UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FERRARA
FACOLTÀ DI INGEGNERIA
Corso di Laurea in ING. CIVILE e AMBIENTALE
Corso di Laurea in INGEGNERIA MECCANICA

Prova scritta di Idraulica, Idraulica I e Meccanica dei Fluidi del 5/6/2013

Nome		***Note del candidato***
Cognome		
Matricola		
Prova orale: ***E' necessario iscriversi in rete***		

Es. 1

Una semisfera di raggio R e contro **O** chiude un'apertura semicircolare praticata in un setto verticale e poggia sul fondo di un serbatoio contenente acqua in quiete. La superficie libera si trova ad una distanza verticale a dalla sommità superiore della semisfera. La metà della superficie semisferica non bagnata dall'acqua è immersa in una camera stagna, all'interno della quale si trova un gas a pressione relativa costante, p_0 . Si richiede il calcolo della spinta idrostatica sulla superficie semisferica (modulo, direzione, verso, retta di applicazione).

Dati numerici:

$$R = 0.80\,m; \quad a = 1.60\,m; \quad p_0 = 0.12\,bar$$

Es. 2

Un serbatoio alimenta, mediante una pompa di prevalenza assegnata ΔH , una condotta orizzontale di diametro D che prosegue con due gomiti a 45° (= α) flangiati, **AB** e **BE**, aventi raggio medio di curvatura noto, R , con un ulteriore tratto orizzontale e con un ugello ben sagomato di diametro terminale d . Il getto emesso dall'ugello investe un cuneo triangolare, di angolo al vertice 2β , che si muove di moto traslatorio con velocità v_c parallela alla direzione del getto ma di verso opposto. La distanza verticale dell'asse del getto dalla superficie libera del serbatoio di alimentazione è a . Nell'ipotesi di comportamento ideale del fluido e della pompa, si richiede di determinare:

i) La spinta della corrente sul gomito flangiato **BE**;
ii) La spinta della corrente sul cuneo in movimento.

Dati numerici:

$$\Delta H = 8\,m; \quad D = 100\,mm; \quad d = 40\,mm; \quad R = 300\,mm;$$

$$\alpha = 45^\circ; \quad \beta = 30^\circ; \quad a = 2\,m; \quad v_c = 2.5\,m/s$$

Es. 3

Un serbatoio, la cui superficie libera è mantenuta a quota costante, z_A , alimenta, mediante una pompa centrifuga, una rete di condotte – si veda la figura – di caratteristiche (diametro D , scabrezza ε , lunghezza L) note. I quattro serbatoi alimentati (B, C, D, E) hanno la superficie libera a quote note ed identiche. La portata di alimentazione della rete è nota, pari a Q_1 . Si richiede di determinare la portata in tutti i rami della rete, il carico nei nodi **M** ed **N**, la prevalenza dinamica della pompa innestata sul lato 1.
Ipotizzare moto assolutamente turbolento di parete scabra in tutti i rami.

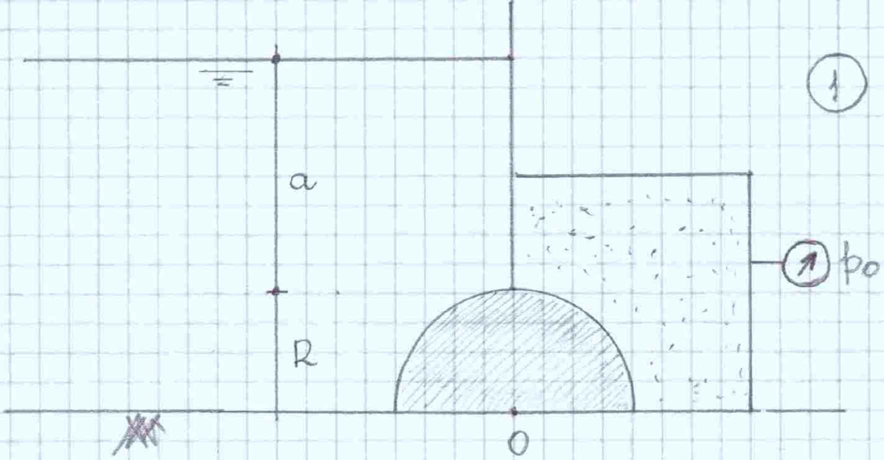
Dati numerici:

$$D_{1,\dots,6} = [150 \quad 80 \quad 80 \quad 100 \quad 80 \quad 80]\,mm; \quad L_{1,\dots,6} = [3 \quad 3 \quad 3 \quad 4.5 \quad 3 \quad 3]\,km;$$

