



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

### Es. 1

#### *Parte obbligatoria*

Un cassone ha pareti caratterizzate da un profilo corrugato, risultante dall'assemblaggio di tratti rettilinei di lunghezza  $a$  ed archi di circonferenza di raggio  $r$ , così come illustrato in fig. 1. La lunghezza della parete in direzione ortogonale a quella del disegno è  $L$ . Si richiede di determinare la risultante (modulo, direzione, verso) delle azioni idrostatiche sulla parete bagnata **AB**, e la retta di applicazione delle azioni orizzontali.

#### *Parte opzionale (+40% - risolvere solo se si è risolto tutto il resto della prova scritta)*

Trovare la retta di applicazione delle spinte verticali sulla parete bagnata **AB**, e, conseguentemente, il punto di applicazione della risultante.

Dati numerici:  $a = 25 \text{ cm}; r = 20 \text{ cm}; L = 6 \text{ m}$

### Es. 2

Un serbatoio alimenta, mediante una condotta a sezione circolare di diametro  $D_1$  ed un ugello ben sagomato di diametro  $d_1$ , un getto libero nell'aria, che investe una piastra incernierata alla stessa quota dell'asse del getto. Sulla faccia opposta, la piastra è investita da due getti equidistanti (tale distanza è  $b$ ) dalla cerniera, di diametro  $d_2$  e  $d_3$ , alimentati da due condotte identiche di diametro  $D_2$  e  $D_3$ . Ciascuna condotta è alimentata da una pompa; entrambe le pompe pescano da un unico serbatoio a quota costante.

Le distanze verticali tra cerniera e serbatoi sono rispettivamente  $a_S$  e  $a_D$ .

Si richiede di determinare la potenza delle pompe,  $P_2$  e  $P_3$ , affinché il sistema di forze esterne sulla piastra sia bilanciato e la piastra non ruoti, nell'ipotesi di comportamento ideale del liquido e di assenza di attriti nei sistemi meccanici.

Dati numerici:

$$\begin{aligned} D_1 &= 150 \text{ mm}; & D_2 &= D_3 = 80 \text{ mm}; \\ d_1 &= 60 \text{ mm}; & d_2 &= 40 \text{ mm}; & d_3 &= 30 \text{ mm}; \\ a_S &= 3.5 \text{ m}; & a_D &= 4 \text{ m}; & b &= 1.2 \text{ m} \end{aligned}$$

