

TAREA #2 19 de Noviembre de 2002

1. Turbulencia en un canal de laboratorio

Se han realizado mediciones de velocidad en un canal de laboratorio que conduce agua, utilizando un sensor de velocidades basado en un principio acústico, denominado ADV (Acoustic Doppler Velocimeter). Este aparato permite medir las tres componentes de la velocidad del flujo con una frecuencia de muestreo de 25 Hz, es decir registra 25 datos por segundo. Se cuenta con un conjunto de mediciones realizada a lo largo de un perfil vertical en el eje del canal. Se ubicó el sensor en 12 puntos a lo largo de esta vertical. En cada punto se registraron datos de las tres componentes de la velocidad por aproximadamente 170 s. Los datos de este conjunto de mediciones está disponible como un archivo Excel en la página web del curso: <http://cipres.cec.uchile.cl/~ci31a>. En el archivo se ha utilizado la siguiente nomenclatura: x , y , z , denotan las coordenadas longitudinal, transversal y normal al fondo, respectivamente, donde z es medida desde el fondo del canal hacia arriba; u , v , w , denotan las componentes de la velocidad instantánea del flujo según las direcciones x , y , z , respectivamente. Utilizando esos datos se pide:

- Grafique una serie de tiempo para cada componente de velocidad: $u(t)$, $v(t)$, $w(t)$ para una posición cualquiera del sensor.
- Determinar las componentes según x y z de las velocidades promediadas sobre la turbulencia $\langle u \rangle$, $\langle w \rangle$, en cada punto de medición. Grafique los perfiles verticales resultantes (velocidad media vs. z). A partir de estos resultados, ¿cree Ud. que este flujo cumple con la condición de no resbalamiento? ¿Son los valores de $\langle w \rangle$ suficientemente cercanos a cero, como es esperable para este flujo?
- Considere el perfil vertical de velocidad promediada sobre la turbulencia. De acuerdo a la teoría vista en clase, éste debiera aproximarse al perfil logarítmico:

$$\frac{\langle u \rangle}{u_*} = \frac{1}{k} \ln\left(\frac{z u_*}{n}\right) + 5.5$$

donde $k = 0.4$ es la constante de von Karman y u_* es la velocidad de corte del flujo. Utilizando los datos disponibles estime el valor de u_* del flujo en estudio. ¿Cuál es el espesor de la subcapa viscosa correspondiente?

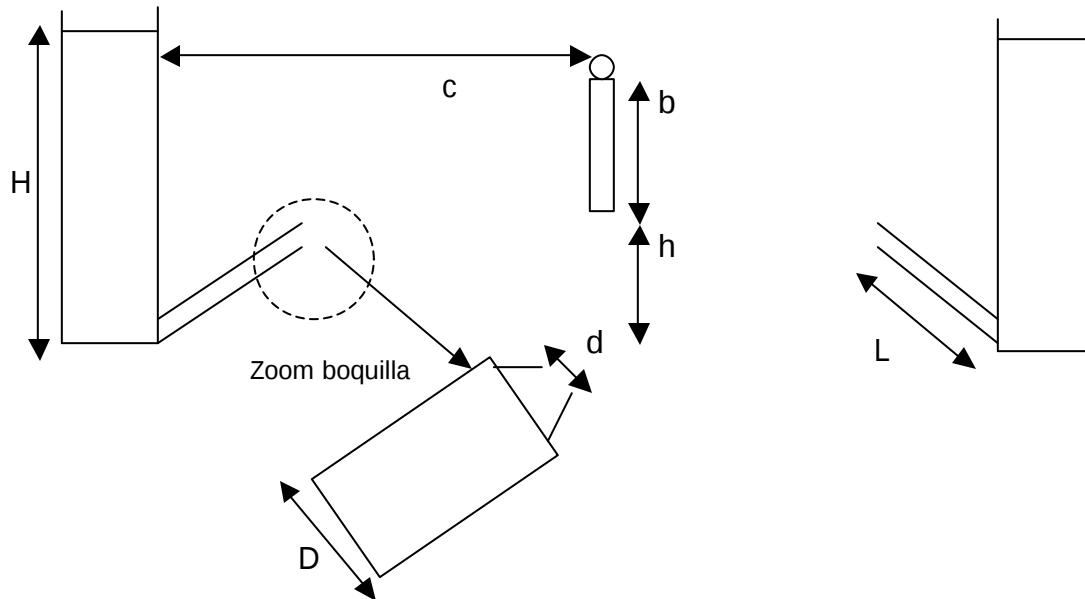
- A partir de los cálculos de las velocidades medias determine las fluctuaciones y calcule los valores de la desviación estándar respectivos, también conocidos como los valores RMS (Root Mean Square): $(\langle u'^2 \rangle)^{1/2}$, $(\langle v'^2 \rangle)^{1/2}$, $(\langle w'^2 \rangle)^{1/2}$. Grafique los perfiles verticales de estas variables. Compare y discuta sus resultados. ¿Qué componente presenta mayor turbulencia? Es este resultado consecuente con su apreciación visual de los resultados graficados en a)?

