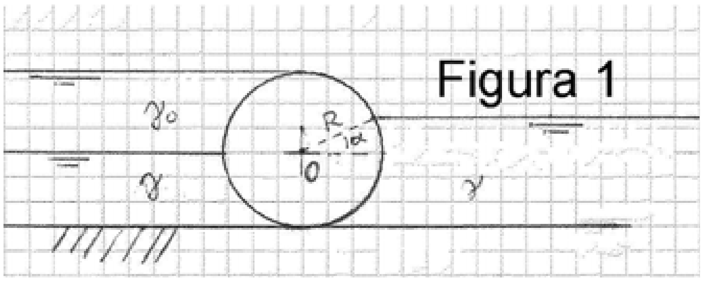
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
CdL in ING. CIVILE; CdL ING. CIVILE–AMBIENTALE
CdL in INGEGNERIA MECCANICA

Prova scritta di Idraulica, Idraulica I e Meccanica dei Fluidi del 14/12/2005

Nome			***barrare la voce che interessa X*** *(solo chi ha valutaz. almeno* ***sufficiente*** *può sostenere l'esame nel 2006)*	
Cognome				
Matricola				
Corso di Laurea	☐ N.O. Civile	☐ N.O. Civ.-Amb.	☐ V.O. Ing. Civ.	☐ N.O. Ing. Mecc.
Data prova orale	☐ 15.12.2005	☐ 20.12.2005	☐ 10.01.2006	☐ genn. 2006

Es. 1

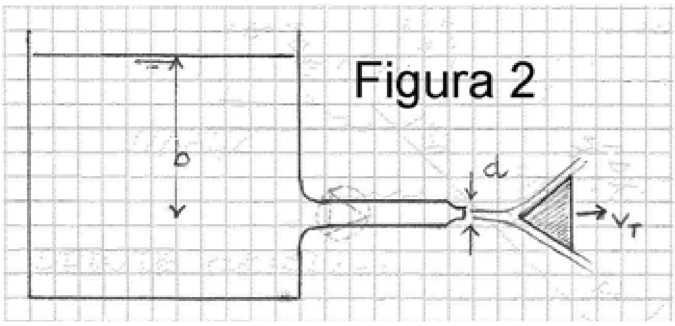


Una paratoia cilindrica ha sezione circolare di raggio R e lunghezza L. E' bagnata da due liquidi (strati di uguale spessore R) a monte (un olio di densità relativa r_0 e acqua) e soltanto da acqua a valle. La geometria del problema è descritta in Fig. 1. L'angolo α individua la superficie libera a valle. Si richiede il calcolo della risultante (modulo, direzione, verso, retta d'azione) delle azioni idrostatiche sulla paratoia.

Dati numerici: $R = 2.3\ m$; $L = 5.0\ m$; $r_0 = \rho_0/\rho = 0.65$; $\alpha = 30°$

