



CNR
Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile



Conceptos para medición de caudales y niveles freáticos estáticos

Curso

Aspectos de Calidad de Aguas de Riego para Dirigentes y Celadores de Organizaciones de Usuarios de Aguas

Estudio

Línea de Base para la Gestión de la Calidad de Aguas de Riego en la
Región del Maule

Felipe Suckel Figueroa
Ing. Agrónomo



AFORO O MEDICIÓN DE CAUDAL

Aforo: medida del caudal o flujo de agua que pasa por un determinado punto en un momento determinado. Normalmente esta medida se hace en litros por segundo (L/s) o metros cúbicos por segundo (m^3/s). El resultado de un aforo es, por ejemplo: 15 L/s.

El conocimiento del caudal permite:

- **Dotar de información** para ajustar pronósticos de disponibilidad del agua.
- **Monitorear** la ejecución de la distribución.
- **Determinar la eficiencia** en el sistema de riego.
- **Tener información de apoyo** para la solución de los conflictos.
- En el caso de la calidad del agua, sirve para **explicar resultados** de muestreo, relacionado con la concentración de una sustancia en el agua.

FORMAS PARA REALIZAR LA MEDICIÓN DE CAUDAL

El aforo o medición de caudal puede hacerse tanto en el canal matriz como en los secundarios y sus derivados.

Hay dos fórmulas para medir el aforo de un cauce:

- Dividiendo el volumen del agua que pasa por un punto del canal por el tiempo que demora. El resultado se expresará como litros por segundo (L/s).
- Multiplicando la velocidad del agua por el área de la sección por la que pasa, en donde se expresa en metros cúbicos por segundo (m^3/s).

Medición de Caudal		
Fórmula	Medida	Símbolo
Volumen/tiempo	litros/segundo	l/s
Área de sección del canal x velocidad del agua	Metros cúbicos por segundo	m^3/s

PRINCIPALES MÉTODOS DE AFORO EXISTENTES

Es posible medir caudales en un cauce mediante el uso de **secciones de control** o **instrumentos**.

Las secciones de control (**aforadores** o **vertederos**) son estructuras que se instalan en un canal para medir el caudal, las que pueden ser permanentes o portátiles. Ambas permiten determinar el caudal en forma indirecta, a partir de la **medida de la altura de agua** en una regla en un punto del dispositivo.

- Los **vertederos** son estructuras en las que el agua vierte o pasa por encima de una pared, teniendo diversas geometrías o formas.
- En los **aforadores**, el agua circula a través de un estrechamiento o resalte central.

Por su parte, los **instrumentos** son equipos portátiles que cuentan con sistemas calibrados que hacen una estimación del caudal usando principios físicos y matemáticos.



Secciones de control: Aforadores

La **sección de control** de un río o canal es un punto en el cual se ha determinado la curva que relaciona altura del agua con el caudal. Es decir, mediante la observación en una regla graduada de la altura que lleva el agua, se obtiene el caudal que va pasando.

La sección de control en un río se instala en un lugar donde exista la certeza de que la forma de la sección no cambia en el tiempo; mientras que en un embalse se instala en el muro y tiene como propósito medir el volumen embalsado.



