



Nome		<i>barrare la voce che interessa ↓</i>	
Cognome			
Matricola			
Corso di Laurea	<input type="checkbox"/> N.O. Civile - Ambientale	<input type="checkbox"/> N.O. Ing. Mecc.	<input type="checkbox"/> V.O. Ing. Civ.
Data prova orale	<i>E' necessario iscriversi in rete</i>		

### Es. 1

Una barriera **AB** di lunghezza  $L$  ha una sezione retta costituita dall'assemblaggio di archi di circonferenza di raggio  $R$ . La geometria del problema è descritta in figura 1. L'altezza d'acqua a monte della barriera è  $3/2 R$ , a valle  $R/2$ . Si richiede modulo, direzione e verso della spinta totale sulla barriera.

Dati numerici:  $L = 12 m$ ;  $R = 2 m$

### Es. 2

Un serbatoio, per mezzo di una pompa immersa, alimenta una condotta di diametro  $D$ , caratterizzata da una curva a  $90^\circ$ , flangiata nelle sezioni **A** e **B**, i cui baricentri distano rispettivamente  $b$  ed  $a$  dalla superficie libera del serbatoio. La condotta ha un ugello ben sagomato di diametro  $d$  innestato sulla parte terminale; l'ugello emette un getto che investe un cuneo la cui apertura angolare è  $\beta$ . La forza esercitata dal getto sul cuneo è nota ed è pari ad  $F_c$ . Si richiede di calcolare la potenza della pompa, supposta priva di attriti, necessaria perché il getto eserciti tale forza. Si richiede inoltre la spinta dinamica sul gomito a  $90^\circ$ , supposto di volume  $V_g$ . Si supponga ideale il comportamento del liquido.

Dati numerici:  $D = 125 mm$ ;  $d = 75 mm$ ;  $a = 3 m$ ;  $b = 0.3 m$ ;  $\beta = 60^\circ$ ;  $V_g = 30 l$ ;  $F_c = 1 kN$

### Es. 3

Un serbatoio a quota nota  $z_A$  alimenta, per pompaggio mediante il sistema di condotte rappresentato in figura, due serbatoi situati a quote identiche  $z_B = z_C$ . Sono note le caratteristiche delle condotte  $[L_k, D_k, \varepsilon_k]$   $k = 1, 2, \dots, 5$ , e le portate erogate dai nodi **M** ed **N**, pari a  $Q_M = Q_N$ . Nelle ipotesi semplificative tipiche delle reti di lunghe condotte e di moto assolutamente turbolento di parete scabra, calcolare le portate nei rami, i carichi nei nodi (**L**, **M**, **N**), la potenza della pompa, supposta di rendimento  $\eta$ , nel caso in cui si imponga la costanza della cadente a valle del nodo **L**.

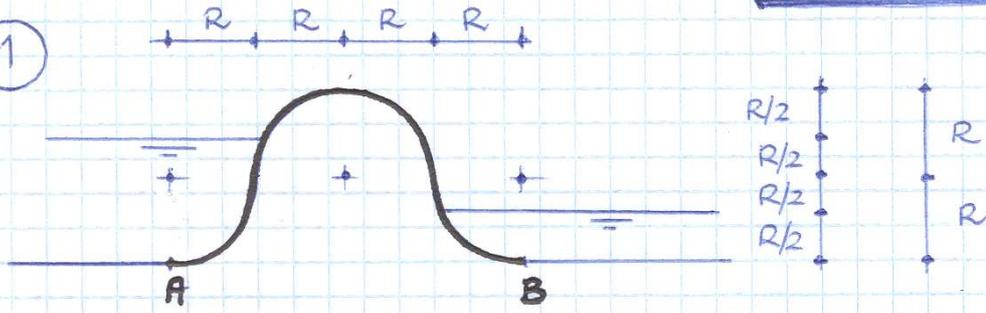
Dati numerici:

$$L_{1,2,\dots,5} = 6 \quad 8.5 \quad 8.5 \quad 6 \quad 6 \text{ km}; \quad D_{1,2,\dots,5} = 200 \quad 150 \quad 150 \quad 100 \quad 100 \text{ mm};$$

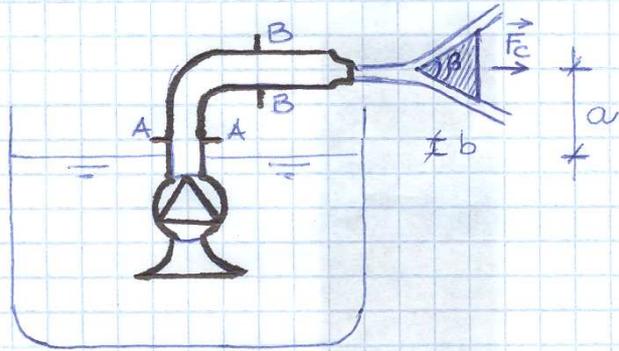
$$\varepsilon = 0.38 \text{ mm}, \forall k = 1, 2, \dots, 5; \quad Q_M = Q_N = 10 \text{ l/s}; \quad z_A = 100 \text{ m}; \quad z_B = z_C = 110 \text{ m}; \quad \eta = 0.78$$