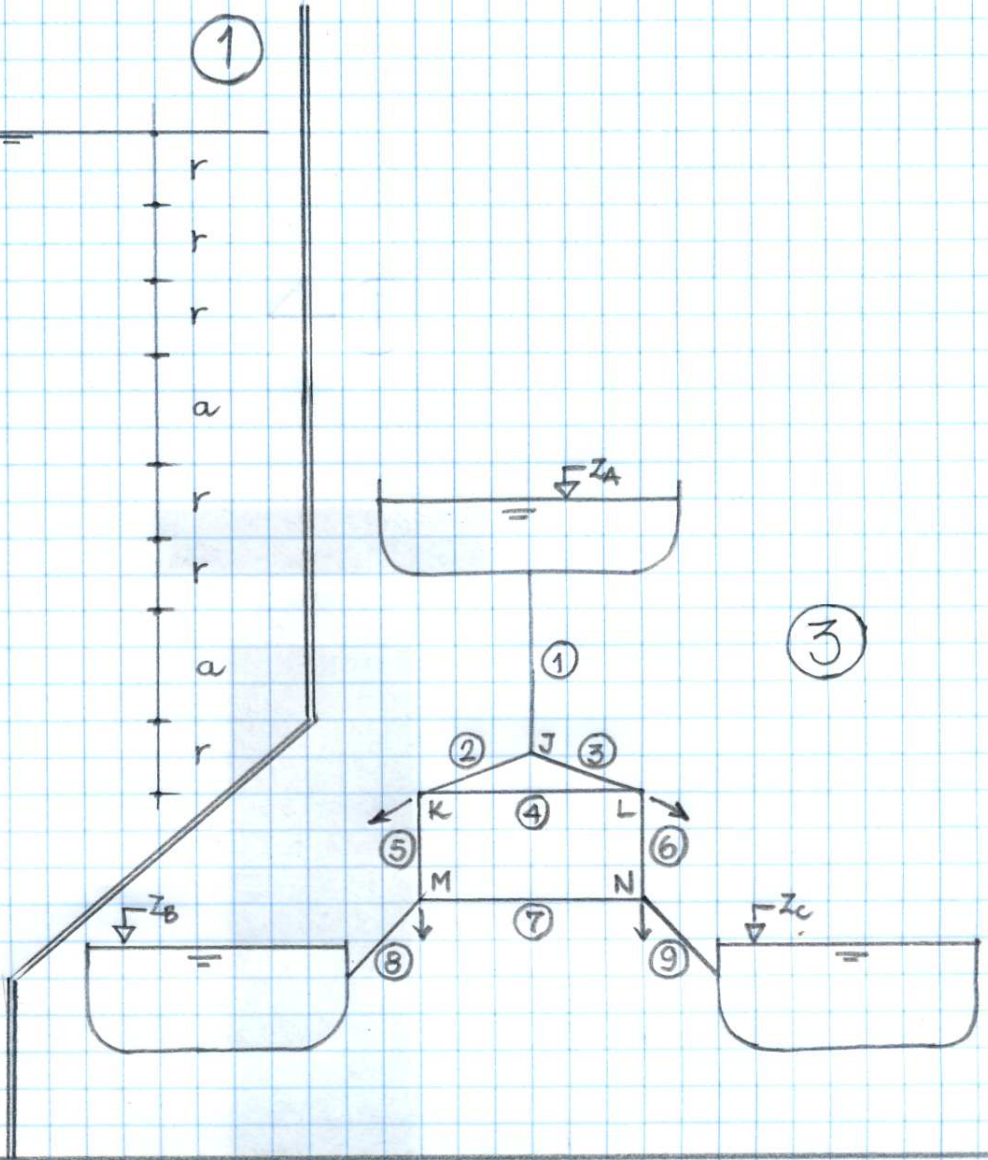
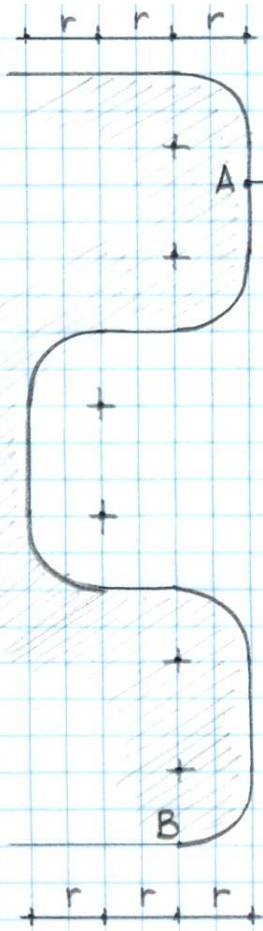
### Es. 3

Nella rete in figura sono note le caratteristiche di tutte le condotte  $[L_k, D_k, \varepsilon_k]$  ( $k = 1, 2, \dots, 9$ ), e le portate erogate dai nodi (**K**, **L**, **M**, **N**), rispettivamente  $Q_L = Q_K$  e  $Q_N = Q_M$ . Nelle ipotesi semplificative tipiche delle reti di lunghe condotte e di moto assolutamente turbolento di parete scabra, calcolare le portate nei rami.

