



PROYECTO SEPOR

Servicio de
Programación y Optimización
del Uso del Agua de
Riego

BOLETÍN INFORMATIVO

**Aforo de Aguas
Conducciones en lámina libre**

www.sepor.cl

¿Qué es el Aforo de Aguas?

Es un procedimiento de terreno destinado a establecer el caudal o agua que circula en un punto determinado de un canal, acequia o surco de riego. Por el tipo de conducción (en contacto con la atmósfera) se le denomina en lámina libre.

Aforo de un surco de riego

¿Porqué es importante aforar?

Es fundamental para lograr una buena planificación y manejo del agua durante la temporada de cultivo a nivel predial. Ello permite al agricultor tener respuesta, por ejemplo a:

¿Qué cantidad de agua está llegando a mi predio comparado con mis derechos señalados en la Escritura?

¿Cuánta agua tengo que distribuir a cada potrero?

¿Estoy aplicando un caudal adecuado por cada surco de riego?

¿En que unidades se expresa el aforo de aguas?

Se expresa generalmente en:
Litros por segundo (l/s)
Litros por minuto (l/min)
Metros cúbicos por hora (m³/h)

Algunos métodos para el aforo de aguas en canales, acequias y surcos de riego:

1. Método del flotador

Corresponde al más fácil y de menor costo que se puede usar. Sin embargo, la calidad de la medición es muy baja. Solo sirve para tener una idea muy general acerca del caudal que se mide.

Materiales:

- Flotador
- Huincha
- Reloj o cronómetro
- Estaquillas
- Cuerda para demarcado
- Block de apuntes y lápiz

Método:

- Seleccionar un tramo recto y de sección uniforme, en lo posible desprovisto de cualquier elemento que interfiera con el paso del agua de una longitud mínima de 30 metros (Figura 1).
- Demarcar al centro del tramo un sector de 10 metros de largo.
- Calcular el área del canal como se indica en la (Figura 2).
- Lanzar el flotador 3 metros antes de la primera marca.
- Cronometrar el tiempo que tarda el flotador en recorrer la distancia demarcada entre el punto 1 y el 2.
- Calcular el caudal de acuerdo a las siguientes relaciones:



$$Q = A * V * Fc \quad (1)$$

$$V = L / t \quad (2)$$

Donde:

Q = Caudal (m³/s)

A = Área del canal (m²)

V = Velocidad (m/s)

Fc = Factor de corrección (0.8)

L = Longitud de recorrido del flotador (m)

t = Tiempo empleado en recorrer los 10 m (s)

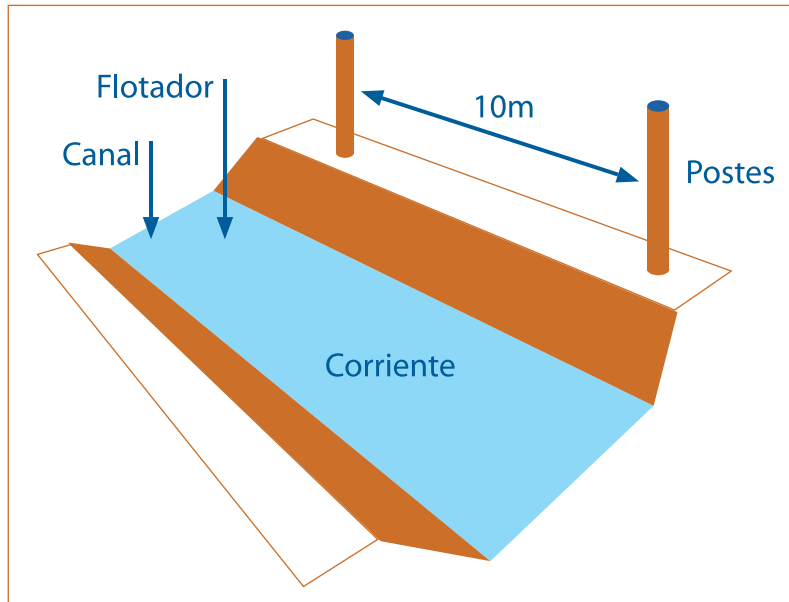


Figura 1: Medición de la velocidad del agua por el método del flotador

Cálculo del caudal:

$$Q = 18 \text{ (L)} / 6 \text{ (s)}$$

$$Q = 3 \text{ (L/s)}$$

Ejemplo:

Datos de terreno:

$$A = 0,42 \text{ m}^2$$

$$L = 10 \text{ m}$$

$$T = 24 \text{ s}$$

Cálculo de la velocidad:

$$V = 10 \text{ m} / 24 \text{ s} = 0,417 \text{ (m/s)}$$

Cálculo del caudal:

$$Q = 0,42 \text{ (m}^2\text{)} * 0,417 \text{ (m/s)} * 0,8$$

$$Q = 0,140 \text{ (m}^3\text{/s)}$$

$$Q = 140 \text{ (l/s)}$$

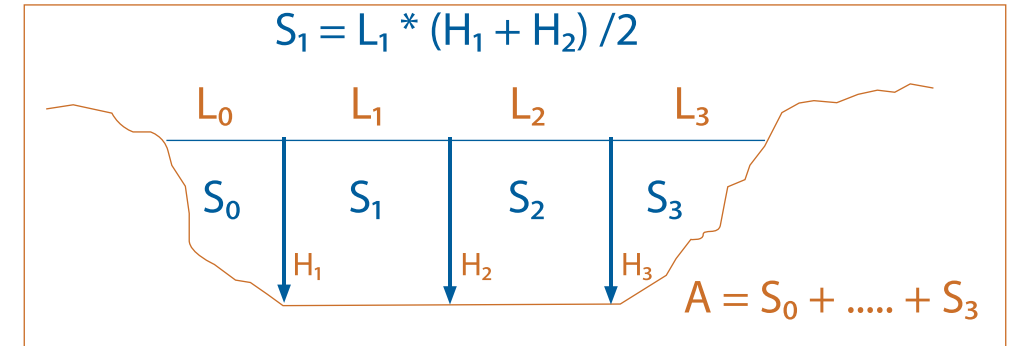


Figura 2. Determinación de la sección de un canal de riego con forma irregular.

2. Métodos que utilizan estructuras hidráulicas

a. Vertederos

Corresponden a estructuras que se instalan en el interior del canal en perpendicular al flujo del agua, condición que ocasiona una elevación del nivel de agua, aguas arriba de la estructura. Por este motivo, se debe observar que no se produzca el desborde del canal.

Instalación

- Seleccionar y despejar un tramo recto de canal, de por lo menos 10 veces el ancho de la cresta del vertedero.
- La cresta y las paredes por las que se derrame el agua deben ser agudas y de un espesor inferior a $1/8$ de pulgada (3,2 mm). Si está hecho en madera, los bordes deben ser biselados. Figura 3.
- La velocidad del agua que se aproxima al vertedero debe ser lenta, en lo posible inferior a 0,15 m/s.

- La distancia entre la cresta y el fondo del canal, debe ser superior a dos veces la carga de agua (H) que se desea leer. La distancia desde las paredes del canal a la abertura del flujo del vertedero debe ser también superior a dos veces la carga.
- Instalar una estaca a 1,5 m aguas arriba del vertedero, dejando su extremo superior al nivel de la cresta del vertedero.

Medición del caudal con vertedero

- Medir la altura " H ", colocando una regla graduada en la parte superior de la estaca instalada para el efecto.
- Con el valor de la altura " H ", entrar en la tabla que se adjunta y obtener el caudal que cruza por el vertedero.
- En caso de no existir el valor de caudal para esa altura, es posible de obtenerlo por medio de la ecuación que acompaña a cada vertedero.

Los tres tipos de vertederos comúnmente usados se conocen como: Triangular, Rectangular y Trapezoidal o Cipolletti.

