

CI 61N/CI 71J - TRANSPORTE HIDRÁULICO DE SÓLIDOS

Semestre Primavera 2006

Profs. Yarko Niño y Aldo Tamburrino

TAREA 1

Personal e individual

Fecha de entrega: Viernes 29 de septiembre de 2006

Una planta de tratamiento descarga en un cuerpo de agua una mezcla de agua y partículas sólidas. La disposición de las boquillas de descarga es tal que para efectos del análisis, la descarga puede considerarse como un chorro bidimensional a través de una boquilla de 20 cm de ancho (Fig. 1).

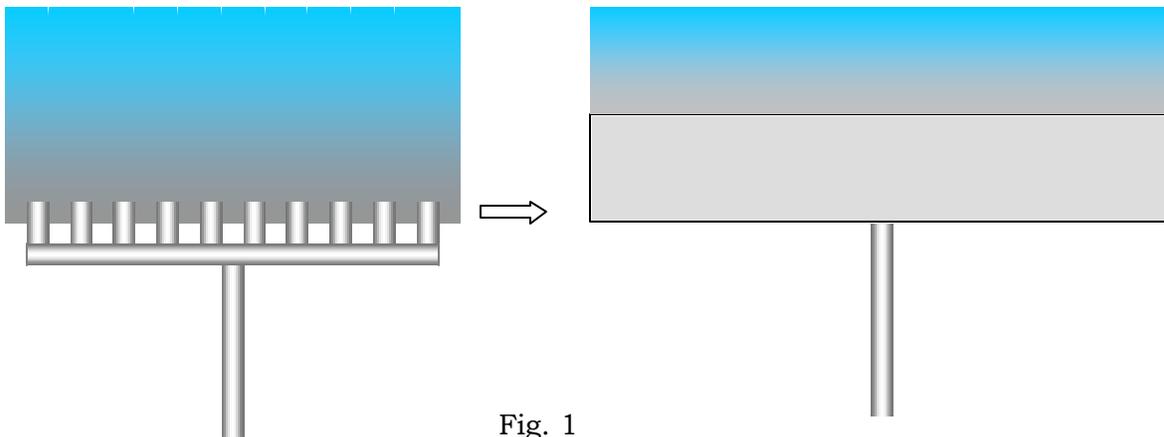


Fig. 1

Considerando un sistema de coordenadas centrado en la boquilla y con el eje x en la dirección del flujo (Fig. 2), una aproximación de la distribución de velocidades es la que resulta de suponer un chorro plano turbulento:

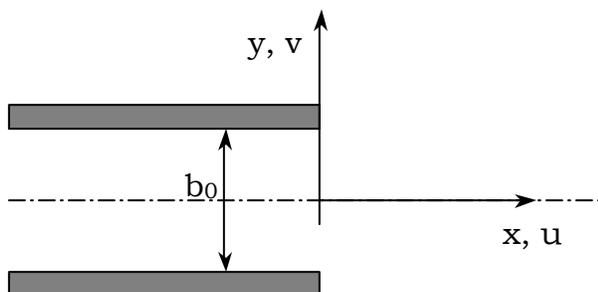


Fig. 2

$$u = \frac{\sqrt{3}}{2} \sqrt{\frac{K\sigma}{x}} (1 - \tanh^2 \eta)$$

$$v = \frac{\sqrt{3}}{4} \sqrt{\frac{K}{x\sigma}} (2\eta(1 - \tanh^2 \eta) - \tanh \eta)$$

donde $\eta = \sigma \frac{y}{x}$, siendo y la distancia

trasversal, medida desde el eje de la boquilla, x la distancia en la dirección del flujo principal, u y v son las velocidades según x e y , respectivamente. σ es una constante empírica que Reichardt determinó igual a 7,67 y K es el momentum cinemático, definido como $K = \int_{-\infty}^{+\infty} u^2 dy$. En chorros, K se mantiene constante a lo largo de x . En particular, al evaluar justo a la salida de la boquilla, $K = b_0 U_0^2$, donde b_0 es el ancho de la boquilla y U_0 es la velocidad media de la mezcla en la boquilla.

La mezcla está constituida por dos tipos de material sólido: Uno, más pesado, con un diámetro de 0,005 cm y densidad de 1,5 gr/cm³ y otro de 0,015 cm de diámetro y densidad 0,75 gr/cm³.