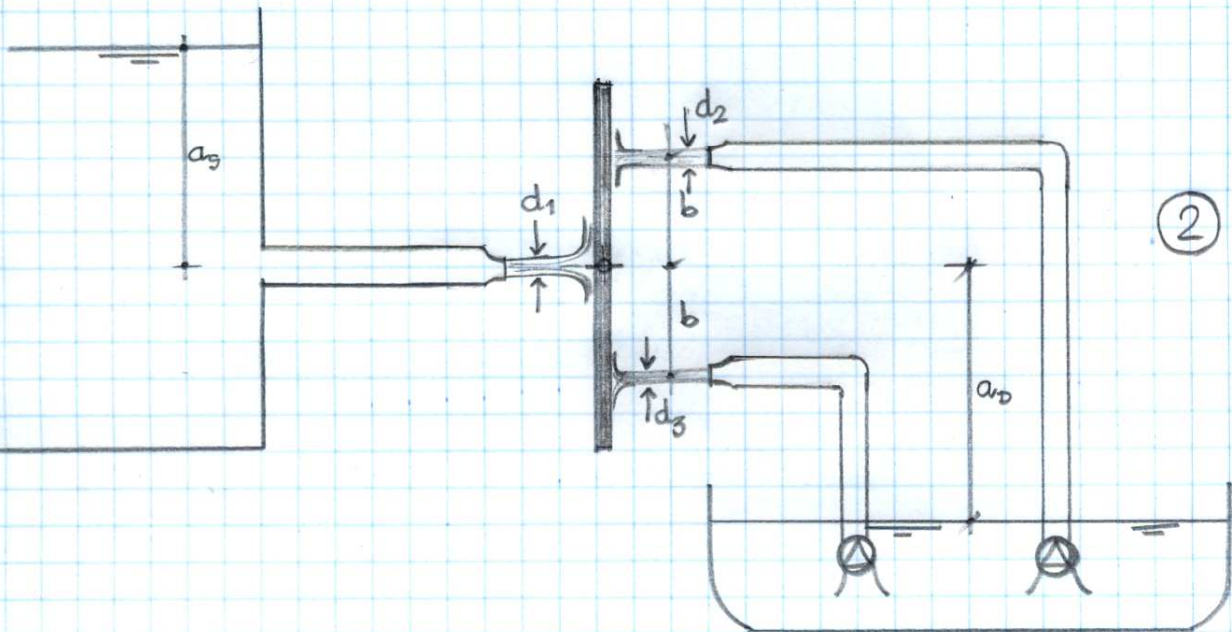
Disegnare altresì le linee dei carichi.

Dati numerici:

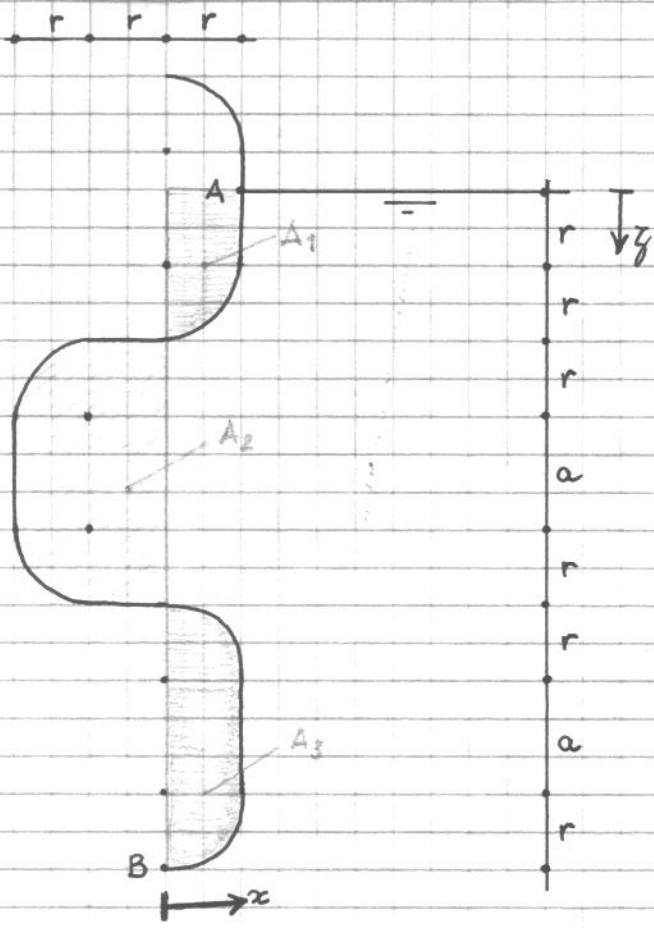
$$\begin{aligned} L_{1,2,\dots,9} &= [5 \quad 3.5 \quad 3.5 \quad 7 \quad 3 \quad 3 \quad 7 \quad 3 \quad 3] \text{ km}; \\ D_{1,2,\dots,9} &= [200 \quad 150 \quad 150 \quad 80 \quad 125 \quad 125 \quad 80 \quad 80 \quad 80] \text{ mm}; & \varepsilon &= 0.40 \text{ mm}, \forall k = 1, 2, \dots, 9; \\ Q_L = Q_K &= 9 \text{ l/s}; & Q_N = Q_M &= 6 \text{ l/s}; & z_A &= 220 \text{ m}; & z_B = z_C &= 10 \text{ m} \end{aligned}$$



