



4. ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS I (AFORADORES)

Objetivos

- *El objetivo de la práctica es que el alumno aprenda a identificar y utilizar las estructuras hidráulicas que comúnmente se utilizan para medir el caudal que está pasando por un determinado canal, aprendiendo las características de cada estructura aforadora y conociendo el funcionamiento y medición de los parámetros que permitirán el cálculo del gasto aforado.*

Aplicación

En todo conducto hidráulico es importante conocer el gasto que está circulando en un determinado instante o a lo largo de un determinado tiempo, por lo que resulta necesario instalar una estructura hidráulica de aforo. En el caso de los canales una de las aplicaciones principales es para determinar la cantidad de agua que se entrega a un determinado servicio y de esta forma poder pagar el agua empleada a la Comisión Nacional del Agua; otra aplicación es para el control del caudal que se entrega a un determinado usuario o varios de ellos, ya que con la medición del flujo, se puede determinar el momento en que se debe suspender el servicio; una aplicación más es para definir el gasto que está pasando por un cauce natural y ya sea definir políticas de suministro o para evitar problemas de desbordamiento aguas abajo.

Definiciones, fórmulas y unidades a utilizar

Estructura aforadora.- De acuerdo a su funcionamiento, las estructuras aforadoras pueden dividirse en cuatro grupos que son:

- A Estructuras que funcionan a régimen crítico.
- B Estructuras que funcionan a medio de un resalto.
- C Estructuras que funcionan como orificio.
- D Estructuras que funcionan primero a régimen crítico y posteriormente como orificio.

Estructuras que funcionan a régimen crítico.- Dentro de este grupo de estructuras podemos mencionar toda la gama de vertedores, tanto de cresta ancha como de cresta delgada, que consisten en una escotadura a través de la cual se hace circular el agua.



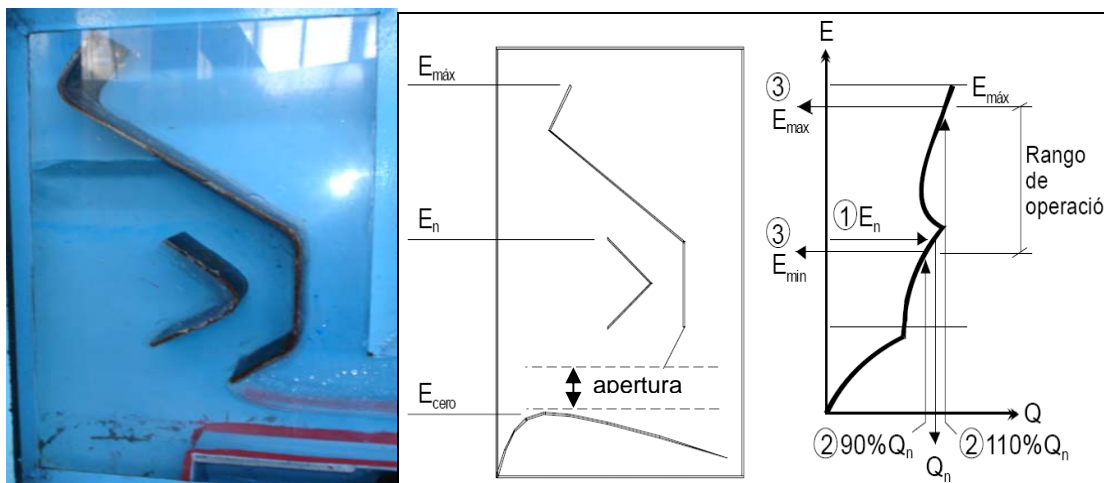
Estructuras que funcionan por medio de un resalto.- Se forman por medio de una reducción de la sección transversal de la corriente, aumentando la velocidad de la misma y presentándose el régimen crítico, al salir el agua de la sección reducida, la velocidad disminuye produciéndose un resalto hidráulico. Ejemplo de ellas es el medidor Parshall.