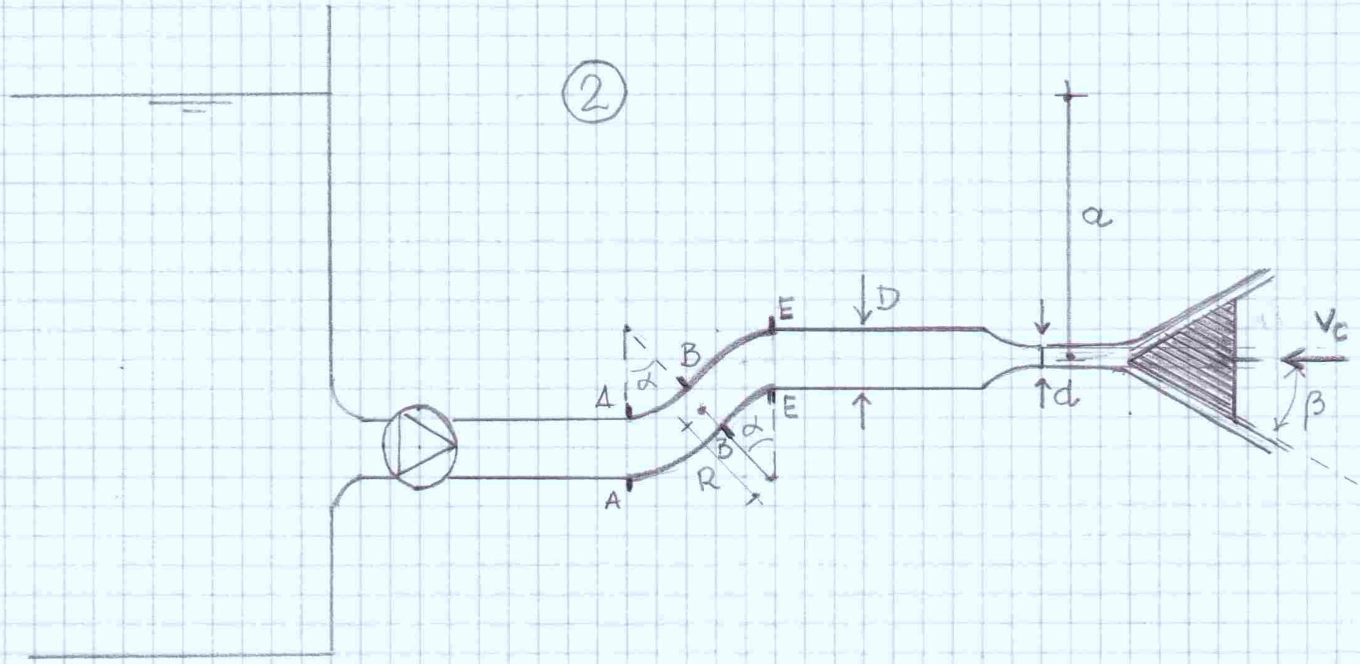
$$\varepsilon_k = 0.32\,mm, \forall k = 1, 2, \dots, 6; \quad z_A = 60\,m; \quad z_{B,C,D,E} = 90\,m; \quad Q_1 = 20\,l/s$$