17.6.09

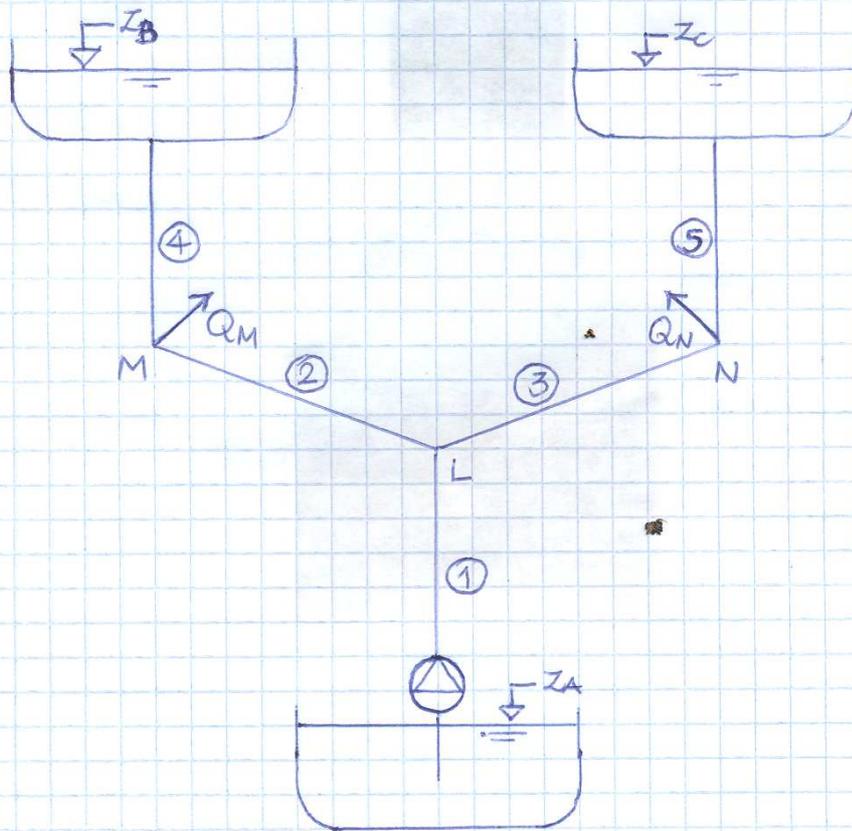
①

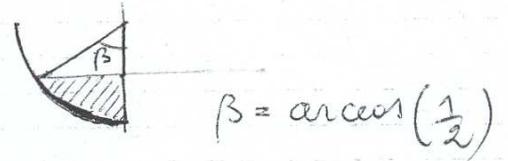
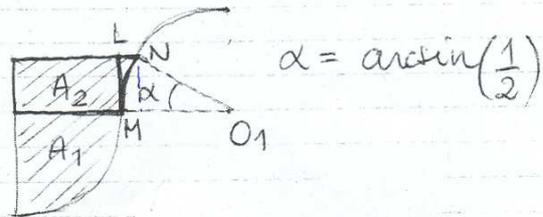


②



③





$$\rightarrow F_{xM} = \frac{1}{2} \gamma L \left(\frac{3}{2} R\right)^2 = \frac{9}{8} \gamma L R^2$$

$$\leftarrow F_{xv} = \frac{1}{2} \gamma L \left(\frac{R}{2}\right)^2 = \frac{1}{8} \gamma L R^2$$

$$\rightarrow F_x = \gamma L R^2 = 411 \text{ kN}$$

$$\downarrow F_{zM} = \gamma L A_M = \gamma L (A_1 + A_2) \approx 615 \text{ kN}$$

$$A_1 = \frac{\pi R^2}{4} \approx 3.14 \text{ m}^2$$

$$A_2 = R \cdot \frac{R}{2} + \frac{R \sin \alpha (R + R - R \cos \alpha)}{2} - \frac{\alpha R^2}{2} = 2.09 \text{ m}^2$$

$$A_2 = \frac{R^2}{2} + \frac{R^2}{2} (2 - \cos \alpha) \sin \alpha - \frac{\alpha R^2}{2} \quad \begin{array}{l} \text{area triangolo} \\ \text{curvilineo LMN} \end{array}$$

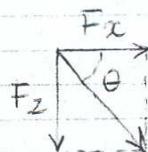
$$\downarrow F_{zv} = \gamma L A_v = \gamma L \left( \beta \frac{R^2}{2} - \frac{R^2}{2} \cos \beta \sin \beta \right)$$

$$F_{zv} = \gamma L \frac{R^2}{2} (\beta - \cos \beta \sin \beta) \approx 145 \text{ kN}$$

