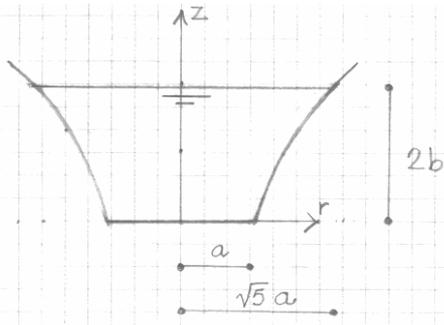




Nome					<i>barrare la voce che interessa</i> <b>X</b>
Cognome					
Matricola					
Corso di Laurea	<input type="checkbox"/> N.O. Civile	<input type="checkbox"/> N.O. Civ.-Amb.	<input type="checkbox"/> V.O. Ing. Civ.	<input type="checkbox"/> N.O. Ing. Mecc.	
Data prova orale	<i>E' necessario iscriversi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



**Es. 1**

Un serbatoio assialsimmetrico ha la superficie laterale descritta dall'equazione:

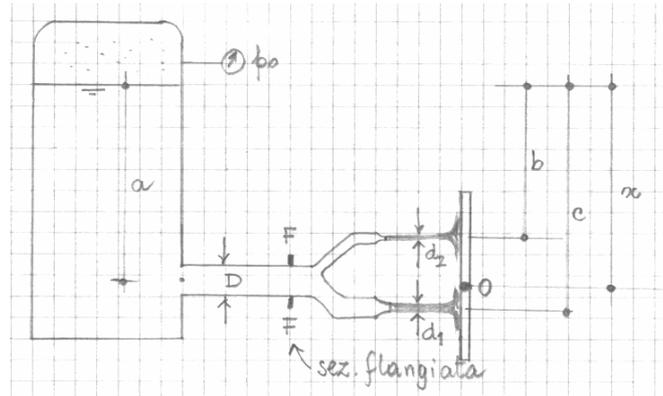
$$z = b\sqrt{\frac{r^2 - a^2}{a^2}}; \quad a \leq r \leq a\sqrt{5}; \quad 0 \leq z \leq 2b \quad (\text{vedasi figura})$$

Determinare modulo, direzione, verso e retta di applicazione della spinta idrostatica sulla superficie laterale. Determinare altresì (in percentuale) quale porzione del peso proprio grava sulla superficie laterale e quale sul fondo del recipiente.

Dati numerici:  $a = 1.5 \text{ m}; \quad b = 1.5 \text{ m}$

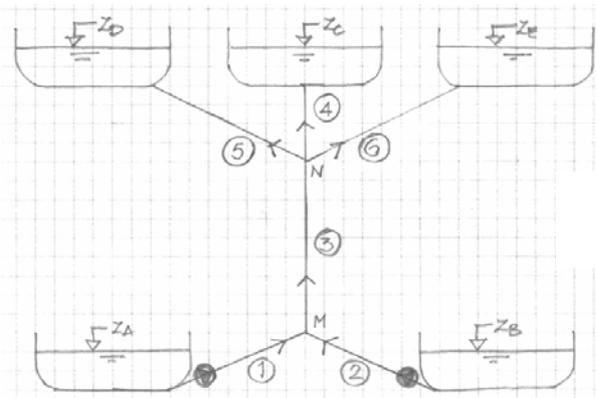
**Es. 2**

Un autoclave, nel quale l'aria è mantenuta a pressione relativa costante  $p_0$ , alimenta, mediante una condotta di diametro  $D$ , un pezzo speciale ad Y, flangiato in F, che termina con due bocchelli di differente diametro  $d_1$  e  $d_2$ ; questi emettono getti contro una piastra ad essi ortogonale, incernierata in O. La geometria del sistema è nota (vedasi figura). Determinare a) la portata totale emessa dai due bocchelli; b) la posizione della cerniera O (distanza  $x$  in figura) che consenta alla piastra di non ruotare; c) la spinta dinamica sul pezzo speciale ad Y, trascurando il peso proprio del liquido ivi contenuto.