Estructuras que funcionan como orificio.- En este tipo de estructuras el agua fluye a través de una sección de control operada por medio de una compuerta que permite regular la carga "H" con que trabaja el orificio.

Estructuras que funcionan primero a régimen crítico y posteriormente como orificio.- En este tipo de estructura se tienen los módulos aforadores, los cuales tienen en su parte inferior un vertedor de cresta ancha tipo cimacio y junto con una o dos placas fijas que obstruyen la parte superior, se forma un orificio, por donde pasa el agua cuando el nivel del agua en la derivación se incrementa y toca la parte inferior de la o las placas, como se observa en la siguiente figura 4.1

Fórmulas.- Las ecuaciones que se requieren para el cálculo en Módulos Aforadores son: Vertedores; Orificios formados por compuertas (para ambos ver práctica N° 5 de quinto semestre); y Salto hidráulico (ver práctica N° 1 de éste Manual).

FIGURA 4.1 (Modulo aforador)





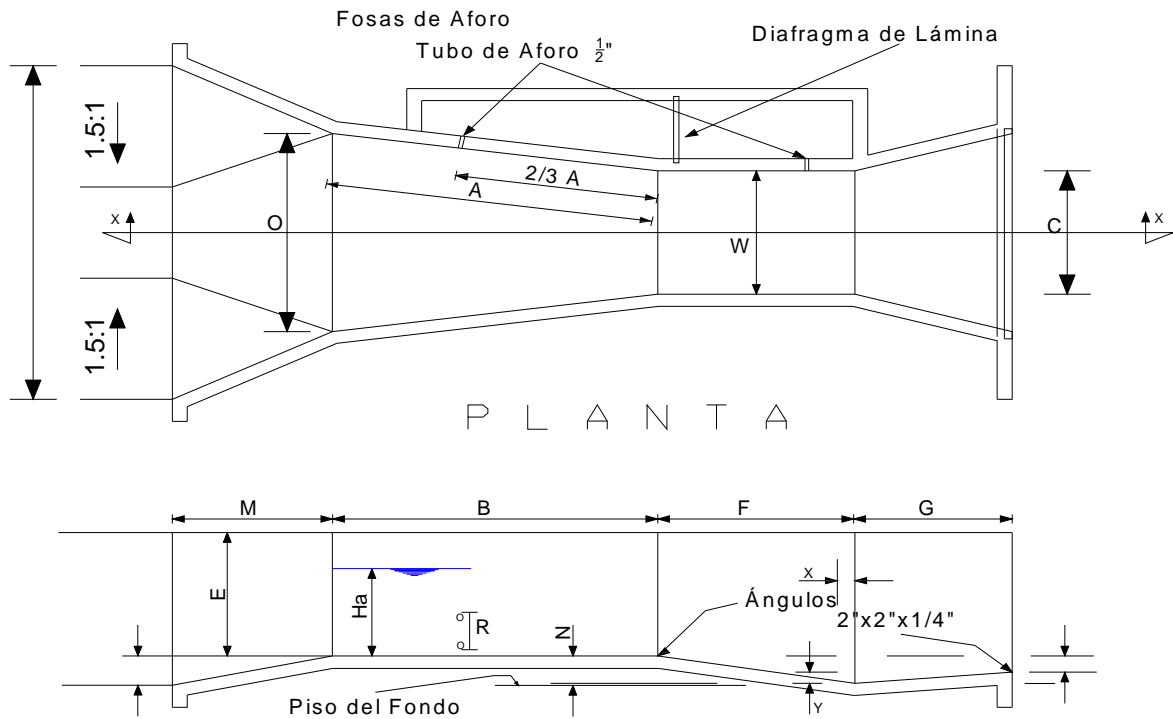
Medidor Parshall.- Es una estructura de aforo diseñada por el Ing. R. L. Parshall quien ideó algunas modificaciones para el medidor Venturi para no tener azolves y cuya precisión de aforo es tan buena como la de un vertedor. El medidor consta de tres partes fundamentalmente que son la entrada, formada por dos paredes verticales simétricas y convergentes y de una plantilla horizontal, la garganta (W) que está formada por dos paredes verticales y paralelas con la plantilla inclinada hacia abajo, por último la salida que está formada también por dos paredes verticales pero divergentes y la plantilla ligeramente inclinada hacia arriba. La arista formada por la unión de las plantillas de la entrada y de la garganta se llama “Cresta del Medidor” y a su longitud, o sea, la distancia entre las paredes de la garganta se le llama “Tamaño del Medidor”. (figura 4.1) La estructura tiene dos pozos amortiguadores para medir las cargas “ H_a ” y “ H_b ”, antes y después de la cresta, colocados en los lados de la estructura y comunicados a ella por tubería que se conecta a puntos bien definidos de la entrada y la garganta. Si el medidor trabaja a descarga libre basta medir únicamente la carga “ H_a ” para calcular el gasto, utilizando la siguiente expresión.