5·6·2013

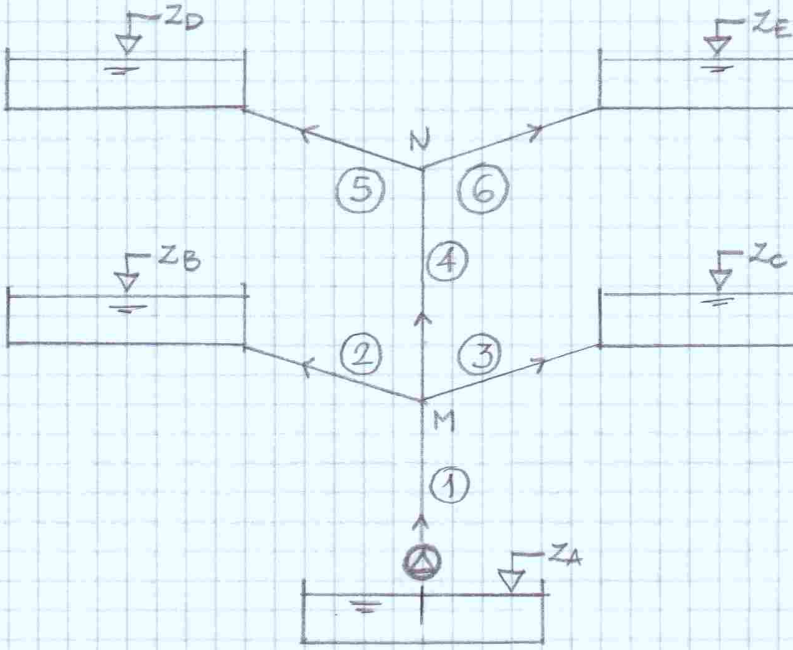
1

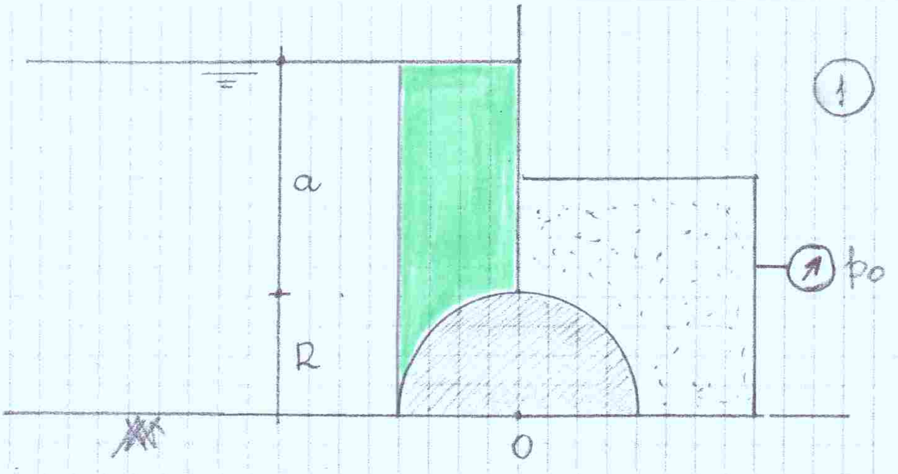


2

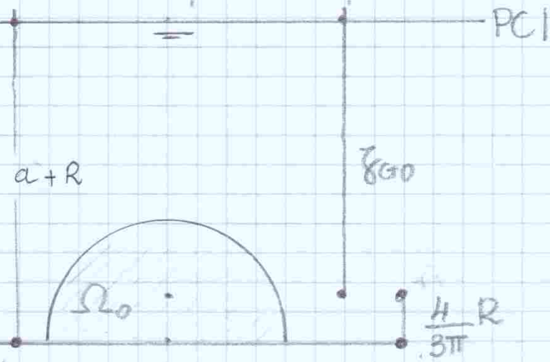


3





La risultante delle azioni idrostatiche passa per O, perchè tutte le rette d'azione elementari passano per O.



Acqua

(→) $F_{ax} = \gamma \underbrace{z_{G0}}_{\left[(a+R) - \frac{4}{3\pi}R\right] = 2.06\,m} \underbrace{\Omega_0}_{\frac{\pi R^2}{2}} = 20.3$ kN

(↓) $F_{az} = \gamma V_{\square} = \gamma \left[\frac{\pi R^2}{2}(a+R) - \frac{\pi R^3}{3} \right] = 18.4$ kN