Dati numerici

$p_0 = 140 \text{ kPa}; \quad a = 2.8 \text{ m}; \quad b = 2.3 \text{ m}; \quad c = 3.3 \text{ m}; \quad D = 200 \text{ mm}; \quad d_1 = 60 \text{ mm}; \quad d_2 = 35 \text{ mm}$

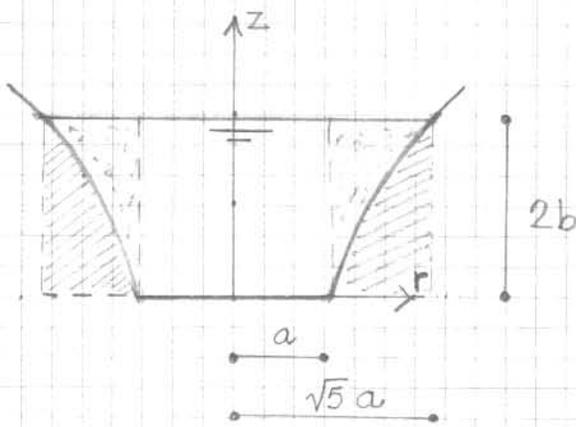


**Es. 3**

Nella rete di lunghe condotte in figura sono note le caratteristiche delle condotte (diametri, lunghezze, scabrezze assolute)  $= (D_k, L_k, \epsilon_k)$ ,  $k = 1, \dots, 6$ , nonché le quote delle superfici libere dei serbatoi A, B, C, D, E e la portata totale  $Q_{tot}$  immessa nella rete dai due serbatoi A e B. Si richiede il calcolo della portata nei lati, del carico nei nodi, della potenza delle pompe (di rendimento identico  $\eta$ ) nonché il disegno delle linee dei carichi, nelle ipotesi semplificate tipiche delle reti di lunghe condotte.

Dati numerici:

$L_{1,2,3,4,5,6} = [3 \ 3 \ 5 \ 2 \ 4 \ 4] \text{ km}; \quad D_{1,2,3,4,5,6} = [150 \ 150 \ 200 \ 150 \ 100 \ 100] \text{ mm};$   
 $\epsilon_k = 0.42 \text{ mm}, \forall k; \quad \eta = 0.78; \quad Q_{tot} = 32 \text{ l/s}; \quad z_A = z_B = 720 \text{ m}; \quad z_C = z_D = z_E = 850 \text{ m}$



$$z = f(r) = b \sqrt{\frac{r^2 - a^2}{a^2}}$$

$$a \leq r \leq \sqrt{5}a$$

$$0 \leq z \leq 2b$$

Spinta idrostatica sulla superficie laterale:  
 verticale, applicata sull'asse del recipiente (asse z),  
 diretta verso il basso:  $\vec{F} = F_z (-\vec{e}_z)$ .

$$F_z = \gamma \cdot V_{\text{V}} = \gamma \left[ \pi (5a^2 - a^2) \cdot 2b - V_{\text{D}} \right] = \gamma \frac{8}{3} \pi a^2 b = 277 \text{ kN}$$

$$\text{essendo } V_{\text{V}} = \int_a^{\sqrt{5}a} b \sqrt{\frac{r^2 - a^2}{a^2}} (2\pi r) dr = \frac{16}{3} \pi a^2 b = 56.55 \text{ m}^3$$

Sul fondo si scarica una spinta:

$$F_f = \gamma (\pi a^2 \cdot 2b) = \gamma 2\pi a^2 b = 208 \text{ kN}$$

Il peso totale del liquido nel recipiente è,

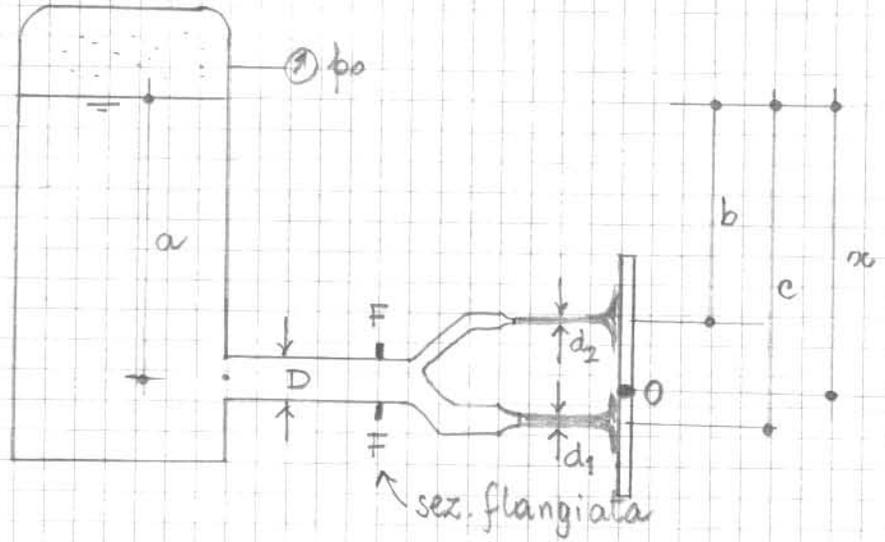
$$P = F_z + F_f = 485 \text{ kN}$$

La percentuale del peso totale sopportata  
 dal fondo e dalla superficie laterale è rispettivamente:

$$p_{\text{sl}} = (F_z / P) \cdot 100 = \frac{4}{7} 100 = 57.1\%$$

$$p_f = (F_f / P) \cdot 100 = \frac{3}{7} 100 = 42.9\%$$

$$\begin{aligned}
 [*] \quad V_{\text{D}} &= \pi a^2 b \int_1^{\sqrt{5}} \sqrt{t^2 - 1} (2t) dt \\
 &\quad r/a = t \\
 &= \pi a^2 b \int_1^5 \sqrt{z-1} dz = \pi a^2 b \left[ \frac{2}{3} (z-1)^{3/2} \right]_1^5 \\
 &\quad t^2 = z \\
 &V_{\text{D}} = \pi a^2 b \frac{16}{3}
 \end{aligned}$$



TdB sezz. 0-1 :

$$z_0 + \frac{p_0}{\gamma} + \frac{v_0^2}{2g} = z_1 + \frac{v_1^2}{2g} \Rightarrow v_1 = \sqrt{2g \left( c + \frac{p_0}{\gamma} \right)} = 18.57 \text{ m/s}$$

$$Q_1 = v_1 \omega_1 = 52.5 \text{ l/s}$$

TdB sezz. 0-2

$$\Rightarrow v_2 = \sqrt{2g \left( b + \frac{p_0}{\gamma} \right)} = 18.03 \text{ m/s}$$

$$Q_2 = v_2 \omega_2 = 17.3 \text{ l/s}$$

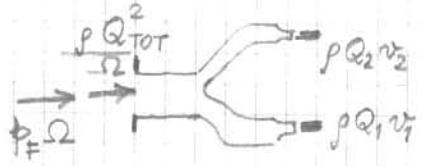
$$Q_{TOT} = Q_1 + Q_2 = 69.8 \text{ l/s}$$

Bilancio Momenti (polo o)

$$\rho Q_1 v_1 (c - x) = \rho Q_2 v_2 (x - b)$$

$$\Rightarrow x = \frac{Q_1 v_1 c + Q_2 v_2 b}{Q_1 v_1 + Q_2 v_2} = 3.06 \text{ m}$$

Bilancio di QdM ( $F_f$  sul fluido,  $F_x$  sul pezzo flangiato)



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

$$p_F \Omega + F_f x = \rho Q_1 v_1 + \rho Q_2 v_2 - \rho \frac{Q_{TOT}^2}{\Omega}$$