Vertedero Triangular

Es el más preciso para medir caudales pequeños. La sección del vertedero es en forma triangular, pudiéndose formar ángulos de 90° ó 60° entre sus paredes.

El vertedero triangular de 90° (Figura 3) es el más recomendable porque solo basta realizar un corte en 90° y el vertedero queda construido. Además, con solo medir la altura de agua en éste y aplicando la tabla adjunta se puede conocer el caudal.

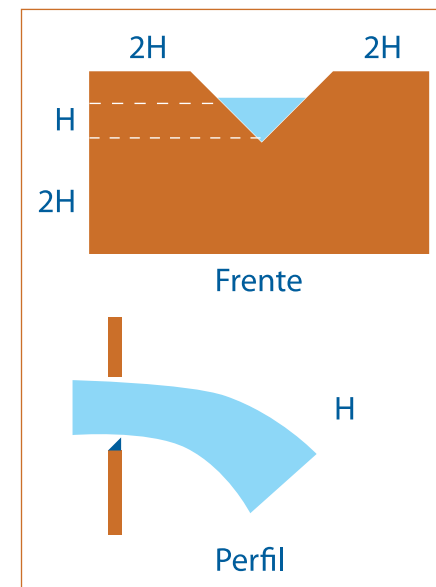


Figura 3: Vertedero triangular de 90° .

Para el cálculo del caudal se utilizan las siguientes ecuaciones:

Para vertederos de 90°:

$$Q = 1,40 * H^{5/2} * 1000 \quad (4)$$

Para vertederos de 60°:

$$Q = 0,775 * H^{2,47} * 1000 \quad (5)$$

Donde:

Q = Caudal (L/s)

H = Altura (m)

Ejemplo:

Usando el vertedero triangular de 90°, se determinó una altura H (m) = 0,05 m

$$Q \text{ (L/s)} = 1,40 * (0,05)^{5/2} * 1000$$

$$Q \text{ (L/s)} = 0,78 \text{ L/s}$$

Entonces:

$$Q \text{ (L/s)} = 1,40 * (0,05)^{5/2} * 1000$$

$$Q \text{ (L/s)} = 0,78 \text{ L/s}$$

b. Canoa Parshall

La canoa o aforador Parshall, es un aparato fabricado generalmente de metal, calibrado, que permite medir el agua en canales o acequias de riego.

Ventajas: mayor precisión, operar en un amplio rango de caudales, la velocidad del agua antes de la estructura no influye en las mediciones, pasan fácilmente los sedimentos, etc.,

Inconvenientes: mayor costo de fabricación comparado con los vertederos, trabajar con escurrimiento libre y la necesidad de respetar estrictamente las dimensiones y formas del modelo que se copia

desde una publicación especializada en el tema Aforo de aguas.

El caudal que pasa por una estructura será igual a:

$$Q = KHn^a$$

Donde:

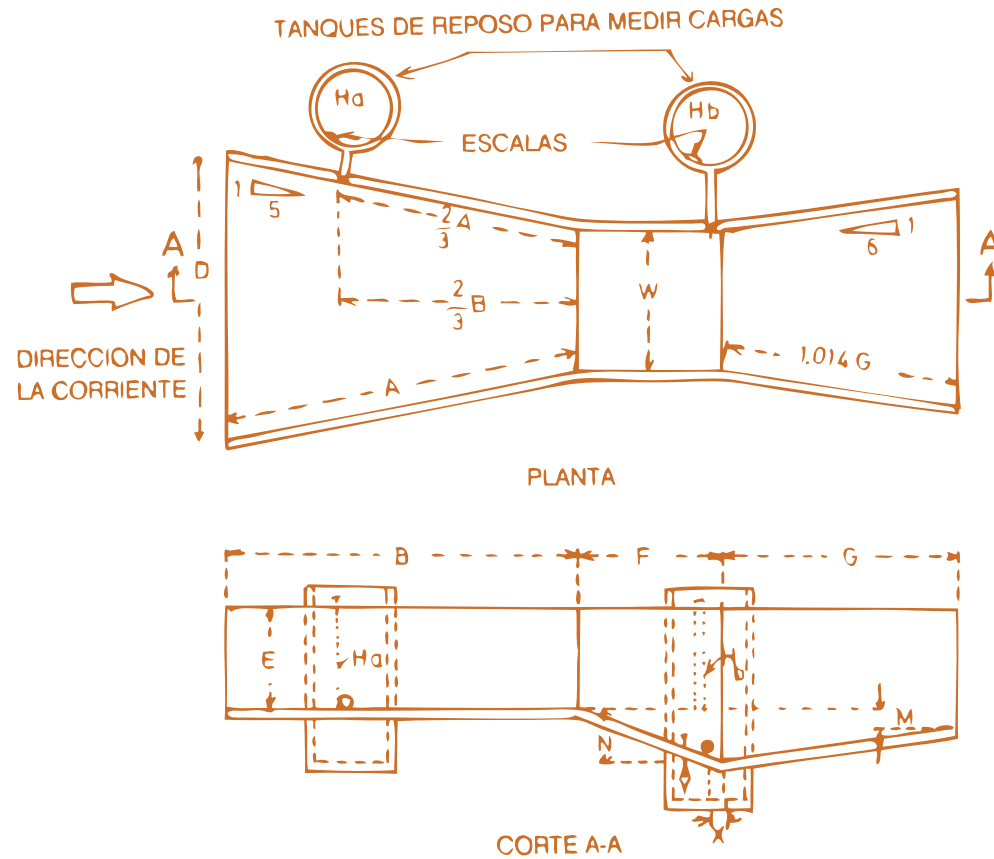
Q = caudal en m³ /seg.

K = Carga medida aguas arriba de la garganta en metros (H_a)

n = exponente que varía de 1.52 a 1.60

K = factor que depende del ancho de la garganta





Cuadro N° 12. Dimensiones de Canoa Parshall según ancho de garganta

W Pulg	A cm	B cm	C cm	D cm	E cm	F cm	G cm	K cm	N cm	X cm	Y cm	Qmin. lt/seg	Qmax. lt/seg
3	46,6	45,7	17,8	25,8	38,1	15,2	30,5	2,5	5,7	2,5	3,8	0,85	34,0
6	62,2	61,0	39,3	39,3	45,7	30,5	61,0	7,6	11,3	5,1	7,6	1,40	110,4
9	88,0	82,6	56,4	55,0	61,0	30,5	45,7	7,6	11,3	5,1	7,6	2,56	249,2
12	137,2	134,3	61,0	84,6	91,4	61,0	91,4	7,6	22,6	5,1	7,6	9,91	453,0
24	152,4	149,5	91,4	120,7	91,4	61,0	91,4	7,6	22,6	5,1	7,6	21,60	900,0

W = ancho de garganta en pulgadas.

Solicite la asesoría de un profesional del sepor, quien le podrá entregar mayores antecedentes.



COMISION NACIONAL DE RIEGO

DIRECCIÓN

Alameda 1449. Piso 4, Santiago-Chile
(Metro Moneda)
Web: www.cnr.cl

HORARIOS DE ATENCIÓN

De Lunes a Jueves de 9:00 a 18:00hrs
y Viernes de 9:00 a 17:00hrs.

La Comisión Nacional de Riego ha habilitado la Oficina de Informaciones, Reclamos y Sugerencias (OIRS), la cual puede ser contactada mediante las siguientes vías:
Teléfono: (56-2) 4257908 - e-mail: cnr@cnr.gob.cl

El presente documento constituye un material de divulgación preparado por el Centro de Investigación y Transferencia en Riego y Agroclimatología (CITRA) de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNIVERSIDAD DE TALCA.
Campus Talca, Avenida Lircay s/n, teléfono 71-200426, Talca.
“Permitida su difusión total o parcial, citando la fuente”



www.citrautalca.cl