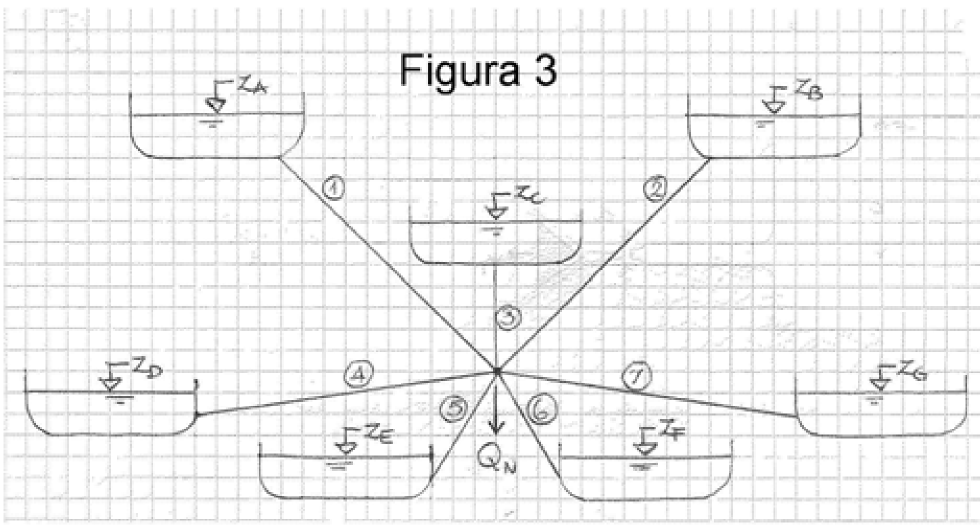
Es. 2

Un serbatoio alimenta, per mezzo di un breve tratto di condotta, un ugello ben sagomato di diametro finale d. Il battente è b. Il getto colpisce un cuneo triangolare equilatero, che lo divide in due getti uguali. Il cuneo si muove di moto traslatorio uniforme con velocità v_T. Si richiede di determinare, nell'ipotesi di comportamento ideale del fluido: (a) qual è la potenza trasmessa dal getto al cuneo; (b) qual è la potenza che dovrebbe avere una pompa, da inserirsi nella condotta, per raddoppiare la potenza che il getto cede al cuneo triangolare, a parità di velocità di traslazione di questo.



Dati numerici: $d = 50\ mm$; $b = 5\ m$; $v_T = 4\ m/s$

Es. 3



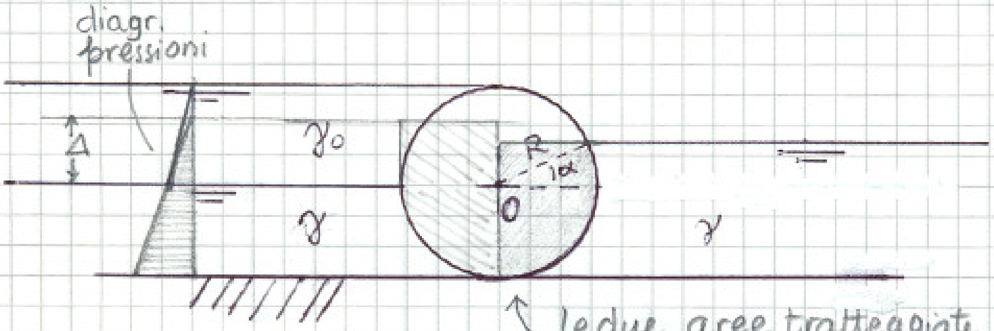
Una rete di lunghe condotte è costituita da 7 rami, 7 nodi serbatoio, 1 ulteriore nodo (N). Le condotte della rete hanno caratteristiche note (L_k, D_k, ε_k) , k=1, 2, …, 7. Le superfici libere dei nodi serbatoio si trovano a quote note. Si richiede di determinare la portata Q_N, da emungere al nodo, affinché sia nulla la portata nel ramo 3. In tali condizioni di funzionamento della rete, si richiede altresì di determinare tutte le portate nei rami e disegnare il diagramma del carico totale.

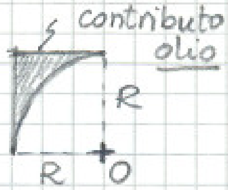
Dati numerici:

$L_{1,2,3,4,5,6,7} = [5\quad 5\quad 3\quad 5\quad 3\quad 3\quad 5]\ km$; $D_{1,2,3,4,5,6,7} = [150\quad 150\quad 100\quad 100\quad 100\quad 100\quad 100]\ mm$;

$\varepsilon_k = 0.40\ mm, \forall k$; $z_{A,B,C,D,E,F,G} = [280\quad 280\quad 250\quad 220\quad 200\quad 200\quad 220]\ m$

①





le due aree tratteggiate si riferiscono alle spinte di monte e valle dell'acqua

$$\boxed{\Delta = \frac{\gamma_o}{\gamma} R = 1.495\,m}$$

SPINTE ORIZZONTALI

MONTE

OLIO : $(\rightarrow)$ $S_{ox} = \frac{1}{2}\gamma_o L R^2 = 84.3\,kN$

ACQUA : $(\rightarrow)$ $S_{Mx} = \gamma\left(\Delta + \frac{R}{2}\right)(RL) = 298.3\,kN$

VALLE

ACQUA : $(\leftarrow)$ $|S_{vx}| = \frac{1}{2}\gamma L\,(R + R\sin\alpha)^2 = 291.8\,kN$

SPINTE VERTICALI

MONTE

OLIO : $(\downarrow)$ $|S_{oz}| = \gamma_o L\left(R^2 - \frac{\pi R^2}{4}\right) = 36.2\,kN$