$$Q = \left[4 \left(\frac{W}{a} \right) \left(\frac{H}{a} \right)^{1.522} \left(\frac{W}{a} \right)^{0.036} \right] b \quad 4.1$$

Siendo: Q en m^3/s , W y H en cm , $a = 30.48$; y $b = 0.02831685$ (Ambos factores son para cambiar unidades).

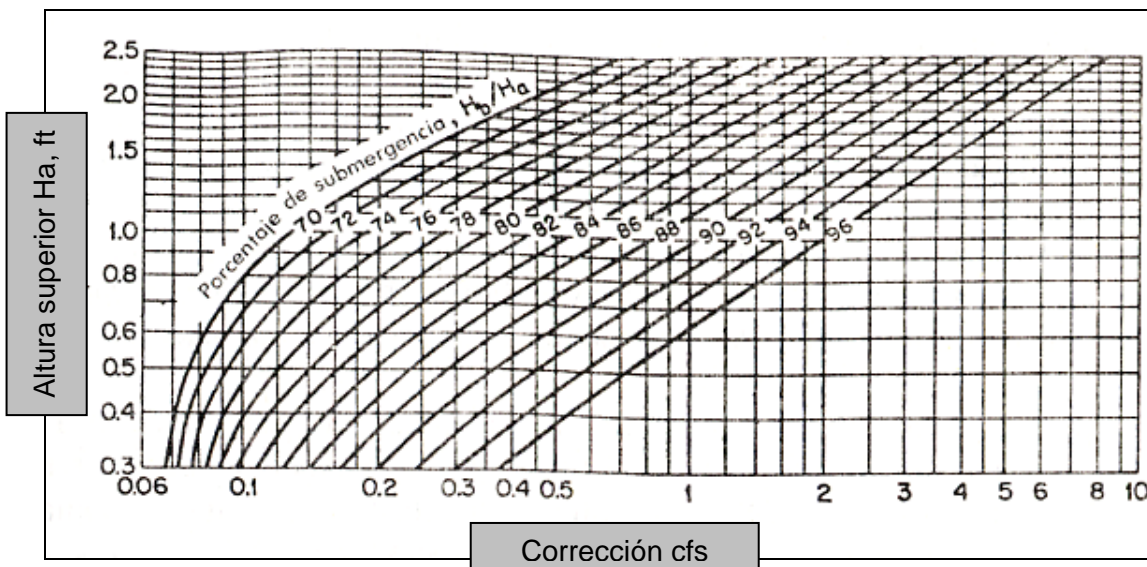


FIGURA 4.2 (Aforador Parshall)



Si la descarga en el medidor Parshall es ahogada, se procede a calcular el coeficiente de corrección utilizando la figura 4.3

FIGURA 4.3





Procedimiento Parshall (primera etapa)

