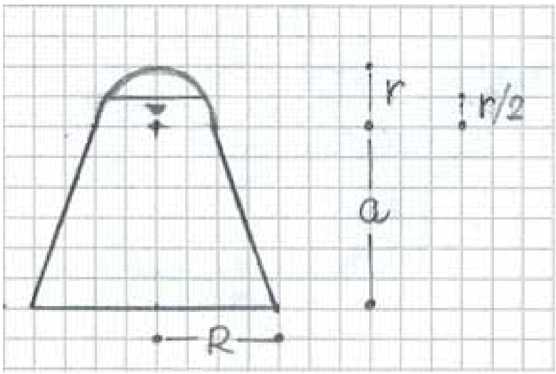
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
CdL in ING. CIVILE; CdL ING. CIVILE–AMBIENTALE
CdL in INGEGNERIA MECCANICA

Prova scritta
di Idraulica, Idraulica I
e Meccanica dei Fluidi
del 12/7/2006

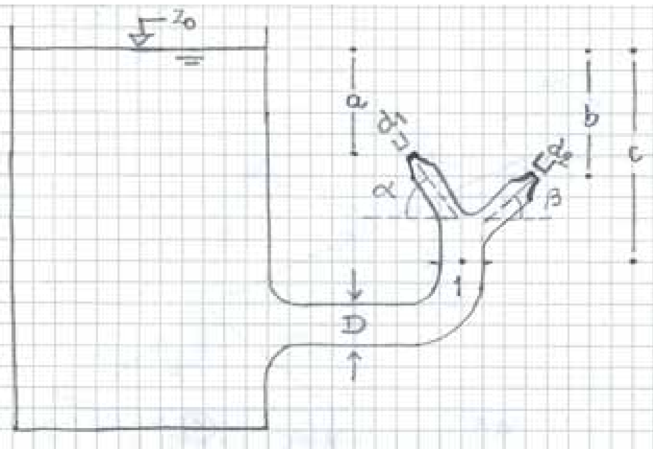
Nome			***barrare la voce che interessa X***	
Cognome				
Matricola				
Corso di Laurea	□ N.O. Civile	□ N.O. Civ.-Amb.	□ V.O. Ing. Civ.	□ N.O. Ing. Mecc.
Data prova orale	***E' necessario iscriversi in rete***			



Es. 1

Un silo contenente acqua ha il fondo piano di forma circolare, e risulta dall'assemblaggio di un tronco di cono, avente le due basi circolari di raggio R ed r e l'altezza pari ad a, e di una semisfera di raggio r. Il livello dell'acqua riempie a metà altezza la semisfera. La pressione dell'aria sulla superficie dell'acqua è pari a quella atmosferica. Si richiede di trovare modulo, direzione, verso e retta d'applicazione della spinta idrostatica sulla superficie laterale (= superficie totale bagnata ad esclusione della base) del silo.

<u>Dati numerici</u>: $R = 2.5\ m;\quad r = 1.0\ m;\quad a = 3.0\ m$

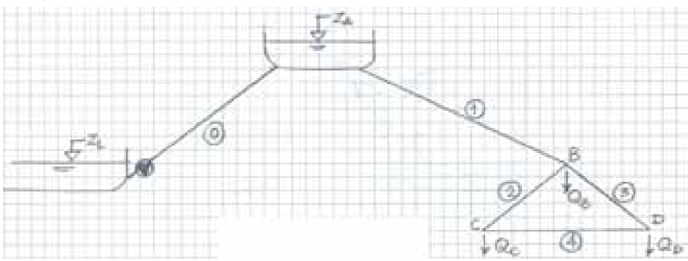


Es. 2

Un serbatoio alimenta, per mezzo di un breve tratto di condotta di diametro D, un pezzo speciale flangiato (di volume V_Y) che termina con due ugelli ben sagomati, di diametro d_1 e d_2, aventi baricentri posizionati a quote note rispetto a quella della superficie libera del serbatoio. Si richiede di determinare, nell'ipotesi di comportamento ideale del fluido: ***(a)*** la portata totale uscente dagli ugelli; ***(b)*** la spinta sul pezzo speciale flangiato; ***(c)*** la potenza che dovrebbe avere una pompa, da innestare sulla condotta di diametro D, per far uscire dal serbatoio una portata totale doppia di quella ottenuta in assenza di pompa. Il punto ***(c)*** è opzionale; si richiede solo la corretta impostazione del problema (+ *40%*). <u>*Dati numerici*</u>:

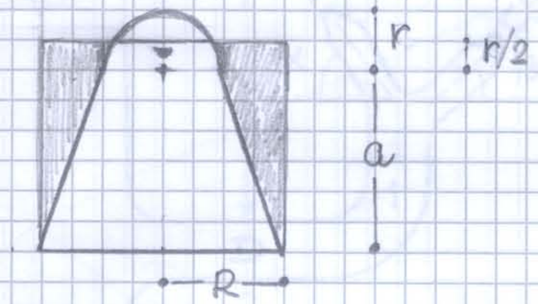
$a = 3\ m;\ b = 3.2\ m;\ c = 4\ m;\ V_Y = 20\ l;\ D = 150\ mm;\ d_1 = 40\ mm;\ d_2 = 60\ mm;\ \alpha = 60^\circ;\ \beta = 45^\circ$

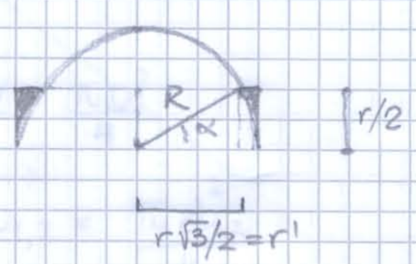
Es. 3



Nella rete in figura sono note le caratteristiche delle condotte (D_k, L_k, ε_k) e le portate emunte ai nodi Q_B, $Q_C = Q_D$ .Il serbatoio L, di capacità infinita, alimenta il serbatoio A, di capacità limitata. Si richiede il calcolo della portata in tutti i lati e dei carichi in tutti i nodi, nonché il disegno delle linee dei carichi, nelle ipotesi semplificate tipiche delle reti di lunghe condotte. Si richiede altresì il calcolo della potenza della pompa (supposta di rendimento η) da inserire nel lato 0 affinché il sistema permanga in moto permanente.

<u>*Dati numerici:*</u>
$$L_{0,1,2,3,4} = \begin{bmatrix} 3 & 5 & 1.5 & 1.5 & 2 \end{bmatrix} km;\quad D_{0,1,2,3,4} = \begin{bmatrix} 150 & 150 & 100 & 100 & 80 \end{bmatrix} mm;$$
$$\varepsilon_k = 0.4\ mm\ \forall k;\quad z_L = 550\ m;\ z_A = 670\ m;\quad Q_B = 8\ l/s;\ Q_C = Q_D = 4\ l/s;\quad \eta = 0.8$$





La spinta idrostatica è verticale, applicata sull'asse del silo, diretta verso l'alto.

Il volume tratteggiato è pari a:

$V = V_{cil} - V_{tc} - V_{cs}$

dove:

V_{cil} = volume di un cilindro di base R ed altezza $a + r/2$

$V_{cil} = \pi R^2 (a + r/2)$

V_{tc} = volume di un tronco di cono di basi aventi raggio R ed r ed altezza a

$V_{tc} = \frac{\pi a}{3} (R^2 + Rr + r^2)$

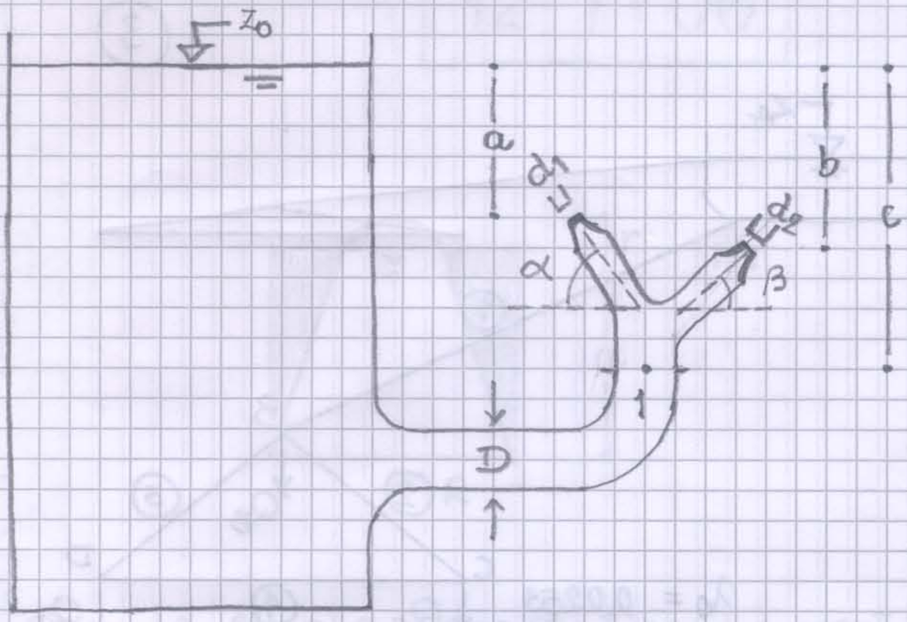
V_{cs} = volume di una calotta sferica a due basi di altezza r/2 e basi circolari di raggio r ed r' $\left(r' = r\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