ACQUA : $(\uparrow)$ $S_{Mz} = \gamma L\left(\Delta R + \frac{\pi R^2}{4}\right) = 372.3\,kN$

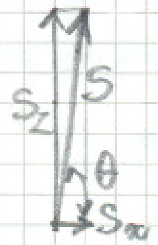
VALLE

ACQUA : $(\uparrow)$ $S_{vz} = \gamma L\left[\left(\frac{\pi}{2} + \alpha\right)\frac{R^2}{2} + \frac{R^2 \sin\alpha\cos\alpha}{2}\right] = 327.8\,kN$

SPINTA ORIZZ : $(\rightarrow)$ $S_x = S_{ox} + S_{Mx} - |S_{vx}| = 90.8\,kN$

SPINTA VERT : $(\uparrow)$ $S_z = S_{Mz} + S_{vz} - |S_{oz}| = 663.9\,kN$

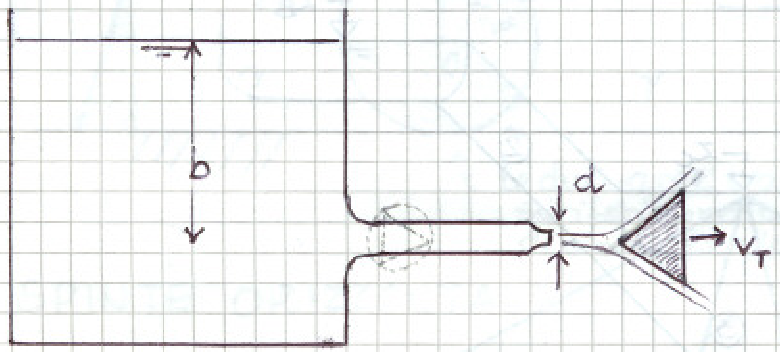
RISULTANTE :



$$S = \sqrt{S_x^2 + S_z^2} = 670.1\,kN$$

$$\theta = \mathrm{artg}\,\frac{S_z}{S_x} = 82°.2$$

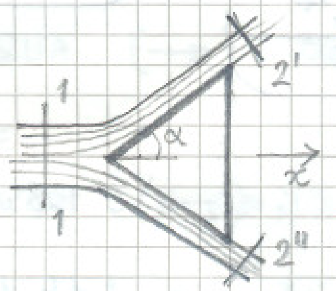
La retta d'azione passa per O ed appartiene al piano medio (L/2 dai bordi)



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

v_C = vel. sez. contratta : $v_C = \sqrt{2gb} = 9.90\ m/s$

$\alpha = \pi/6$



$$\underbrace{G_x}_{=0} + \Pi_x = M_{ux} - M_{ex} + \cancel{I_x}$$

$\Pi_x = - F_{fx}$ ← sul fluido

$$M_{ux} = 2\left[\rho \frac{Q_{rel}}{2} \cdot (v_C - v_T) \cdot \cos\alpha\right] = \rho (v_C - v_T)^2 \omega \cos\alpha$$