Sección de control en embalse



Sección de control en canal



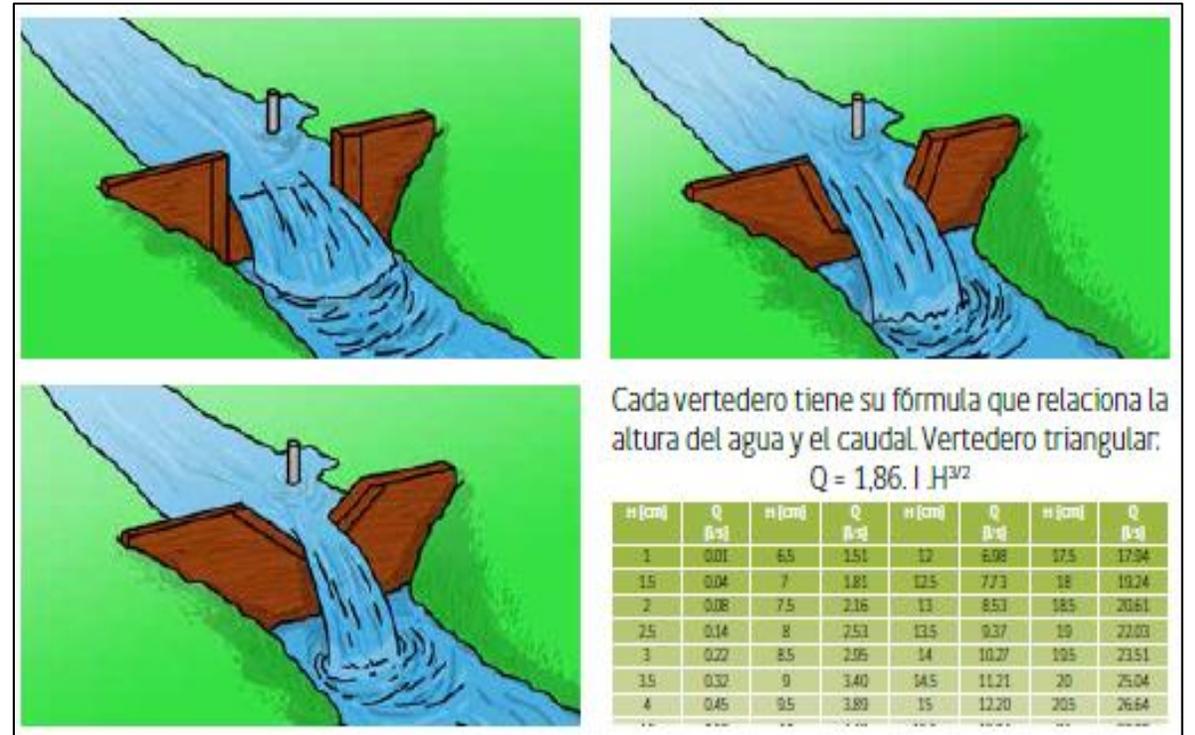
Sección de control en un río



Secciones de control: Vertederos

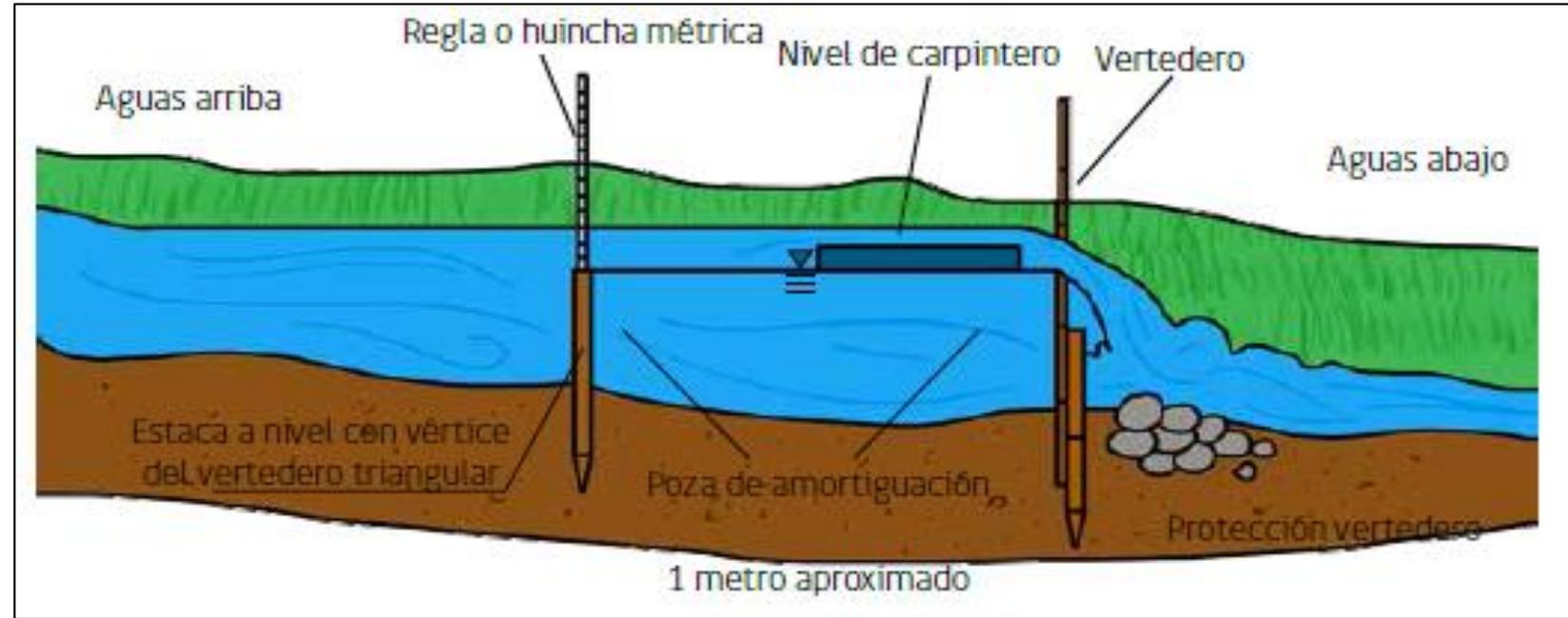
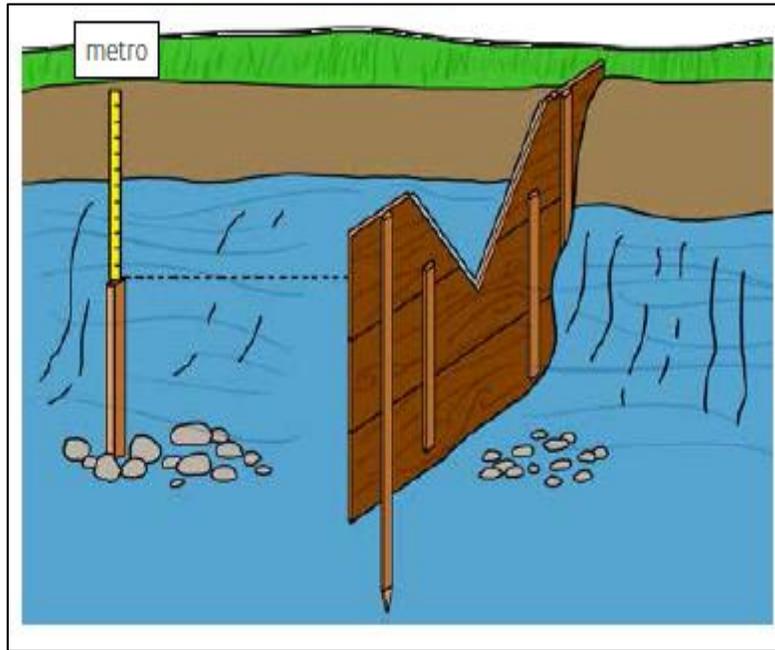
Los **vertederos** son secciones de control que permiten medir el caudal que conduce un canal mediante la observación de la altura del agua en una regla graduada. Dependiendo de la forma de la abertura por donde pasa el agua, se le da el nombre respectivo, pudiendo ser: triangular, rectangular o trapezoidal.

Para medir la altura de agua, se debe instalar una estaca con regla a una distancia específica, teniendo la precaución que el cero de la regla queda a la misma altura que la cresta del vertedero.