$V_{\square} = V_{semicilindro} - V_{1/4\,sfera}$

di altezza $(a+R)$ e base $\frac{\pi R^2}{2}$

Gas

(←) $F_{gx} = p_0 \cdot \left(\frac{\pi R^2}{2} \right) = 12.1$ kN

(↓) $F_{gz} = p_0 \left(\frac{\pi R^2}{2} \right) = 12.1$ kN

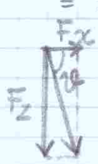
Risultante

(→) $F_x = F_{ax} - F_{gx} = 8.25$ kN

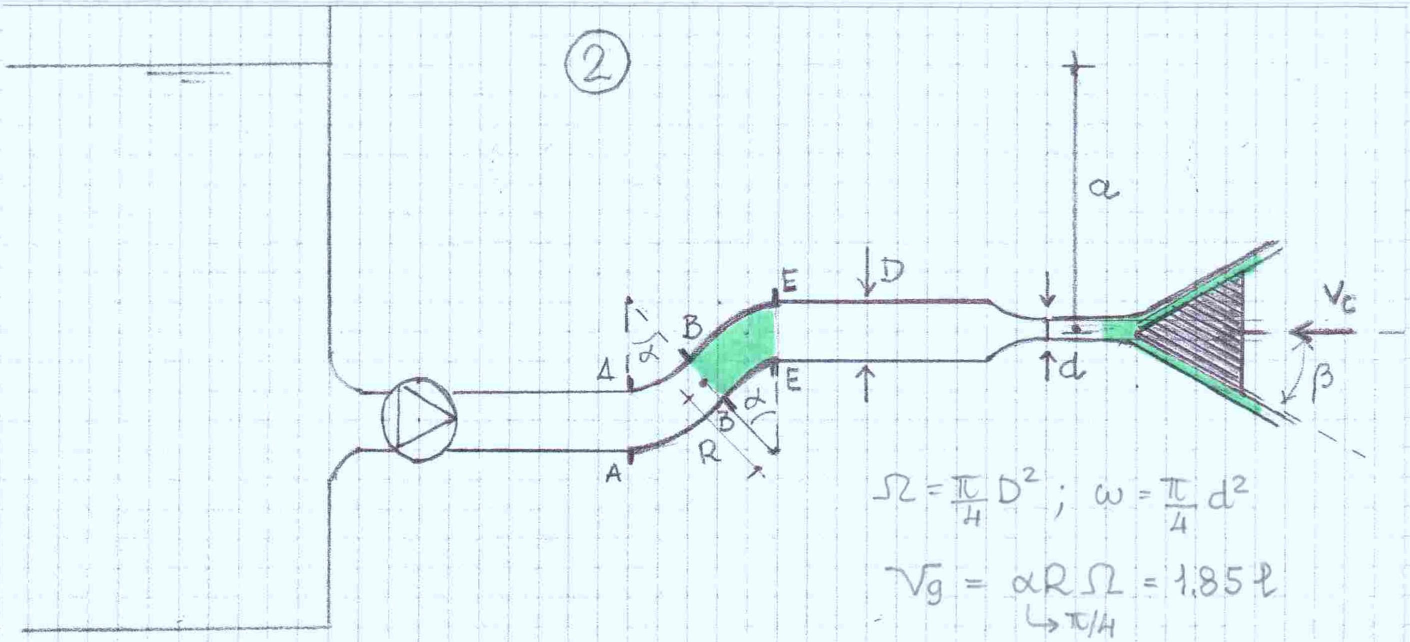
(↓) $F_z = F_{az} + F_{gz} = 30.5$ kN

$F = \sqrt{F_x^2 + F_z^2} = 31.6$ kN

$\vartheta = 74°.9$



②



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

$V_g = \underbrace{\alpha}_{\pi/4} R \Omega = 1.85\ \ell$

Bilancio energ. serbatoio - sez. contratta

$$a + \Delta H = \frac{v_g^2}{2g} \qquad (v_g = v_{getto}) \Rightarrow v_g = \sqrt{2g(a+\Delta H)}$$

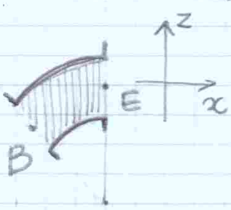
$v_g = 14\ m/s$

$Q = v_g \omega = 17.6\ \ell/s$

TdB E - sez. contr.

$$\frac{p_E}{\gamma} + \frac{Q^2}{2g\Omega^2} = \frac{Q^2}{2g\omega^2} \Rightarrow p_E = \gamma \frac{v_g^2}{2g}\left(1 - \left(\frac{d}{D}\right)^4\right)$$

$p_E = 95.6\ kPa$



TdB B - E

$$p_B = p_E + \gamma (R - R\cos\alpha) = 96.4\ kPa$$

Bilancio QdM ($\overline{F}_f$ sul fluido; $\overline{F}_g$ sulla curva flangiata)

x) $F_{fx} + p_B \Omega \cos\alpha - p_E \Omega = \frac{\rho Q^2}{\Omega} - \frac{\rho Q^2}{\Omega} \cos\alpha$

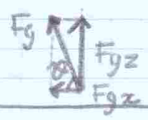
$F_{gx} = -\left(p_E \Omega + \frac{\rho Q^2}{\Omega}\right) + \left(p_B \Omega + \frac{\rho Q^2}{\Omega}\right) \cos\alpha = -227 N$

z) $F_{fz} - \gamma V_g + p_B \Omega \sin\alpha = -\rho \frac{Q^2}{\Omega} \sin\alpha$

$F_{gz} = \left(p_B \Omega + \frac{\rho Q^2}{\Omega}\right) \sin\alpha - \gamma V_g = 545 N$