3



2



$$(\leftarrow) F_x = \gamma \bar{y}_{Gox} \Omega_{ox}$$

$$\Omega_{ox} = (6r + 2a) L$$

$$\bar{y}_{Gox} = 3r + a = 0.85 \text{ m}$$

$$F_x = 2\gamma (3r + a)^2 L \approx 85.0 \text{ kN}$$

$$\bar{y}_{cox} = \frac{2}{3} (6r + 2a) = 1.13 \text{ m}$$

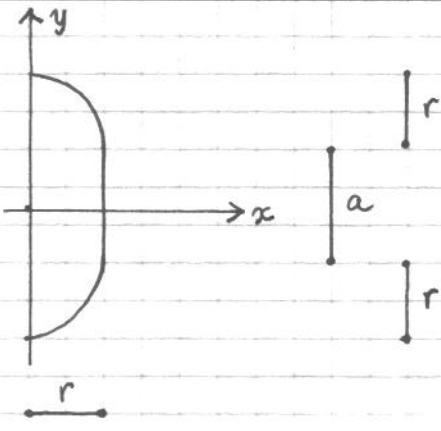
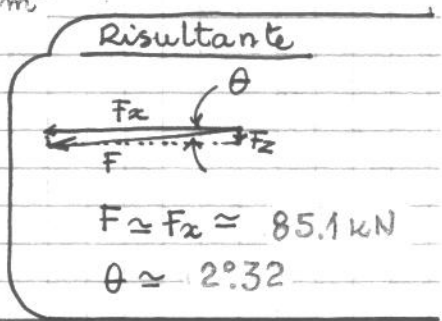
$$(\downarrow) F_z = \gamma L (A_2 - A_3 - A_1) \approx 3.45 \text{ kN}$$

con:  $A_2 = 2r^2 + 2ar + \frac{2\pi r^2}{4} = 0.243 \text{ m}^2$

$$A_3 = ar + \frac{2\pi r^2}{4} = 0.113 \text{ m}^2$$

$$A_1 = r^2 + \frac{\pi r^2}{4} = 0.0714 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow F_z = \gamma (r^2 + ar - \pi r^2/4) L = 3.45 \text{ kN}$$



In questo sistema di riferimento,  
 $y_G = 0$  e  $x_{G3}$  da:

$$x_{G3} = \frac{\frac{r}{2} (ar) + \left(\frac{4}{3\pi} r\right) \left(\frac{\pi r^2}{4}\right) \cdot 2}{ar + \frac{\pi r^2}{2}}$$

