

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE TECNOLOGIA DE LA CONSTRUCCION
DEPARTAMENTO DE HIDRAULICA**

LABORATORIO DE HIDRAULICA II

PRACTICA # 3

TEMA: DETERMINACION DEL SALTO HIDRAULICO

INTEGRANTES:

NOTA:

- 1.- _____
- 2.- _____
- 3.- _____

PROFESOR DE TEORIA : _____

PROFESOR DE PRACTICA : _____

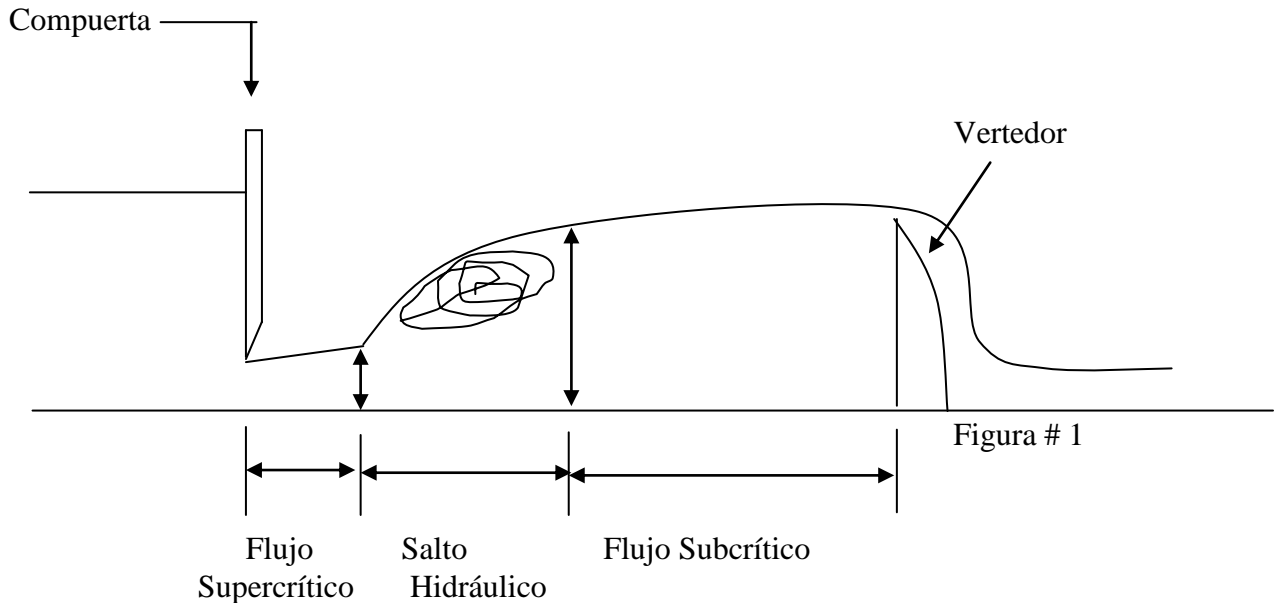
FECHA DE REALIZACIÓN : _____

FECHA DE ENTREGA : _____

Managua, Nicaragua

INTRODUCCION

El salto Hidráulico es un fenómeno local que consiste en la súbita elevación de la superficie del agua produciendo la transición de un flujo supercrítico a uno subcrítico. La ocurrencia de un salto hidráulico está determinada por las condiciones del flujo aguas arriba y aguas abajo del salto. En la figura # 1, la compuerta determina un flujo supercrítico, mientras que el vertedor obliga la existencia de un flujo subcrítico aguas abajo, la transición se logra a través del salto hidráulico.



Otra forma de producir el Salto Hidráulico es utilizando obstáculos que frenen el flujo supercrítico obligándolo a pasar a subcrítico. Por ejemplo, los señalados en la figura # 2.