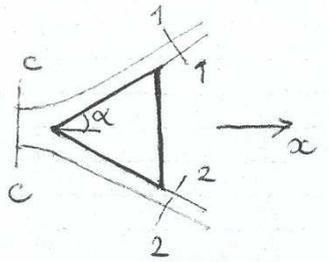
$$\downarrow F_z = F_{zM} + F_{zv} = 760 \text{ kN}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = 894 \text{ kN}$$

$$\theta = 58,2^\circ$$



(2)



$$\alpha = \pi/6$$

$$G_x + \Pi_x = M_{ux} - M_{ex}$$

$$F_{fx} = 2 \left( \rho \frac{Q^2}{2\omega} \cos\alpha \right) - \rho \frac{Q^2}{\omega}$$

↑ sul fluido

$$|U_c| = |U_1| = |U_2| = \frac{Q}{\omega}$$

$$\omega = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$F_{cx} = \rho \frac{Q^2}{\omega} (1 - \cos\alpha)$$

$$Q = \sqrt{\frac{F_{cx} \omega}{\rho (1 - \cos\alpha)}} = 57.4 \text{ l/s}$$

Bilancio dei carichi

$$\Delta H_d = a + \frac{Q^2}{2g\omega^2} = 11.6 \text{ m}$$

$$P_p = \gamma Q \Delta H_d = 6.54 \text{ kW}$$

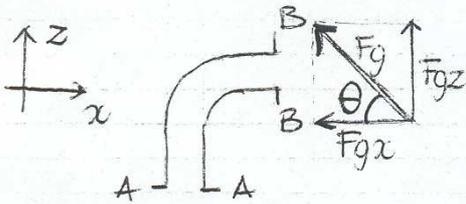
TdB B-c

$$z_B + \frac{p_B}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\omega^2} = z_c + \frac{Q^2}{2g\omega^2}$$

$$p_B = \frac{\rho Q^2}{2\omega^2} \left( 1 - \frac{\omega^2}{\Omega^2} \right) = 73.5 \text{ kPa}$$

TdB  
A-B

$$p_A = p_B + \gamma(a-b) = 100 \text{ kPa}$$



$$G_x + \Pi_x = M_{ux} - M_{ex}$$

$$-p_B \Omega + F_{gx} = \rho \frac{Q^2}{\Omega}$$

$$F_{gx} = -p_B \Omega - \rho \frac{Q^2}{\Omega} = -1.17 \text{ kN}$$

$$G_z + \Pi_z = M_{uz} - M_{ez}$$

$$\bar{f}_z - \gamma \sqrt{g} + p_A \Omega = -\rho \frac{Q^2}{\Omega} \Rightarrow F_{gz} = p_A \Omega + \rho \frac{Q^2}{\Omega} - \gamma \sqrt{g} = 1.20 \text{ kN}$$

$$F = 1.68 \text{ kN}$$

$$\theta = 45^\circ \ddagger$$

3

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} = 2.0 \log \left( 3.71 \frac{D_k}{\epsilon_k} \right) \Rightarrow$$

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= 0.0231 \\ \lambda_2 &= \lambda_3 = 0.0249 \\ \lambda_4 &= \lambda_5 = 0.0280 \end{aligned}$$

$$r_k = \frac{8 \lambda_k L_k}{g \pi^2 D_k^5} \Rightarrow \begin{cases} r_1 = \\ r_2 = r_3 = \\ r_4 = r_5 = \end{cases}$$

$$\Delta H_1 = H_L - z_A + r_1 Q_1^2$$

$$H_L - H_M = r_2 Q_2^2$$

$$H_M - z_B = r_4 Q_4^2$$

$$Q_1 = 2Q_2$$

$$Q_2 = Q_M + Q_4$$

$$j_2 = j_4 \Rightarrow \frac{r_2 Q_2^2}{L_2} = \frac{r_4 Q_4^2}{L_4}$$

$$\Delta H_1 = (z_B - z_A) + r_1 Q_1^2 + r_2 Q_2^2 + r_4 Q_4^2$$

$$Q_M = Q_2 - \left(1 - \sqrt{\frac{L_4 r_2}{L_2 r_4}}\right) Q_2$$

$$Q_4 = \sqrt{\frac{r_2}{r_4} \frac{L_4}{L_2}} Q_2$$

$$Q_2 = \frac{Q_M}{\left(1 - \sqrt{\frac{L_4 r_2}{L_2 r_4}}\right)} = 15.2 \text{ l/s}$$

$$Q_4 = 5.21 \text{ l/s}$$

$$Q_1 = 30.4 \text{ l/s}$$

$$\Delta H_1 = (z_B - z_A) + r_1 Q_1^2 + r_2 Q_2^2 + r_4 Q_4^2 = 134.3 \text{ m}$$

$$H_M = z_B + r_4 Q_4^2 = 147.8 \text{ m}$$

$$H_L = H_M + r_2 Q_2^2 = 201.1 \text{ m}$$

$$P_1 = \frac{\gamma Q_1 \Delta H_1}{\eta} = 51.4 \text{ kW}$$