$$M_{ex} = \rho Q_{rel} (v_C - v_T) = \rho (v_C - v_T)^2 \omega$$

$$F_{CT} = \rho (v_C - v_T)^2 \omega (1 - \cos\alpha) = 9.16\ N$$

↳ sul cuneo triangolare

$$P_{CT} = \rho (v_C - v_T)^2 v_T \omega (1 - \cos\alpha) = 36.7\ W$$

↳ potenza ceduta

Nuova potenza : $P_{CT}^N = 2 P_{CT} = 73.3\ W$

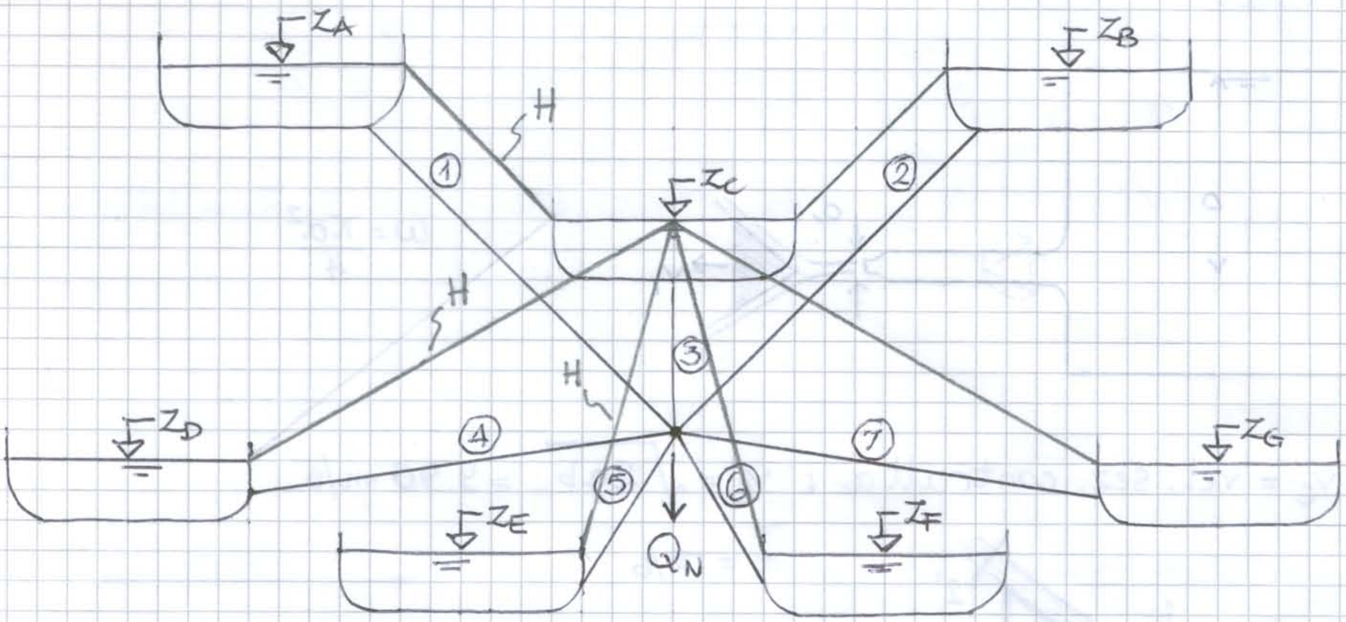
E' necessaria una nuova v_C, v_C^N, tale che

$$P_{CT}^N = \rho (v_C^N - v_T)^2 v_T \omega (1 - \cos\alpha)$$

da cui: $$v_C^N = v_T + \sqrt{\frac{P_{CT}^N}{\rho v_T \omega (1 - \cos\alpha)}} = 12.3\ m/s$$

Per ottenere tale valore alla sez. contratta, la prevalenza della pompa deve essere: $\Delta H = (v_C^N)^2/2g - b = 2.77\ m$

Conseguentemente la potenza : $P_f = \gamma (v_C^N \omega) \Delta H = 659\ W$



$\lambda_1 = \lambda_2 = 0.0253$

$\lambda_4 = \lambda_7 = 0.0284$

$\lambda_5 = \lambda_6 = 0.0284$

$$r_K = \frac{8 \lambda_K L_K}{g \pi^2 D_K^5} \Rightarrow$$

$r_1 = r_2 = 0.138 \cdot 10^6 \ m^{-5} s^2$

$r_4 = r_7 = 1.17 \cdot 10^6 \ m^{-5} s^2$

$r_5 = r_6 = 0.704 \cdot 10^6 \ m^{-5} s^2$

$Q_3 = 0 \Rightarrow h_N = z_C$

$$\begin{cases} z_A - z_C = r_1 Q_1^2 & \Rightarrow Q_1 = \sqrt{\frac{z_A - z_C}{r_1}} = Q_2 = 14.8 \ l/s \\ z_C - z_D = r_4 Q_4^2 & \Rightarrow Q_4 = \sqrt{\frac{z_C - z_D}{r_4}} = Q_7 = 5.1 \ l/s \\ z_C - z_E = r_5 Q_5^2 & \Rightarrow Q_5 = \sqrt{\frac{z_C - z_E}{r_5}} = Q_6 = 8.4 \ l/s \\ 2Q_1 = 2Q_4 + 2Q_5 + Q_N & \Rightarrow Q_N = 2(Q_1 - Q_4 - Q_5) = 2.55 \ l/s \end{cases}$$

$J_1 = J_2 = 6‰$

$J_4 = J_7 = 6‰$

$J_5 = J_6 = 16.7‰$