$V_{cs} = \frac{\pi}{6} \left(\frac{r}{2}\right) \left(\frac{r^2}{4} + 3r^2 + 3r'^2\right)$

La spinta idrostatica cercata è:

$(\uparrow) \quad F_z = \gamma \left[V_{cil} - V_{tc} - V_{cs} \right] = 359.4 \text{ kN}$

2



$$\Omega = \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\omega_{1,2} = \frac{\pi d_{1,2}^2}{4}$$

TdB 0-1

$$Q_1 = \omega_1 \sqrt{2ga} = 9.64\ l/s$$

TdB 0-2

$$Q_2 = \omega_2 \sqrt{2gb} = 22.4\ l/s$$

$$Q_{tot} = Q_1 + Q_2 = 32\ l/s$$

Bilancio QdM : $\overline{G} + \overline{\Pi} = \overline{M}_u - \overline{M}_e + \cancel{\overline{I}}$

$\overline{F}_f$ sul fluido
$\overline{F}_Y$ sul pezzo

x) $$F_{fx} = \rho \frac{Q_2^2}{\omega_2} \cos\beta - \rho \frac{Q_1^2}{\omega_1} \cos\alpha$$

$$F_{Yx} = \rho \frac{Q_1^2}{\omega_1} \cos\alpha - \rho \frac{Q_2^2}{\omega_2} \cos\beta$$

$F_{Yx} = -88.5\ N$

(*) da TdB

$$p_1 = \gamma c - \frac{1}{2} \rho \frac{Q_{tot}^2}{\Omega} = 37.6\ kPa$$

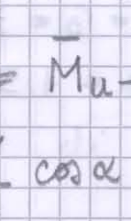
z) $$-\gamma V_Y + p_1 \Omega + F_{fz} = \rho \frac{Q_1^2}{\omega_1} \sin\alpha + \rho \frac{Q_2^2}{\omega_2} \sin\beta - \rho \frac{Q_{tot}^2}{\Omega}$$

(*)

$$F_{Yz} = p_1 \Omega + \rho \frac{Q_{tot}^2}{\Omega} - \gamma V_Y - \rho \frac{Q_1^2}{\omega_1} \sin\alpha - \rho \frac{Q_2^2}{\omega_2} \sin\beta$$

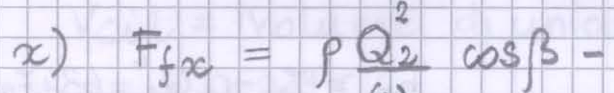
$F_{Yz} = 337\ N$

Risultante :