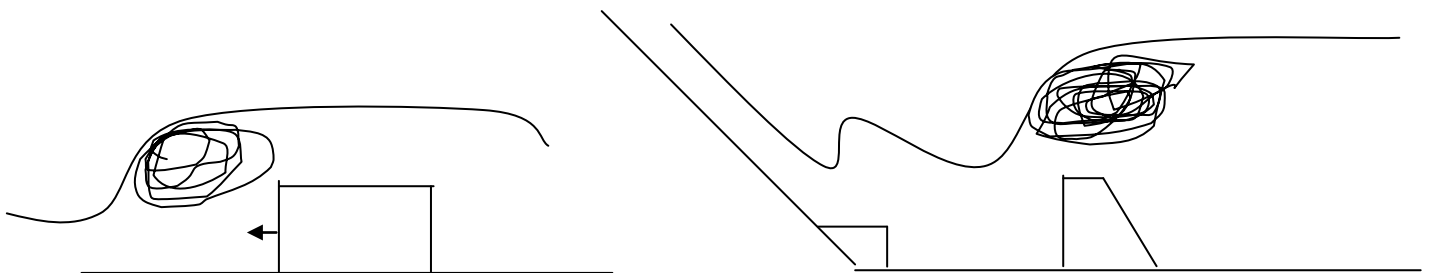


Figura # 2

El Salto Hidráulico producido por obstáculos recibe el nombre de **SALTO HIDRÁULICO FORZADO**, mientras que el producido solamente por las condiciones del canal se denomina **SALTO HIDRÁULICO SIMPLE**. En ambos casos, la existencia de corrientes secundarias en las crestas del salto, que en los casos más violentos produce mezcla de aire en la corriente, produce pérdidas de energía cuyo cálculo resulta muy complicado.

En consecuencia, la ecuación de la Energía resulta impráctica para el análisis, teniendo que recurrir al uso de la ecuación de Impulso y Cantidad de Movimiento.

IMPORTANCIA DEL SALTO HIDRAULICO (APLICACION)

En el campo de flujo de canales abiertos, el salto hidráulico suele tener muchas aplicaciones entre las que se incluyen:

1. La disipación de energía en flujos sobre diques, vertederos y otras estructuras hidráulicas.
2. El mantenimiento de altos niveles de agua en canales que se utilizan para propósitos de distribución.
3. Incremento del gasto descargado por una compuerta deslizante, al rechazar el retroceso del agua contra la compuerta, esto aumenta la carga efectiva y con ello la descarga.
4. La reducción de la elevada presión bajo las estructuras, mediante la elevación del tirante del agua sobre la guarnición de defensa de la estructura.
5. Mezcla de sustancias químicas usadas para tratamiento de agua.
6. Remoción de bolsas de aire con flujo de canales abiertos en canales circulares.

OBJETIVOS:

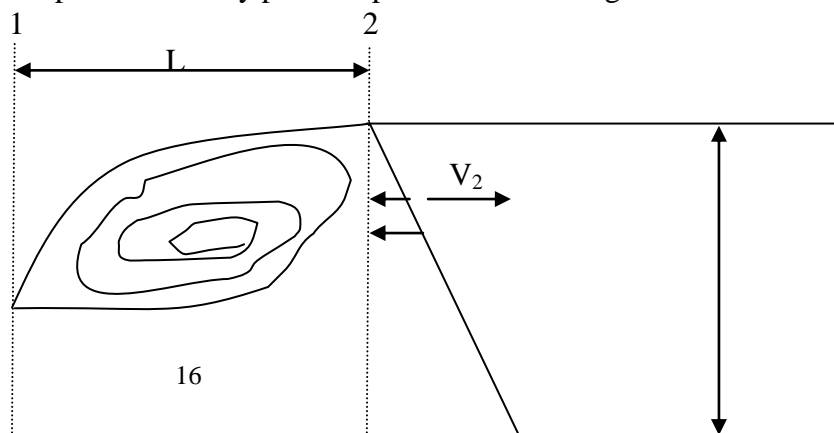
1. Que el estudiante visualice los saltos hidráulicos simple y forzado.
2. Que el alumno conozca el procedimiento que se usa para determinar los elementos del salto hidráulico (Longitud, Tirantes Conjugados, Fuerza producida por Obstáculos y Pérdida de Energía).