1. En el canal de pendiente variable se hace pasar un determinado caudal.
2. Medir por medio del limnómetro que se encuentra aguas arriba del vertedor tipo Rehbock, el nivel del vértice de dicho vertedor (m), anotándolo en la tabla 4.1.
3. Una vez que se estabilice el nivel del agua en el canal, medir el tirante de agua en la escala colocada aguas arriba "Ha" del medidor Parshall, así como el nivel del agua en la escala de la garganta del mismo "Hb", consignando sus valores en la tabla antes mencionada
4. Se mide el tirante o carga sobre el vertedor tipo Rehbock con el limnómetro indicado en el punto 2, consignando su valor en la tabla 4. 1.
5. Se repite el procedimiento anterior para otros 3 gastos

Procedimiento Módulo Aforador (segunda etapa)

1. En el canal de Rehbock se hace pasar un determinado caudal.
2. Medir por medio del limnómetro que se encuentra aguas arriba del vertedor triangular del dispositivo de aforo a un costado del canal de Rehbock, el nivel del vértice de dicho vertedor (m), utilizando la siguiente ecuación:

$$Q = 1.6586h^{2.5146} \quad 3.1$$

3. Una vez que se estabilice el nivel del agua en el canal Rehbock y sin que toque el agua las pantallas, medir el tirante de agua, consignando su valor en la tabla 4.2
4. Se repite el procedimiento anterior para otros 2 gastos, uno tocando la primera pantalla y otro tocando la segunda pantalla, consignando los resultados en la tabla 4.2.

Actividades

1. Comparar los gastos obtenidos con el aforador Parshall y los del vertedor triangular.
2. De existir diferencias entre los valores anteriores, explicar el motivo.
3. Investigar las ventajas y desventajas de un medidor Parshall vs. los vertedores.
4. Conforme a los resultados obtenidos explicar y justificar cuando es conveniente la instalación o construcción de un medidor Parshall.
5. Graficar los gastos obtenidos a la descarga del Módulo aforador vs. el tirante de agua en el canal de Rehbock, para los 3 diferentes gastos en el canal Rehbock.
6. Calcular el gasto que se tendría para los 5 diferentes tirantes de agua en el canal de Rehbock, si en lugar del módulo aforador, solo se tuviera una compuerta plana de flujo inferior, con "apertura" igual a la distancia entre el cimacio y la parte inferior de la mascara (ver figura 4.1).



Vertedor Triangular (Canal de flujo lento)

$$Q = 1.2077h^{2.5192},$$

h = Carga hidráulica en el vertedor triangular... m

Q = Gasto aforado... m³/s

Aforador Parshall

$$Q = 0.179977h^{1.498002},$$

h = Carga a la entrada del aforador Parshall... m

Q = Gasto aforado... m³/s

Valida en descarga libre y pendiente longitudinal S = 0.0001 (h_{final} = 1.023m)

Vertedor Rehbock

$$Q = 1.054h^{1.478},$$

h = Carga hidráulica en el vertedor Rehbock... m

Q = Gasto en el vertedor... m³/s

Vertedor triangular para el Autocontrol

$$Q = 1.6586h^{2.5146},$$

h = Carga hidráulica en el vertedor triangular... m

Q = Gasto en el vertedor... m³/s



TABLA 4.1

Elevación en el vértice del vertedor triangular: _____ m;

(1) Nº de ensayo	(2) Carga vertedor h (m)	(3) Gasto del vertedor Q (m ³ /s)	(4) Tirante en la escala H_a (m)	(5) Tirante en la escala H_b (m)	(6) Sumergencia	(6) Corrección	(7) Gasto del Parshall (m ³ /s)
1							
2							
3							

TABLA 4.2

(1) Nº de ensayo	(2) Carga sobre el vertedor triangular h (m)	(3) Gasto en el vertedor triangular Q (m ³ /s)	(4) Lectura del tirante de agua en el canal de Rehbock h_r (m)
1			
2			
3			

Nombre del alumno: _____

Semestre: _____ **Sección:** _____ **Nº de equipo:** _____ **Laboralista:** _____