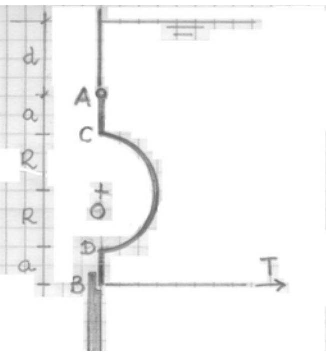
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
CdL in ING. CIVILE; CdL ING. CIVILE–AMBIENTALE
CdL in INGEGNERIA MECCANICA

Prova scritta di Idraulica, Idraulica I e Meccanica dei Fluidi del 14/6/2006

Nome			***barrare la voce che interessa X***	
Cognome				
Matricola				
Corso di Laurea	☐ N.O. Civile	☐ N.O. Civ.-Amb.	☐ V.O. Ing. Civ.	☐ N.O. Ing. Mecc.
Data prova orale	***E' necessario iscriversi in rete***			

Es. 1

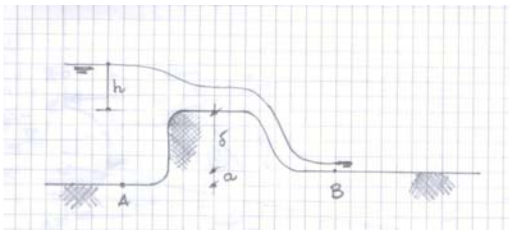


Una paratoia **AB** di lunghezza L è formata da due porzioni piane **AC** e **DB** e da una porzione semicilindrica **CD** di centro **O** . La geometria del sistema è integralmente nota. La paratoia è incernierata lungo la generatrice **A** ed appoggiata lungo la generatrice **B**. Supponendo trascurabile il peso proprio, si determini il tiro da applicare in **B** affinché la paratoia ruoti.

Dati numerici: $L = 4\,m$; $d = 2\,m$; $a = 0.5\,m$; $R = 1\,m$

Es. 2

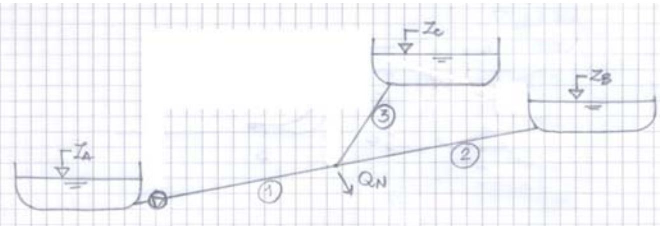
Uno stramazzo ben sagomato è alimentato con una portata Q da un canale rettangolare di larghezza b . La geometria del sistema è nota, ed il battente di monte è pure noto e pari ad h . Si richiede di determinare la profondità a valle dello stramazzo e la spinta longitudinale sulla parete **AB** , nelle ipotesi semplificative tipiche dello schema di fluido ideale.



Dati numerici:

$b = 6\,m$; $Q = 18\,m^3/s$; $a = 1\,m$; $\delta = 2\,m$; $h = 1.5\,m$

Es. 3



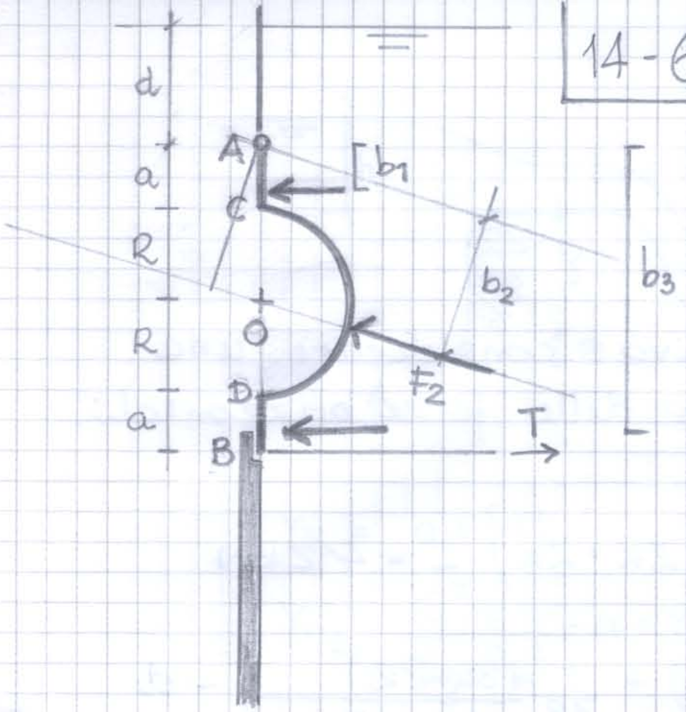
Una rete consta di tre condotte, di cui sono note lunghezze L_k, diametri D_k e scabrezze ε_k (k=1,2,3). Il serbatoio A alimenta per pompaggio i serbatoi B e C. Le quote delle superfici libere z_A, z_B e z_C sono note. E' altresì nota la portata emunta nel nodo N. Si richiede di determinare le portate nei rami, il carico nel nodo N e la potenza che la pompa deve cedere al liquido, nell'ipotesi che le cadenti nei lati 2 e 3 siano uguali. Si richiede anche il disegno delle linee dei carichi.
Adottare le ipotesi semplificative tipiche delle reti di lunghe condotte.