2. En el marco de las olimpiadas bomberiles de la ciudad de Ovalle se está disputando la final de la prueba más emblemática: “La Placa Rotulada”, entre la Compañía Navier y la Compañía Bernoulli. La competencia consiste en que un bombero de cada bando debe hacer incidir un chorro de agua por cada lado de la placa, de masa M , longitud b , ancho unitario y espesor despreciable cuyo borde inferior está a una altura h sobre el suelo. El ganador será aquel que logre que la placa se incline hacia el lado de su contrincante. Las reglas indican que cada compañía se nutre de un estanque cuya superficie libre está a una altura H con respecto al suelo y del que sale una manguera de diámetro D , largo L y coeficiente de fricción f . La distancia horizontal entre el estanque y la placa debe ser de c . A continuación se muestran las estrategias de cada compañía.

Bomba Navier: “Usaremos una abertura de boquilla de $d/D = 0,8$ para tener una mayor área y con eso un mayor caudal, e impactaremos la placa a $b/2$ de distancia de la rótula, justo en el centro de gravedad”.

Bomba Bernoulli: “Usaremos una abertura de boquilla de $d/D = 0,25$, para tener un chorro más veloz e impactaremos la placa a $3b/4$ de distancia de la rótula, para generar más torque”.

Un estudiante de mecánica de fluidos que se ha hecho célebre al salvar a la ciudad de un rebalse del Embalse Paloma, dice que la competencia no tiene sentido, ya que al conocer las estrategias se sabe de antemano al vencedor. ¿Quién gana?

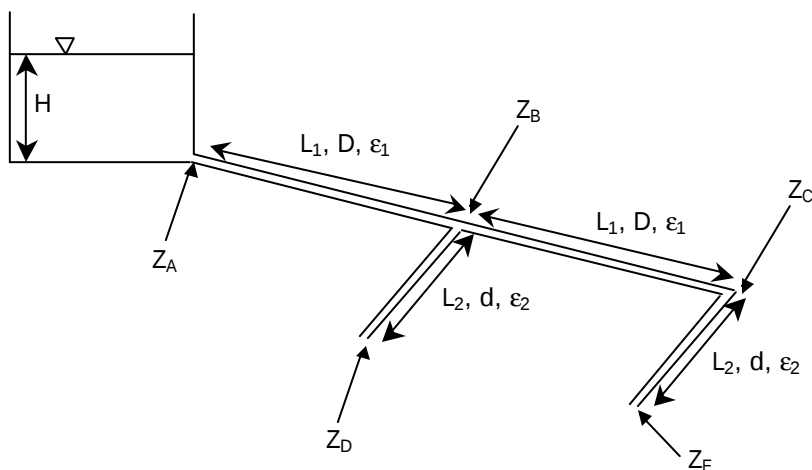


Datos: $H = 3$ [m]; $M = 5$ [Kg]; $b = 50$ [cm]; $D = 10$ [cm]; $L = 2$ [m]; $f = 0,021$; $c = 3$ [m];
 $h = 2$ [m]; $K_s = 0,5$

Indicaciones: Considere pérdida singular K_s sólo a la salida del estanque. Considere que el nivel de los estanques es constante y que la longitud de la boquilla es despreciable.

3. En el sistema de la figura se muestra un estanque que alimenta dos predios agrícolas. Dadas las cotas señaladas y la geometría de la conducción, se pide:

- Determinar la distribución de caudales por el sistema
- Graficar líneas de energía y cotas piezométricas



Datos:

$$H = 5 \text{ [m]}$$

$$Z_A = 50 \text{ [m]}$$

$$Z_B = 30 \text{ [m]}$$

$$Z_C = 10 \text{ [m]}$$

$$Z_D = 20 \text{ [m]}$$

$$Z_E = 5 \text{ [m]}$$

$$L_1 = 100 \text{ [m]}$$

$$L_2 = 50 \text{ [m]}$$

$$D = 300 \text{ [mm]}$$

$$d = 150 \text{ [mm]}$$

$$\epsilon_1 = \epsilon_2 = 0,5 \text{ [mm]}$$

$$\nu = 1 \times 10^{-6} \text{ [m}^2/\text{s]}$$

Despreciar pérdidas singulares en la entrada y en las bifurcaciones (asumir Bernoulli constante en la unión de tuberías).