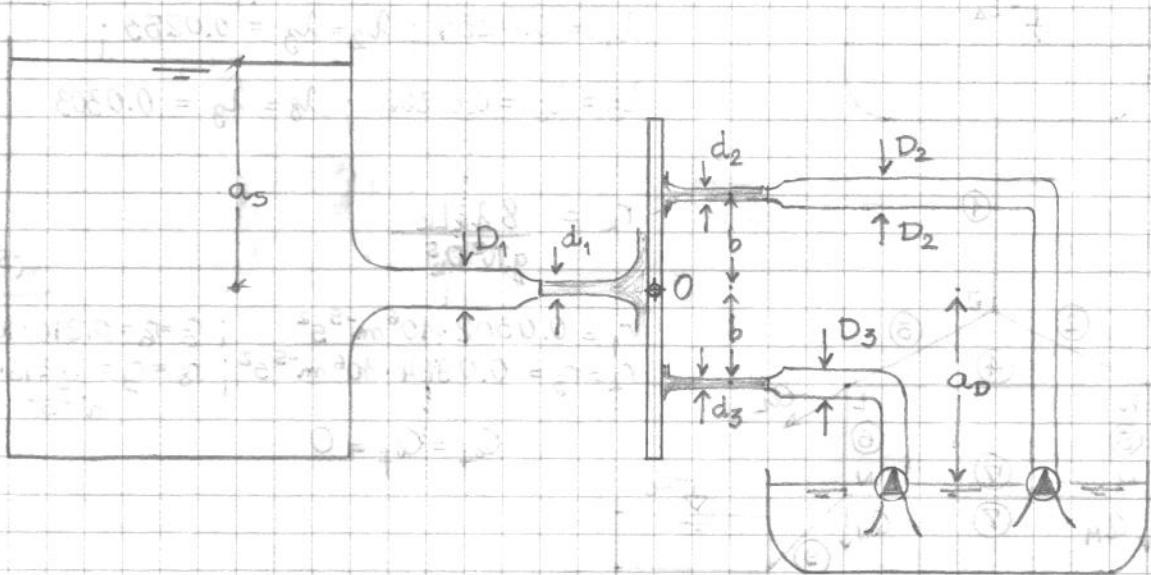
$$x_{G3} = \left(\frac{a}{2} + \frac{2r}{3}\right) / \left(\frac{a}{r} + \frac{\pi}{2}\right) = 9.16 \text{ cm}$$

$$x_{G2} = \frac{(-r - x_{G3}) A_3 - (r/2) [r \cdot (a + 2r)]}{A_2} = -18.90 \text{ cm}$$

$$x_{G1} = \frac{+r/2 (r^2) + (4/3\pi) r (\pi r^2/4)}{A_1} = 9.33 \text{ cm}$$

$$x_G = \frac{\sum x_{Gk} A_k}{\sum A_k}$$

$$x_G = -6.77 \text{ cm}$$



$$U_1 = \sqrt{2ga_s} \quad ; \quad Q_1 = \omega_1 U_1 \approx 23.4 \text{ l/s}$$

$$F_1 = \rho Q_1 U_1 = \rho \frac{Q_1^2}{\omega_1} \approx 194 \text{ N}$$

$$F_2 = F_3 = \rho \frac{Q_2^2}{\omega_2} = \rho \frac{Q_3^2}{\omega_3} \Rightarrow Q_2 = \sqrt{\frac{\omega_2 F_2}{\rho}} = 11.0 \text{ l/s} ; Q_3 = \sqrt{\frac{\omega_3 F_3}{\rho}} = 8.28 \text{ l/s}$$

