

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
DEL LITORAL (ESPOL)
FICT – INGENIERÍA CIVIL



IIIra. EVALUACIÓN DE HIDRÁULICA

ESTUDIANTE: _____ Término: 2013-I

MATRÍCULA: _____ PARALELO 1 FECHA: 12/IX/2013

INDICACIONES GENERALES:

- 1) Lea atentamente TODAS las especificaciones de cada problema. Escriba claramente.
- 2) Tomar en cuenta el Art. 21 del Reglamento de Evaluaciones y Calificaciones de Pregrado de la ESPOL (sobre deshonestidades Académicas premeditada y circunstancial), el Artículo 7, literal g del Código de Ética de la ESPOL y la Resolución del Consejo Académico CAc-2013-108, sobre compromiso ético de los estudiantes al momento de realizar un examen escrito. No tome riesgos innecesarios en ese sentido.
- 3) Tiene 2 horas para completar su examen. ¡Éxitos!

Ira. PARTE (10 PUNTOS):

1.- Encierre la respuesta CORRECTA: “Un ejemplo de flujo no permanente uniforme puede ser”: (2 puntos)

- a) Canal uniforme b) Avenida c) Salto Hidráulico d) Marea (e) N.A.

2.- Verdadero o Falso: “La velocidad de la onda, en aguas profundas, depende de la longitud de onda de la misma”: (2 puntos)

(V) F

3.- Nombre los dos casos especiales de flujo en los cuales la distribución de velocidades varía notablemente para un canal abierto. (2 puntos)

Flujo cóncavo Flujo Convexo

4.- Verdadero o Falso, sobre FLUJO CRÍTICO (2 puntos)

- (V) F : Para el tirante crítico, la Energía específica es máxima.
- (V) F : Para el tirante crítico, la fuerza específica es mínima.
- (V) F : En canales rectangulares el caudal unitario es dato suficiente para calcular Y_c .
- (V) F : La Energía específica es la suma de las energías en la ecuación de Bernoulli.

5.- Marque con X lo INCORRECTO: (Puede haber una o más de una respuesta): (2 puntos)

- ☐ En flujo gradualmente variado, un perfil de zona 3 implica $y < y_c$, $y < y_n$.
- ☒ Si se diseña un canal para mínima área entonces se garantiza mínima infiltración.
- ☐ En flujo gradualmente variado, la onda difusa incluye a S_o , S_f , y al término de presiones.
- ☒ La velocidad mínima permisible garantiza mínima erosión.

IIda. PARTE (30 PUNTOS):

Partiendo del Teorema de Transporte de Reynolds (TTR, el cual NO tiene que demostrarse ahora) demuestre la SEGUNDA ecuación general de Saint-Venant en 1D (Principio de Conservación de la Cantidad de Movimiento). Muestre también los casos particulares y simplificaciones de la misma.

$$\sum F = \frac{d}{dt} \int_{VC} V \rho dV + \int_{SC} V \rho V dA \quad \therefore \quad \sum F = \underbrace{F_g}_{\text{grav.}} + \underbrace{F_f}_{\text{fricc.}} + \underbrace{F_e}_{f_{exp}} + \underbrace{F_w}_{f_{viento}} + \underbrace{F_p}_{\text{presiones no balanceadas}}$$

① Gravedad:

$$F_g = W = \rho g A dx \sin \theta$$

$$W = \rho g A dx \sin \theta$$

$$W = \rho g A S_0 dx$$

15/15

② Fricción

$$F_f = -\rho g A S_f dx \quad ; \quad A = P \cdot dx$$

↳ perim mojado

③ Expansión / Contracción

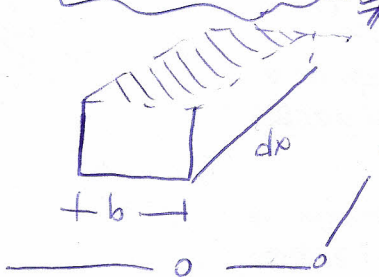
$$F_e = -\rho g A S_e dx$$

⑤ Presiones no balanceadas

$$F_p = -\rho g A \frac{dy}{dx} dx$$

④ Esfuerzo cortante / Viento

$$F_w = -W_f b \rho dx$$



Flujo de cantidad de movimiento (entrada)

$$\rho (Q + q dx) v$$

$$\rho (\beta Q v + q \beta v dx)$$

① a ③ en TTR:

$$\rho g A S_0 dx - \rho g A S_f dx - \rho g A S_e dx - W_f b \rho dx - \rho g A \frac{dy}{dx} dx = \rho \frac{\partial Q}{\partial t} dx + \rho \left(\beta Q v + \frac{\partial \beta Q v}{\partial x} dx \right) - \rho (\beta Q v + q \beta v dx)$$

$$\left\{ \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial (\beta \frac{Q^2}{A})}{\partial x} + g A \left(\frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + S_f + S_e \right) - \beta v q + W_f b \right\} = \phi \quad \text{Ec. General}$$

$$S_e = \phi$$

$$W_f = \phi$$

$$q = \phi$$

$$\beta = 1$$

$$A = \text{constante}$$

$$\Rightarrow \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \left(\frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + S_f \right) = \phi$$

8/8

$$\left\{ \frac{\partial v}{\partial t} + v \frac{\partial v}{\partial x} + g \left(\frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + S_f \right) \right\} = \phi \quad \text{Ec. particular}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = \phi \wedge \frac{\partial v}{\partial x} = \phi \wedge \frac{\partial y}{\partial x} = 0 \Rightarrow S_f = S_0 \Rightarrow \text{onda cinemática (flujo uniforme)}$$

IIIra. PARTE (30 PUNTOS):

Un canal trapezoidal cuyo ancho de solera es de 1.5 m, tiene un talud igual a 0.75 y está trazado con una pendiente de 0.0008. Si el canal estuviese completamente revestido de mampostería, entonces para un canal de 1.5 m³/s el tirante sería de 0.813 m. Si el mismo canal estuviera revestido de concreto se tendría, para un caudal de 1.2 m³/s, un tirante de 0.607 m. Determine la velocidad que se tendría en el canal, cuando se transporta un caudal de 1.3 m³/s, si el fondo es de concreto y las paredes de mampostería. Use la fórmula de Horton para ponderar la rugosidad n:

$$z = 0.75$$

$$n = \left[\frac{\sum_{i=1}^N (P_i n_i^{1.5})}{P} \right]^{2/3} = \frac{(P_1 n_1^{1.5} + P_2 n_2^{1.5} + \dots + P_N n_N^{1.5})^{2/3}}{P^{2/3}}$$

✓ Mampostería: $Q = 1.5 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow y_m = 0.813 \text{ m}$

Manning: $Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} S^{1/2}$; Del nomograma de geometría:

$$R_{h1} = \frac{(b + zy)y}{b + zy\sqrt{1+z^2}} = \frac{[1.5 + 0.75(0.813)]0.813}{1.5 + 2(0.813)\sqrt{1+0.75^2}}$$

$$R_{h1} = 0.4856 \text{ m}$$

8/8

$$n_1 = \frac{1}{Q} A R_h^{2/3} S^{1/2}$$

$$n_1 = \frac{1}{1.5} (1.715) (0.4856)^{2/3} (0.0008)^{1/2} = 0.01998 \text{ Para mampostería}$$

✓✓ Concreto:

$$Q_2 = 1.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$y_2 = 0.607 \text{ m}$$

$$R_{h2} = \frac{[1.5 + 0.75(0.607)]0.607}{1.5 + 2(0.607)\sqrt{1+0.75^2}} = \frac{1.18684}{3.0175} = 0.3933 \text{ m}$$

$$n_2 = \frac{1}{Q} A R_h^{2/3} S^{1/2}$$

8/8

$$n_2 = 0.01502$$

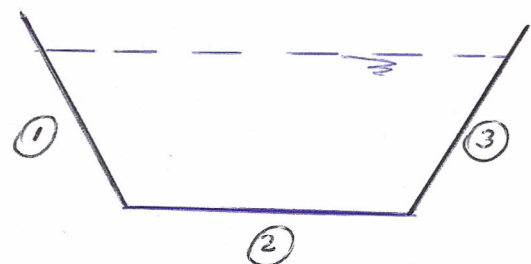
✓✓ Horton:

$$n = \frac{(P_1 n_1^{1.5} + P_2 n_2^{1.5} + P_3 n_3^{1.5})^{2/3}}{P^{2/3}}$$

$$nP^{2/3} = (2P_1 n_1^{1.5} + P_2 n_2^{1.5})^{2/3}$$

$$nP^{2/3} = [2\sqrt{1+0.75^2}y(0.01998)^{1.5} + 1.5(0.01502)^{1.5}]^{2/3}$$

$$\{ nP^{2/3} = [(0.0071)y + 0.0028]^{2/3} \} \quad (1)$$



5/5

$$P_1 = P_3$$

$$n_1 = n_3$$

Sección Compuesta:

per $A = (1.5 + 0.75y)y$, para la sección compuesta (2)