Vertedero triangular

Secciones de control: Vertederos

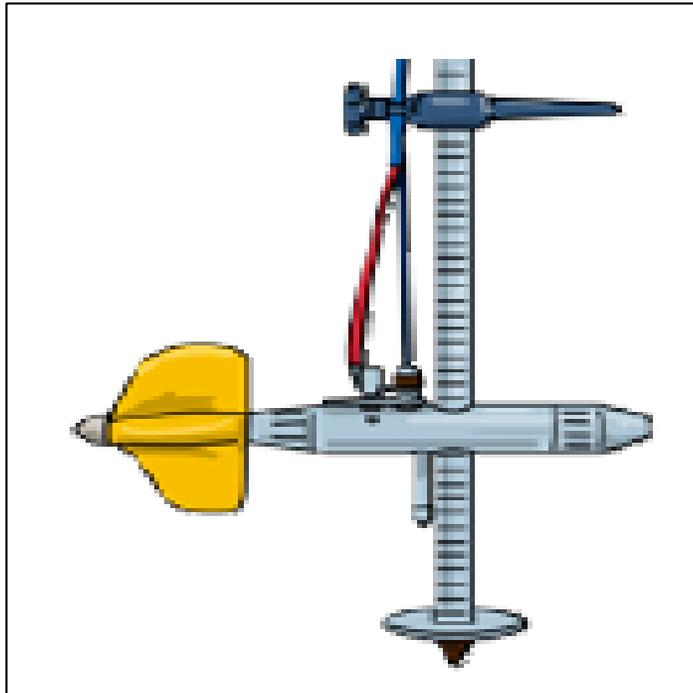


Detalles para la medición de caudal mediante vertedero triangular



Instrumentos: Molinete

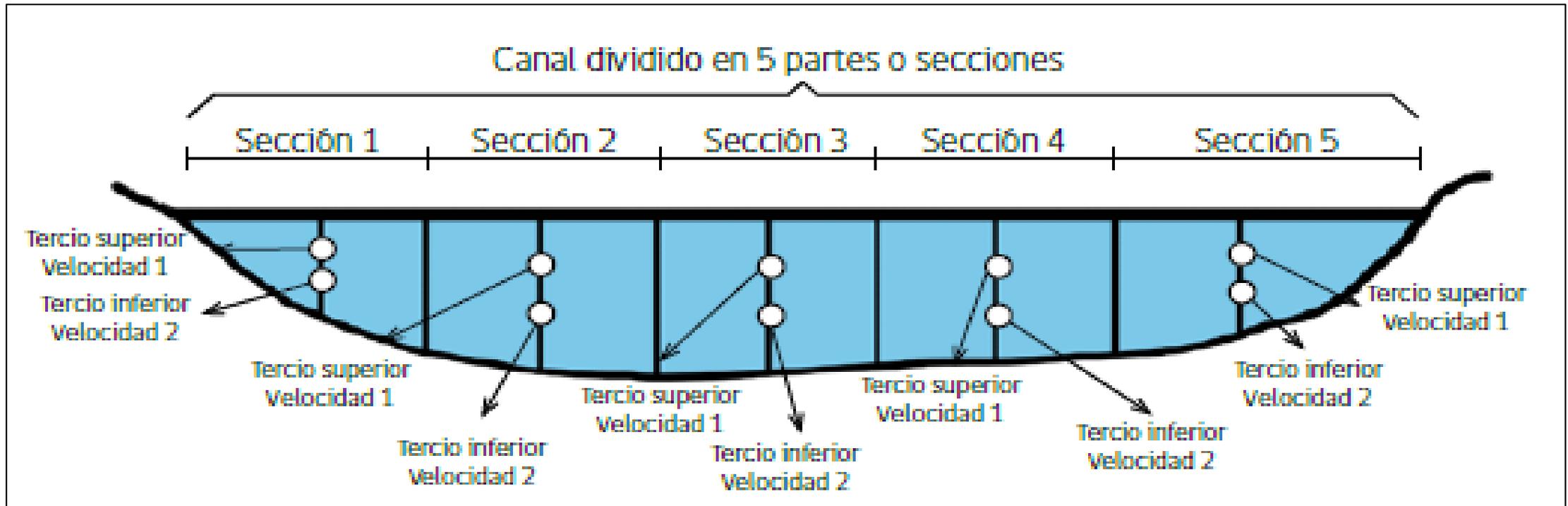
Dispositivos que permiten conocer el caudal midiendo la velocidad del agua. Ésta se determina a partir de la velocidad de giro de una paletas o hélices que se interponen en la corriente de agua.



Molinetes

Instrumentos: Molinete

Para medir con este método, se procede a dividir imaginariamente el canal. Por ejemplo, si el canal tiene 3 metros de ancho, se puede dividir en cinco partes y tomar dos medidas, cada 60 centímetros, como se observa en la siguiente Figura.