Dati numerici:

$L_{1,2,3} = [4 \quad 4 \quad 3]\,km$; $D_{1,2,3} = [200 \quad 100 \quad 150]\,mm$;

$\varepsilon_{1,2,3} = [0.4 \quad 0.4 \quad 0.4]\,mm$; $Q_N = 5\,l/s$;

$z_A = 50\,m$; $z_B = 150\,m$; $z_C = 175\,m$



$$(\leftarrow)\quad F_{x_1} = \gamma\,(d + a/2)\,aL = 44.1\ kN$$

$$b_1 = \left(d + \frac{a}{2}\right) + \frac{1}{12}\,\frac{La^3}{La\left(d+\frac{a}{2}\right)} - d$$

$$b_1 = \frac{a}{2} + \frac{1}{12}\,\frac{a^2}{\left(d+\frac{a}{2}\right)} = 0.259\ m$$

$$(\leftarrow)\quad F_{x_2} = \gamma\,(d + a + R)\,(2RL) = 275\ kN$$

$$(\uparrow)\quad F_{z2} = \gamma\left(\frac{\pi R^2}{2}\right)L = 61.6\ kN$$

$$F_2 = \sqrt{F_{x_2}^2 + F_{z2}^2} = 281\ kN$$

$$\theta = \operatorname{arctg}\left|\frac{F_{x2}}{F_{z2}}\right| = 77^\circ{,}35$$

passante per O

$$b_2 = (a + R)\sin\theta = 1.46\ m$$

$$\leftarrow\quad F_{x_3} = \gamma\left(d + a + 2R + \frac{a}{2}\right)(aL) = 93.2\ kN$$

$$b_3 = \left(a + 2R + \frac{a}{2}\right) + \frac{1}{12}\,\frac{a^2}{d + \frac{3}{2}a + 2R} = 2.754\ m$$

Equilibrio alla rotazione (polo A)

$$T(2a+2R) = F_{x_1}b_1 + F_2 b_2 + F_{x_3}b_3$$

$$T = (F_{x_1}b_1 + F_2 b_2 + F_{x_3}b_3)/(2a+2R) = 227\ kN$$

Metodo alternativo: considerare una risultante globale delle forze orizzontali.

$\leftarrow$ $$F_x = \gamma\,(d+a+R)\,(2R+2a)\,L = 412\ kN$$

$$b_{F_x} = (d+a+R) + \frac{1}{12}\frac{(2a+2R)^2}{d+a+R} - d$$

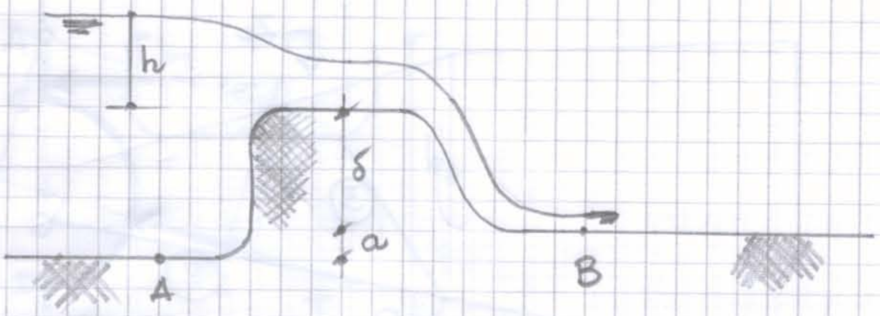
$$b_{F_x} = (a+R) + \frac{1}{3}\frac{(a+R)^2}{(d+a+R)} = 1.714\ m$$