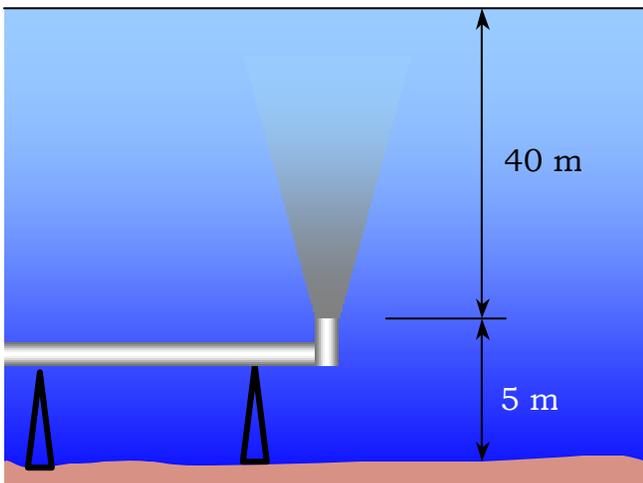


Fig. 3

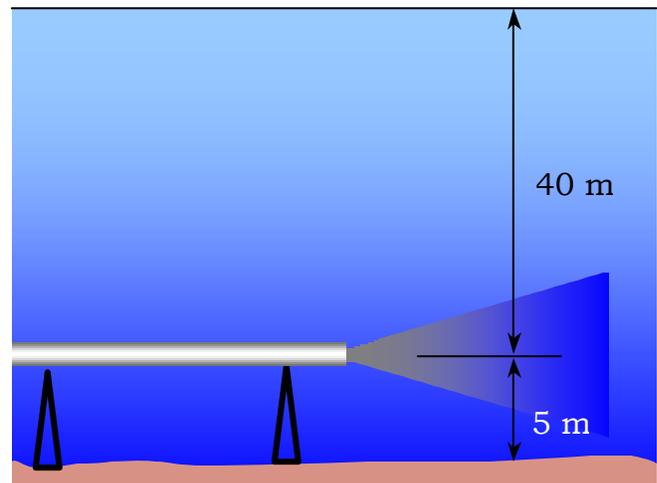


Fig. 4

Los encargados de la planta están interesados en saber dónde se acumulará el material sólido que se descarga frente a dos diseños propuestos. El primero es una descarga vertical (Fig. 3) y el segundo una descarga horizontal (Fig. 4). Un primer análisis simplificado que se le solicita al asesor ambiental de la planta es determinar la trayectoria de las partículas sólidas, cuando ellas salen de las siguientes posiciones transversales de la boquilla:

| POSICIÓN | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----------|----------|----------|---|---------|---------|
| X_0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Y_0 | $-b_0/2$ | $-b_0/4$ | 0 | $b_0/4$ | $b_0/2$ |

El ancho (b_0) de la boquilla es 20 cm y la velocidad U_0 del chorro (núcleo potencial) es 1 m/s.

Notar que el problema es mucho más complejo que como ha sido planteado acá. La presencia de partículas sólidas induce corrientes de densidad, las que no son consideradas en la distribución de velocidades dadas en la primera página, las

que son derivadas para un medio semi-infinito. Sin embargo, el análisis simplificado propuesto puede dar una primera idea de dónde se acumulará el material sólido descargado, como un primer paso a un estudio más detallado que incorpore los efectos de corrientes de densidad y que se le solicite a especialistas que hayan aprobado el curso de Hidrodinámica Ambiental (CI71Q).

En esta tarea se pide a los alumnos hacer los cálculos solicitados al asesor de la planta, a partir de las ecuaciones que rigen la dinámica de una partícula sólida en un medio fluido en movimiento y determinar la zona dónde se acumularán las partículas (en la superficie libre y en el lecho). Los resultados deben presentarse como un informe el que debe incluir, por lo menos, los siguientes puntos:

- Presentación del problema
- Ecuaciones que rigen el problema
- Método de solución (debe incluirse los códigos de cálculo)
- Presentación de resultados en forma gráfica
- Discusión y conclusiones

Debe explicitarse claramente todos los supuestos y simplificaciones que se hagan para resolver la tarea.

NOTA: La distribución de velocidades presenta una singularidad en $x = 0$. Esto se debe a que los supuestos de autosimilaridad con los que se deducen dichas distribuciones son válidos sólo a partir de cierta distancia del origen. Puede considerarse que las ecuaciones para u y v son válidas a partir de $x \sim b_0$.