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} S^{1/2}$$

6/6

$$Q = \frac{1}{n} A \left(\frac{A^{2/3}}{P^{2/3}} \right) S^{1/2} \quad \text{Ec (1)}$$

$$1.3 = \frac{[(1.5 + 0.75y)y]^{5/3} (0.0008)^{1/2}}{[(0.0071)y + 0.0023]^{2/3}}$$

y	Q
1	2.37
0.5	0.74
0.7	1.29 $\approx$ 1.30

Entonces: $y = 0.70 \text{ m}$ #

(2): $A = (1.5 + 0.75y)y = 1.42 \text{ m}^2$

$$V = \frac{Q}{A} = 0.91 \text{ m/s} \quad \frac{3}{3}$$

IVta. PARTE (30 PUNTOS):

Encuentre el tirante uniforme de un canal, colocado sobre una pendiente de 1.3 por mil y que transporta un gasto de $11 \text{ m}^3/\text{s}$. El ancho especificado es 5.5 m . El canal va a ser excavado en tierra que contiene gravas gruesas no coloidales y moderadamente redondeadas, 25% de los cuales tiene un diámetro de $1.25''$ o mayor (ángulo de reposo = 34°). El coeficiente de Manning es 0.025 . Tome $z = 2$. Estime el ángulo de reposo del material. Determine los esfuerzos máximos (permisibles) y de trabajo (reales) del fondo y paredes del canal (estos también se los conoce como Fuerzas Tractivas Unitarias) y justifique si hay o no socavación en el fondo y/o taludes. Todos los resultados finales y parciales tienen que estar expresados en el Sistema Internacional de Unidades.

Datos:

$$S_0 = 0.0013$$

$$Q = 11 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$b = 5.5 \text{ m} ; n = 0.025$$

Tierra: gravas gruesas no coloidales, moderadamente redondeadas, 25% $\phi > 1.25'' = 31.75 \text{ mm} \Rightarrow$ Est. tractivos permisible vs ϕ (máx)

$$z = 2 \Rightarrow \phi = 26.565^\circ$$

$$\theta = 34^\circ$$

$$\Omega = \frac{\tau_{\text{Máx taludes}}}{\tau_{\text{Máx fondo}}} = \cos \phi \left(\sqrt{1 - \frac{\tan^2 \phi}{\tan^2 \theta}} \right) = 0.6$$

$$= 0.5 \frac{\text{lb}_f}{\text{ft}^2} \times \frac{9.8 \text{ New}}{2.2 \text{ lb}_f} \times \frac{3.281^2 \text{ ft}^2}{1 \text{ m}^2} =$$

$$= 23.97 \text{ Pa} \checkmark$$

Del nomograma geométrico:
Manning:

$$\frac{Qn}{b^{8/3} S^{1/2}} = \frac{AR_h^{2/3}}{b^{8/3}} = 0.081$$

$$\Rightarrow \frac{y}{b} = 0.22 \Rightarrow y = 1.21 \text{ m} \#$$

Nomograma Est. efectivo vs b/y

$$\text{FONDO: } 0.97 y \cdot y \cdot S' = 14.95 \text{ Pa} \#$$

$$\text{TALUDES: para } \frac{b}{y} = 4.54 = 0.22' \quad \wedge \quad z = 2$$

$$\frac{10}{10}$$

$$\Rightarrow 0.75 y \cdot y \cdot S' = 11.56 \text{ Pa}$$

✓ Esfuerzo máximo en el fondo (permisible)

$$23.97 \text{ Pa}$$

✓ Esfuerzo máximo (permisible) en los taludes:

$$\Omega * (23.97) = 0.6 (23.97) = 14.39 \text{ Pa}$$

10/10

$\Rightarrow$ FONDO: $14.95 \text{ Pa} < 23.97 \text{ Pa} \Rightarrow$ No hay socavación en el fondo ^{5/5}

TALUDES: $11.56 \text{ Pa} < 14.39 \text{ Pa} \Rightarrow$ No hay socavación en los taludes