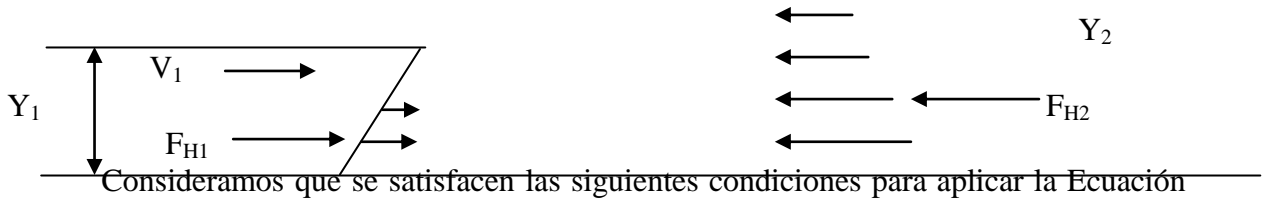
EQUIPOS Y MATERIALES

- Canal Hidráulico.
- Compuerta.
- Agua
- Energía Eléctrica.
- Aparato de Vernier (Hidrómetros)
- Pesas

GENERALIDADES

Consideremos un tramo horizontal de un canal de sección transversal cualquiera donde se produce el salto hidráulico y el volumen de control limitado por las secciones 1 y 2 (antes y después del salto), por el piso del canal y por la superficie libre del agua.





Consideramos que se satisfacen las siguientes condiciones para aplicar la Ecuación de Cantidad de Movimiento:

1. Canal horizontal y de sección constante.
2. Se desprecia resistencia de fricción originada en la pared del canal debido a la poca longitud del tramo del salto.
3. Dentro del tramo no hay obstáculos que ocasionen una fuerza de empuje dinámico.

$$F_{H1} = P * A \quad , \text{ por tanto } F_{H2} = \gamma \bar{y}_1 A_1$$

$$F_{H2} = P * A \quad , \text{ por tanto } F_{H2} = \gamma \bar{y}_2 A_2$$

La ecuación de Impulso y Cantidad de Movimiento entre las secciones 1 y 2 viene a ser:

$$\sum F = \Delta \rho Q V$$

$$F_{H1} - F_{H2} = \frac{\gamma}{g} Q (\bar{V}_2 - \bar{V}_1)$$

$$F_{H1} - F_{H2} = \frac{\gamma}{g} Q^2 \left(\frac{1}{A_2} - \frac{1}{A_1} \right)$$

$$F_{H1} - F_{H2} = \frac{\gamma Q^2}{A_2 g} - \frac{\gamma Q^2}{A_1 g}$$

$$F_{H1} + \frac{\gamma Q^2}{A_1 g} = F_{H2} + \frac{\gamma Q^2}{A_2 g}$$

$$\gamma \bar{y}_1 A_1 + \frac{\gamma Q^2}{A_1 g} = \gamma \bar{y}_2 A_2 + \frac{\gamma Q^2}{A_2 g}$$

Dividiendo por γ tendremos

$$\bar{y}_1 A_1 + \frac{Q^2}{A_1 g} = \bar{y}_2 A_2 + \frac{Q^2}{A_2 g} \quad \text{con } Y_1 < Y_2$$

Entonces, la fuerza específica o Función Impulso (Momentum) se define como:

$$M = \bar{y}_i A_i + \frac{Q^2}{A_i g}$$

Donde el primer término representa el empuje hidrostático por unidad de peso y también el momento estático del área respecto de la superficie libre. El segundo término representa la cantidad de movimiento del flujo que atraviesa la sección del canal en la unidad de tiempo y por unidad de peso del agua.

Utilizando el hecho de que, para canal rectangular, $\bar{y} = \frac{y}{2}$ y la definición de caudal unitario $q = \frac{Q}{b}$, la fuerza específica para canal rectangular puede ser escrita como:

$$M = \frac{q^2 b}{gy} + \frac{y^2 b}{2}$$

Y se define la fuerza específica por unidad de ancho M' como:

$$M' = \frac{M}{b} = \frac{q^2}{gy} + \frac{y^2}{2}$$

Para un Salto Hidráulico Forzado, la fuerza ejercida por el obstáculo P_f se determina por:

$$\frac{P_f}{\gamma b} = M_1' - M_2'$$

LONGITUD DEL SALTO

La longitud del salto ha recibido gran atención de los investigadores, pero hasta ahora no se ha desarrollado un procedimiento satisfactorio para su cálculo. Se acepta comúnmente que la longitud "L" del salto se defina como la distancia medida entre la sección de inicio y la sección inmediatamente aguas abajo en que termina la zona turbulenta.