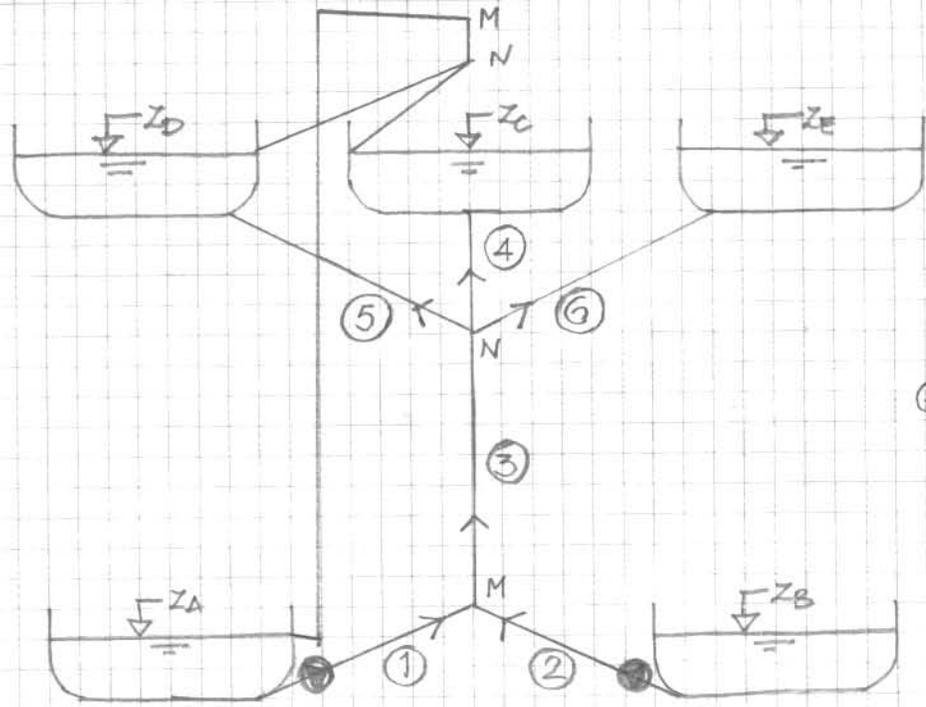
da TdB 0-F:

$$p_F = p_0 + \gamma a - \rho \frac{Q^2}{2\Omega^2}$$

$$p_F = 1.65 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$$

$$F_{<x} = p_F \Omega + \rho \frac{Q_{TOT}^2}{\Omega} - (\rho Q_1 v_1 + \rho Q_2 v_2)$$

$$F_{<x} = 4.05 \text{ kN}$$



$$Q_1 = Q_2 = \frac{Q_{TOT}}{2} = 16 \text{ l/s}$$

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda_k}} = +2.0 \log_{10} \left( 3.71 \frac{D_k}{\epsilon_k} \right)$$

$$r_k = \frac{8 \lambda_k L_k}{g \pi^2 D_k^5}$$

$$r_1 = r_2 = 0.838 \cdot 10^5 \frac{\text{m}^5}{\text{s}^2}$$

$$r_3 = 0.306 \cdot 10^5 \text{ "}$$

$$r_4 = 0.558 \cdot 10^5 \text{ "}$$

$$r_5 = r_6 = 9.52 \cdot 10^5 \text{ "}$$

$$\lambda_1 = \lambda_2 = 0.0256$$

$$\lambda_3 = 0.0237$$

$$\lambda_4 = 0.0256$$

$$\lambda_5 = \lambda_6 = 0.0288$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta H_1 = (H_M - z_A) + r_1 Q_1^2 \\ H_M - H_N = r_3 Q_3^2 \\ H_N - z_C = r_4 Q_4^2 \\ H_N - z_D = r_5 Q_5^2 \end{array} \right. \Rightarrow r_4 Q_4^2 = r_5 Q_5^2 \Rightarrow Q_5 = \sqrt{\frac{r_4}{r_5}} Q_4 = 5.22 \text{ l/s}$$

$$2Q_1 = Q_3 \Rightarrow Q_3 = Q_{TOT} = 32 \text{ l/s}$$

$$Q_3 = Q_4 + 2Q_5 \Rightarrow Q_4 = \frac{Q_3}{1 + 2\sqrt{\frac{r_4}{r_5}}} = 21.1 \text{ l/s}$$

dalla III :  $H_N = z_C + r_4 Q_4^2 = 87.6 \text{ m}$

dalla II :  $H_M = H_N + r_3 Q_3^2 = 907.3 \text{ m}$

dalla I :  $\Delta H_1 = (H_M - z_A) + r_1 Q_1^2 = 208.7 \text{ m}$

$$P_1 = \frac{\gamma Q_1 \Delta H_1}{\rho} = 42 \text{ kW}$$