$F_g = 590 N$

$\vartheta = 67.°4$

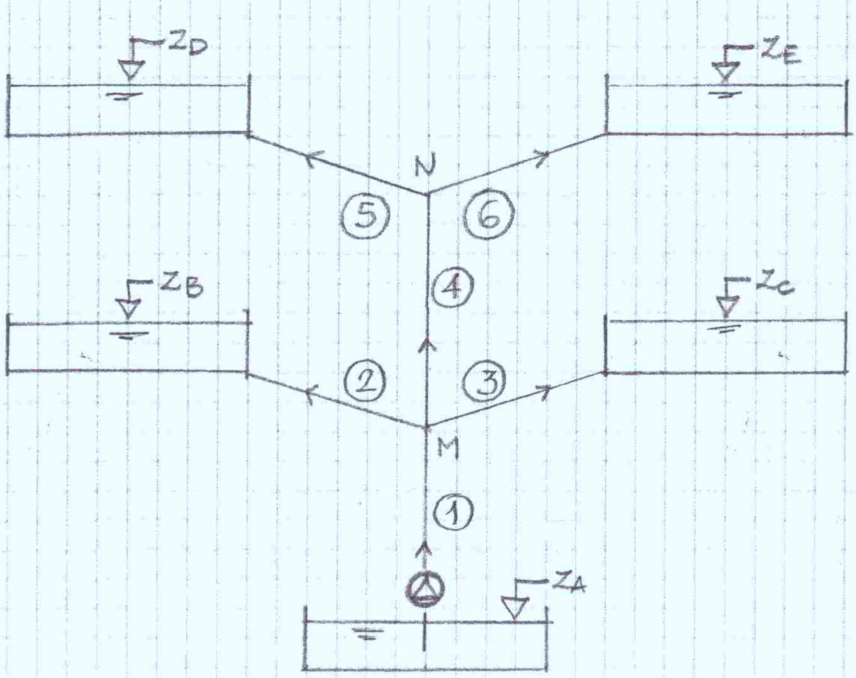


Forza sul cuneo ($= F_c$; F_f sul fluido)

$$F_{fx} = 2 \underbrace{\rho U_r^2}_{\text{velocità relativa}} \underbrace{\omega_u}_{\text{sez. getto in uscita } = \omega/2} \cos\beta - \rho U_r^2 \omega$$

$(\rightarrow)$ $F_{cx} = \rho (v_g + v_c)^2 \omega (1 - \cos\beta) = 45.9\ N$

3



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

SIMM. $\Rightarrow$ $Q_2 = Q_3$
$Q_5 = Q_6$

$$\begin{cases} \lambda_1 = 0.0238 \\ \lambda_2 = \lambda_3 = 0.0284 \\ \lambda_4 = 0.0266 \\ \lambda_5 = \lambda_6 = 0.0284 \end{cases}$$

$$\begin{cases} r_1 = 0.0778 \cdot 10^6 \quad m^{-5}s^2 \\ r_2 = r_3 = 2.15 \cdot 10^6 \quad " \quad " \\ r_4 \quad 0.990 \cdot 10^6 \quad " \quad " \\ r_5 = r_6 = 2.15 \cdot 10^6 \quad " \quad " \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta H_1 = h_M - z_A + r_1 Q_1^2 \\ Q_1 = 2Q_2 + Q_4 \\ Q_4 = 2Q_5 \\ h_M - z_B = r_2 Q_2^2 \\ h_N - z_D = r_5 Q_5^2 \\ h_M - h_N = r_4 Q_4^2 \end{cases}$$

$$Q_2 = \frac{Q_1 - Q_4}{2} = \frac{Q_1}{2} - Q_5$$

$$h_M - h_N = (z_B - z_D) + r_2 Q_2^2 - r_5 Q_5^2$$

$$\underbrace{r_4 Q_4^2}_{r_4 \cdot 4 Q_5^2} = \underbrace{(z_B - z_D)}_{0} + \underbrace{r_2 Q_2^2}_{r_2 \left(\frac{Q_1^2}{4} - Q_1 Q_5 + Q_5^2\right)} - r_5 Q_5^2$$

$$(r_2 - r_5 - 4r_4) Q_5^2 - r_2 Q_1 Q_5 + r_2 \frac{Q_1^2}{4} = 0$$

$$Q_5 = \frac{r_2 Q_1 \pm \sqrt{r_2^2 Q_1^2 - r_2 Q_1^2 (r_2 - r_5 - 4r_4)}}{2(r_2 - r_5 - 4r_4)} = \begin{cases} \cancel{-14.6\ l/s} \\ 3.72\ l/s = Q_6 \end{cases}$$

$Q_4 = 7.45\ l/s$

$Q_2 = 6.28\ l/s = Q_3$

$h_M = z_B + r_2 Q_2^2 = 174.7\ m$; $h_N = z_D + r_5 Q_5^2 = 119.8\ m$; $\Delta H_1 = 146\ m$