Medición con molinete en un cauce (río o canal)

Instrumentos: Telemetría

La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de algún dato de interés y el posterior envío de la información hacia una central que opera el sistema mediante medios inalámbricos.



Sistema de telemetría instalado en una estación de aforo de un canal



Métodos artesanales para medir caudal

Método Volumétrico

Consiste en medir el tiempo que demora en llenarse un recipiente de volumen conocido (por ejemplo, un tambor de 200 litros), cuando se interpone en la corriente de agua.



En este caso, si el recipiente para 200 litros se llena en 40 segundos, se debe dividir el volumen (los 200 litros) por el tiempo que tardó en llenarse (40 segundos). El resultado es 5 L/s.

Este método permite obtener un resultado bastante exacto en caudales pequeños.

Método volumétrico para estimar caudal



Métodos artesanales para medir caudal

Método del Flotador

Consiste en medir la velocidad del agua en un punto y multiplicarla por el área de la sección del canal en ese mismo punto.



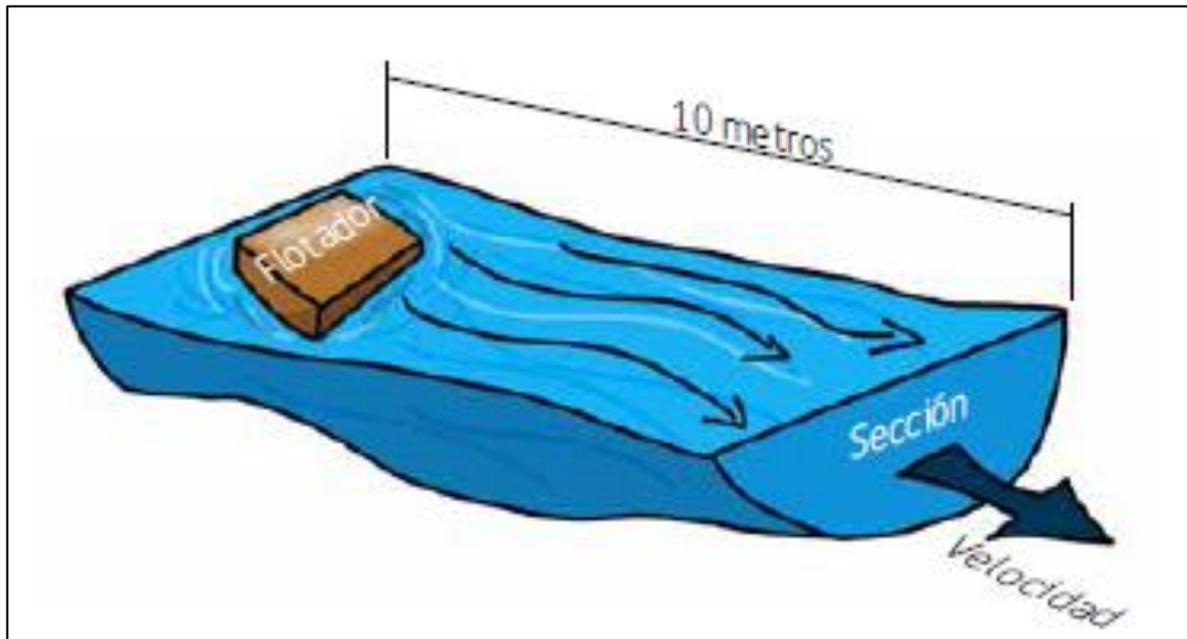
Para conocer el caudal en un punto, se requiere hacer dos mediciones básicas:

- La velocidad del agua en ese punto.
- El área de la sección del canal en el mismo punto.

Métodos artesanales para medir caudal

Método del Flotador

Cálculo de velocidad del agua: consiste en medir el tiempo que tarda un objeto en recorrer una cierta distancia.



Velocidad del agua = $0,9 \times \text{distancia (m)}/\text{tiempo (s)}$

Por ejemplo, si el flotador demora 50 segundos en recorrer los 10 metros, se tiene que multiplicar la distancia (10 metros) por 0,9 y esto dividirlo por los segundos (50).