Un salto hidráulico se formará en el canal si el número Froude F_1 del flujo, la profundidad del flujo y_1 aguas arriba, y una profundidad aguas abajo y_2 satisfacen la ecuación:

$$\frac{y_2}{y_1} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right)$$

$$\frac{y_1}{y_2} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_2^2} - 1 \right)$$

$$F = \frac{V}{\sqrt{gy}}$$

$$V = \frac{Q}{by}$$

La longitud del salto se puede determinar por las siguientes expresiones:

1. Para Canales Rectangulares

$$\frac{L}{y_1} = 9.75 (F_1 - 1)^{0.81}$$

$$L = 2.5 (9y_2 - y_1) \quad (\text{Pavlovski})$$

$$L = 10.3 y_1 (F_1 - 1)^{0.81} \quad (\text{Chertonsov})$$

$$L = \frac{8 (0 + \sqrt{F_1})}{F_1} \Delta E \quad (\text{Aivazion})$$

2. Para Canales Trapezoidales

$$L = 5y_2 \left[1 + 4 \sqrt{\frac{b_2 - b_1}{b_2}} \right] \quad (\text{Chevtousov}) \quad b_2 \text{ y } b_1 \text{ anchos de plantilla}$$

$$L = 10.3y_1 \left(\sqrt{F_1} - 1 \right)^{0.81} \left[1 + 0.76 \frac{m(y_2 - y_1)}{P_1} \right] \quad (\text{Meierov})$$

PERDIDA DE ENERGIA

a).- Para el salto hidráulico simple:

$$\Delta E = \frac{y_2 - y_1}{4y_1 y_2}$$

b).- Para el salto hidráulico forzado:

$$\Delta E = y_1 - y_2 + \frac{q^2}{2g} \left(\frac{1}{y_1^2} - \frac{1}{y_2^2} \right)$$

PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

1. Calibrar los hidrómetros.
2. Nivelar el canal de laboratorio.
3. Abrir la válvula de pase, dando lugar a la circulación del caudal sobre el canal.
4. Determinar el caudal real.
5. Coloque la compuerta de tal forma que produzca un salto hidráulico simple, ubicándolo a la mitad del canal, deje que se estabilice el salto.
6. Mida la profundidad del flujo antes y después del salto (5 antes y 5 después) en intervalos de 1plg.
7. Aplicar 40 vueltas al mecanismo regulador de pendiente para tener flujo supercrítico.
8. Coloque un obstáculo que impida el paso del flujo originando un salto hidráulico forzado.
9. Proceda a leer tirantes antes y después del Salto Hidráulico (5 antes y 5 después) en intervalos de 1plg.

CUESTIONARIO.

1. Cuáles son las fuentes de error en el experimento?
2. Investigar cómo se clasifican los tipos de salto hidráulico de acuerdo al número de Froude
3. Indique bajo qué condiciones de flujo, ocurren los saltos hidráulico en el experimento.

4. Calcular la fuerza específica o la cantidad de movimiento producido tanto aguas arriba como aguas abajo.
5. Determinar los tirantes conjugados en cada caso.
6. Determinar la longitud del salto hidráulico.
7. Calcular la fuerza por unidad de ancho que ejerce el flujo sobre el obstáculo.
8. Calcular la pérdida de energía
9. Interpretar los resultados obtenidos.
10. Exponga sus sugerencias acerca de la práctica.

TABLA PARA LA TOMA DE DATOS EXPERIMENTALES Y RESULTADOS

1. Cálculo del Caudal.

Parámetro	1	2	3	4	5	Promedio
Tiempo (seg)						
$Q(m^3/s)$						

2. Profundidades de flujo para el Salto Hidráulico Simple

Parámetro	1	2	3	4	5
y(Aguas arriba)					
Y(aguas abajo)					

3. Profundidades de flujo para el Salto Hidráulico Forzado

Parámetro	1	2	3	4	5
y(Aguas arriba)					
Y(aguas abajo)					

4. Longitudes experimentales para ambos tipos de salto

Parámetro	L
Simple	
Forzado	

5. Resultados del experimento

Parámetro	Y_1	Y_2	L	ΔE	P_F
Salto Simple					
Salto Forzado					

