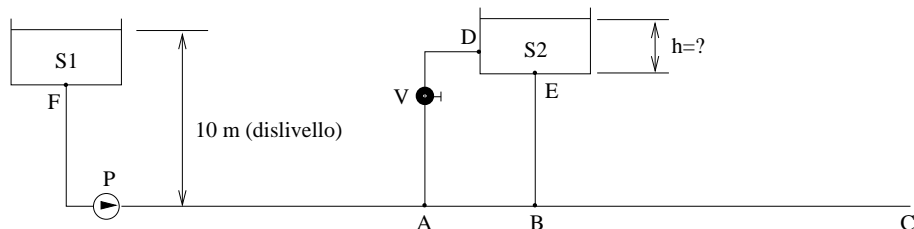


4

Il circuito in figura (costituito da tubi lisci di diametro  $D = 0.1 \text{ m}$ ) viene utilizzato per trasferire una portata  $Q_{BC} = 28 \text{ m}^3/\text{h}$  di acqua dai serbatoi  $S_1$  ed  $S_2$  al punto di scarico  $C$  ( $p_C = p_{atm}$ ).

1. Nel caso di valvola  $V$  chiusa, si chiede di calcolare la potenza  $Pot$  della pompa ed il livello  $h$  dell'acqua nel serbatoio  $S_2$ , sapendo che dai serbatoi  $S_1$  ed  $S_2$  viene prelevata la medesima portata volumetrica ( $Q_{FB} = Q_{EB}$ ).
2. Nel caso di valvola  $V$  aperta, calcolare la potenza  $Pot$  della pompa utilizzando i valori di  $Q_{EB}$  e di  $h$  calcolati al punto precedente. *Suggerimento:* verificare che l'acqua tende a fluire da  $A$  verso  $D$  nel ramo contenente la valvola.

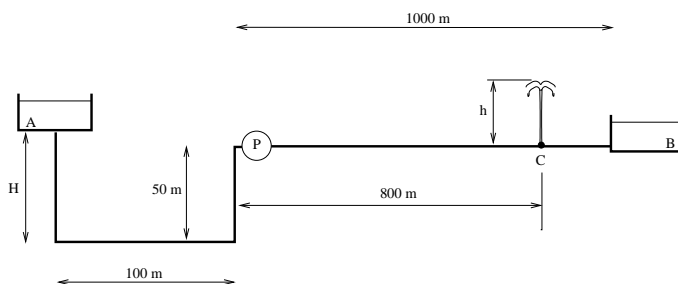
Lunghezze dei vari tratti di tubazione:  $L_{FA} = 1800 \text{ m}$ ,  $L_{AB} = 400 \text{ m}$ ,  $L_{BC} = 900 \text{ m}$ ,  $L_{AD} = 400 \text{ m}$ ,  $L_{EB} = 6 \text{ m}$  (dislivello).



5

Si consideri il circuito per il trasporto di acqua ( $\rho = 10^3 \text{ kg/m}^3$ ,  $\mu = 10^{-3} \text{ Pa}\cdot\text{s}$ ) in figura. La portata trasferita al serbatoio B è  $Q = 10 \text{ l/s}$ . Il diametro delle tubazioni (lisce) è  $D = 0.1 \text{ m}$ .

1. Determinare l'altezza  $H$  tale da garantire una pressione minima  $p_{min} = 1.2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$  a monte della pompa.
2. Determinare la potenza della pompa, utilizzando il valore di  $H$  calcolato al punto precedente.
3. A causa di una rottura nella tubazione, si ha una fuoriuscita di liquido in corrispondenza del punto C. Si supponga che la distribuzione delle pressioni all'interno del circuito non sia modificata dal getto di liquido (ovvero si supponga  $Q_{getto} \ll Q$ ). Calcolare l'altezza  $h$  raggiunta dal getto.



6

La *TransAlaskan Pipeline* è un oleodotto che deve trasportare una portata  $Q = 1 \text{ m}^3/\text{s}$  di greggio ( $\rho = 800 \text{ kg/m}^3$ ,  $\nu = 0.2 \text{ m}^2/\text{s}$ ) dall'Alaska fino agli altri 48 stati ( $L = 2000 \text{ km}$ ). Se i costi sono  $k_T = 5 \cdot 10^5 \cdot D$  lire/m,  $k_E = 100$  lire/kW,  $k_P = 3 \cdot 10^6$  lire/kW e l'oleodotto deve funzionare per 8400 ore/anno per 25 anni,

1. Calcolare il diametro ottimo della tubazione supponendo tubo liscio ( $f = 0.079 Re^{-0.25}$ );
2. Per minimizzare le perdite di carico si miscela al greggio *Fene-C* (polimero) che opera una riduzione di attrito modificando il fattore d'attrito in  $f = 0.1 \cdot C \cdot Re^{-0.5}$ , dove  $C$  è la concentrazione in massa del *Fene-C* nel greggio che non può mai superare il 5%. Sapendo che il costo del *Fene-C* (che non può essere recuperato) è  $k_{Pol} = 32400$  lire/kg, determinare il diametro ottimo della tubazione.