$\uparrow$ $$F_z = 61.6\ kN$$

$$b_{F_z} = \frac{4}{3\pi} R = 0.424\ m$$

$$T = \left(F_x\, b_{F_x} - F_z\, b_{F_z}\right) / (2a+2R)$$

$$T = 227\ kN$$



$$Y_M = a + \delta + h$$

$$Y_M + \frac{Q^2}{2 g b^2 Y_M^2} = a + Y_v + \frac{Q^2}{2 g b^2 Y_v^2}$$

L'eq.ne di 3° grado in Y_v ammette le soluzioni

$Y_1 = 3.48\,m$

$Y_2 = 0.382\,m$

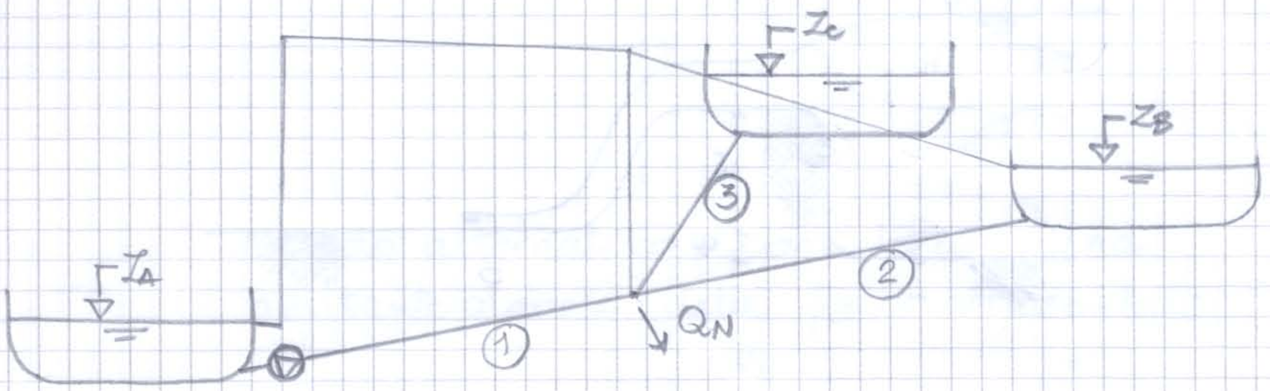
$Y_3 = -0.345\,m$

di cui $Y_v = 0.382\,m$ è quella di interesse.

Un bilancio di q.d.m. sul volume tratteggiato fornisce:

$$F_{AB} = \left[\frac{1}{2} \gamma b Y_M^2 + \rho \frac{Q^2}{b Y_M} \right] - \left[\frac{1}{2} \gamma b Y_v^2 + \rho \frac{Q^2}{b Y_v} \right]$$

$(\rightarrow)$ $F_{AB} = 462\,kN$



$$\lambda_k = \left[2.0 \log\left(3.71 \frac{D_k}{\epsilon_k}\right)\right]^{-2} \qquad \lambda_1 = 0.0234 \qquad r_1 = 0.242 \cdot 10^5 \ m^{-5}s^2$$

$$\lambda_2 = 0.0284 \qquad r_2 = 9.39 \cdot 10^5 \ \text{''}$$

$$r_k = (8 \lambda_k L_k)/(g \pi^2 D_k^5) \qquad \lambda_3 = 0.0253 \qquad r_3 = 0.826 \cdot 10^5 \ \text{''}$$

$$\begin{cases} \text{I} & h_N - Z_B = r_2 Q_2^2 \\ \text{II} & h_N - Z_C = r_3 Q_3^2 \\ \text{III} & \Delta H_1 = (h_N - Z_A) + r_1 Q_1^2 \\ \text{IV} & Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_N \\ \text{V} & j_2 = j_3 \Rightarrow \dfrac{r_2 Q_2^2}{L_2} = \dfrac{r_3 Q_3^2}{L_3} \Rightarrow r_2 Q_2^2 = \dfrac{L_2}{L_3} r_3 Q_3^2 \end{cases}$$

$$\text{I}) - \text{II}) \Rightarrow Z_C - Z_B = \left(\frac{L_2}{L_3} - 1\right) r_3 Q_3^2$$

$$Q_3 = \sqrt{\frac{Z_C - Z_B}{(L_2/L_3 - 1) r_3}} = 30{,}1 \ l/s$$

$$h_N = Z_C + r_3 Q_3^2 = 250 \ m$$

$$Q_2 = \sqrt{\frac{h_N - Z_B}{r_2}} = 10{,}3 \ l/s$$

+

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_N = 45{,}4 \ l/s$$

$$\Delta H_1 = h_N - Z_A + r_1 Q_1^2 = 249.95 \ m$$

$$P_{f_1} = \gamma Q_1 \Delta H_1 = 111.4 \ kW$$