$$F_Y = \sqrt{F_{Yx}^2 + F_{Yz}^2} = 348\ N$$

$$\theta = \mathrm{arctg} \left| F_{Yz} / F_{Yx} \right| = 75°.3$$

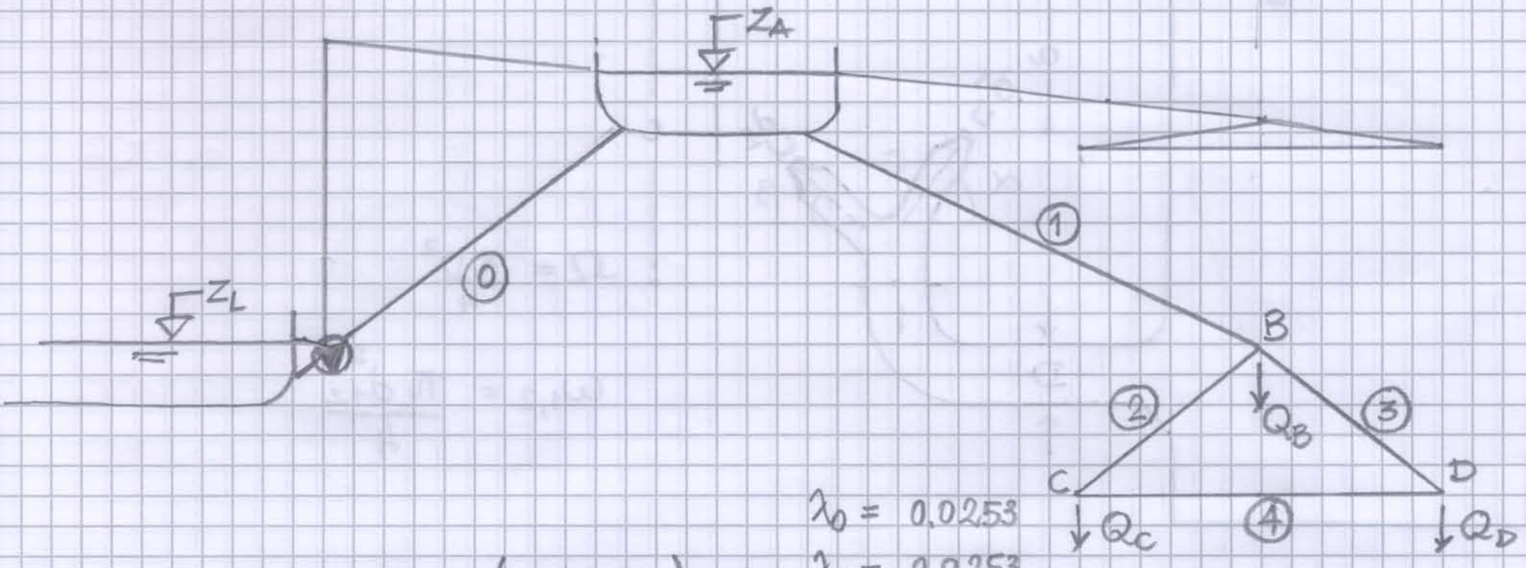


$$Q_N = 2 Q_{tot} = \omega_1 \sqrt{2g(a+\Delta)} + \omega_2 \sqrt{2g(b+\Delta)}$$

aumento di carico

$$Q_N^2 = \omega_1^2 \left[2g(a+\Delta) \right] + \omega^2 \left[2g(b+\Delta) \right] + 2\omega_1\omega_2(2g) \sqrt{(a+\Delta)(b+\Delta)}$$

③



$$\lambda_0 = 0.0253$$
$$\lambda_1 = 0.0253$$
$$\lambda_2 = \lambda_3 = 0.0284$$
$$\lambda_4 = 0.0303$$

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

$$r_k = \frac{8 \lambda_k L_k}{g \pi^2 D_k^5} \Rightarrow \begin{cases} r_0 = 8.26 \cdot 10^4 \ m^{-5} s^2 \\ r_1 = 1.38 \cdot 10^5 \ m^{-5} s^2 \\ r_2 = r_3 = 3.52 \cdot 10^5 \ m^{-5} s^2 \\ r_4 = 1.53 \cdot 10^6 \ m^{-5} s^2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} z_A - h_B = r_1 Q_1^2 \\ h_B - h_C = r_2 Q_2^2 \\ h_B - h_D = r_3 Q_3^2 \\ h_C - h_D = 0 \\ Q_1 = Q_2 + Q_3 + Q_B \\ Q_2 = Q_C \\ Q_3 = Q_D \end{cases}$$

$h_B = z_A - r_1 Q_1^2 = 634.7 \ m$

$h_C = h_D = 629.1 \ m$

$h_C = h_D$

$\Rightarrow \quad Q_2 = Q_3 = 4 \ l/s$

$Q_1 = 16 \ l/s$

Continuità serb. A $\Rightarrow \quad Q_0 = Q_1 = 16 \ l/s$

$$\Delta H_0 = (z_A - z_L) + r_0 Q_0^2 = 141.2 \ m$$

$$P = \frac{\gamma Q_0 \Delta H_0}{\eta} = 27.7 \ kW$$