$$U_2 = 8.79 \text{ m/s} ; U_3 = 11.72 \text{ m/s}$$

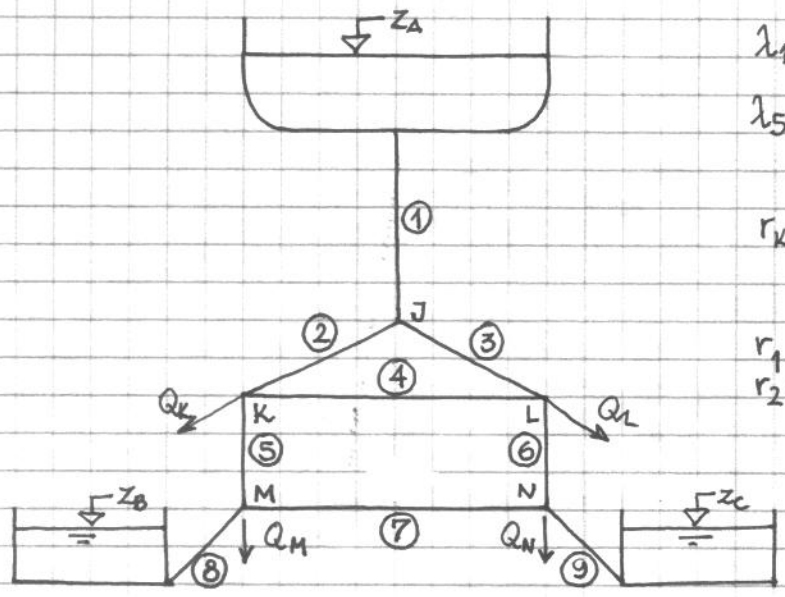
$$H_{2C} - H_{SD} = \Delta H_2 = (a_D + b) + \frac{U_2^2}{2g} = 9.14 \text{ m}$$

$$H_{3C} - H_{SD} = \Delta H_3 = (a_D - b) + \frac{U_3^2}{2g} = 9.80 \text{ m}$$

$$P_2 = \gamma Q_2 \Delta H_2 = 989 \text{ W}$$

$$P_3 = \gamma Q_3 \Delta H_3 = 796 \text{ W}$$

3



$$\lambda_1 = 0.0234 ; \lambda_2 = \lambda_3 = 0.0253 ;$$

$$\lambda_5 = \lambda_6 = 0.0266 ; \lambda_8 = \lambda_9 = 0.0303$$

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

$$r_1 = 0.0302 \cdot 10^6 \text{ m}^{-5} \text{ s}^2 ; r_5 = r_6 = 0.216 \cdot 10^6 \text{ m}^{-5} \text{ s}^2$$

$$r_2 = r_3 = 0.0964 \cdot 10^6 \text{ m}^{-5} \text{ s}^2 ; r_8 = r_9 = 2.296 \cdot 10^6 \text{ m}^{-5} \text{ s}^2$$

$$Q_4 = Q_7 = 0$$

$$\begin{cases} Q_1 = 2Q_2 \\ Q_2 = Q_k + Q_5 \\ Q_5 = Q_M + Q_8 \\ z_A - z_B = r_1 Q_1^2 + r_2 Q_2^2 + r_5 Q_5^2 + r_8 Q_8^2 \end{cases}$$

$Q_1 = 2Q_k + 2Q_M + 2Q_8 (*)$   
 $Q_2 = Q_k + Q_M + Q_8 (+)$   
 $Q_5 = Q_M + Q_8 (\#)$



$$A Q_8^2 + B Q_8 + C = 0 \quad \{\square\}$$

con:  $A = (H r_1 + r_2 + r_5 + r_8)$

$$B = 2 [(H r_1 + r_2) (Q_k + Q_M) + r_5 Q_M]$$

$$C = (H r_1 + r_2) (Q_k + Q_M)^2 + r_5 Q_M^2 - (z_A - z_B)$$

$$Q_8 = 6.01 \text{ l/s} \quad (\text{soluzione positiva di } \{\square\}) ; Q_9 = Q_8$$

$$Q_5 = 12.01 \text{ l/s} = Q_6$$

$$Q_2 = 21.01 \text{ l/s} = Q_3$$

$$Q_1 = 42.02 \text{ l/s}$$

Carichi (non richiesti)

$$h_J = 166.64 \text{ m}$$

$$h_K = 124.09 \text{ m} = h_L$$

$$h_M = 92.89 \text{ m} = h_N$$