Velocidad del agua = $0,9 \times 10 \text{ (m)}/50 \text{ (s)}$

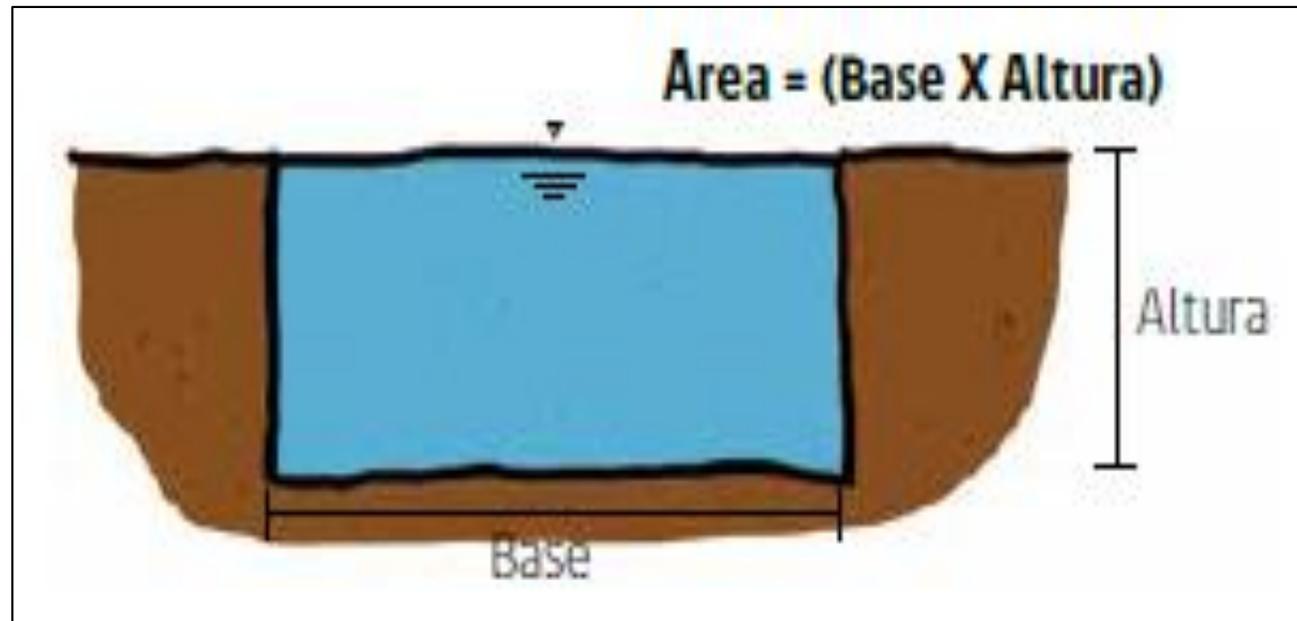
Velocidad del agua = $0,18 \text{ m/s}$

La velocidad del agua no es homogénea en todo el canal, en el fondo la velocidad es menor debido al roce del agua con la tierra o el revestimiento que tenga; y en la superficie, también es menor por el roce con el aire.

Métodos artesanales para medir caudal

Método del Flotador

Cálculo del área de la sección del canal en canal rectangular: se calcula multiplicando la base por la altura.



Por ejemplo: si la base mide 2 metros y la altura 1 metro, el área es de 2 m².

Métodos artesanales para medir caudal

Método del Flotador

Cálculo del caudal: Una vez que se tiene cómo calcular la velocidad del agua y el área de la sección del canal, se puede calcular el caudal, utilizando la fórmula ya descrita:

$$\text{Caudal} = \text{Área} \times \text{Velocidad}$$

Ejemplo: considerando los datos de área de la sección del canal rectangular de **2 m²** y de velocidad del agua de **0,18 m/s**, al aplicar la fórmula:

$$\text{Caudal} = 2 \text{ m}^2 \times 0,18 \text{ m/s} = 0,36 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para transformar metros cúbicos por segundo (m³/s) a litros por segundo (L/s) se debe multiplicar por 1.000 (son 1.000 litros en un metro cúbico).

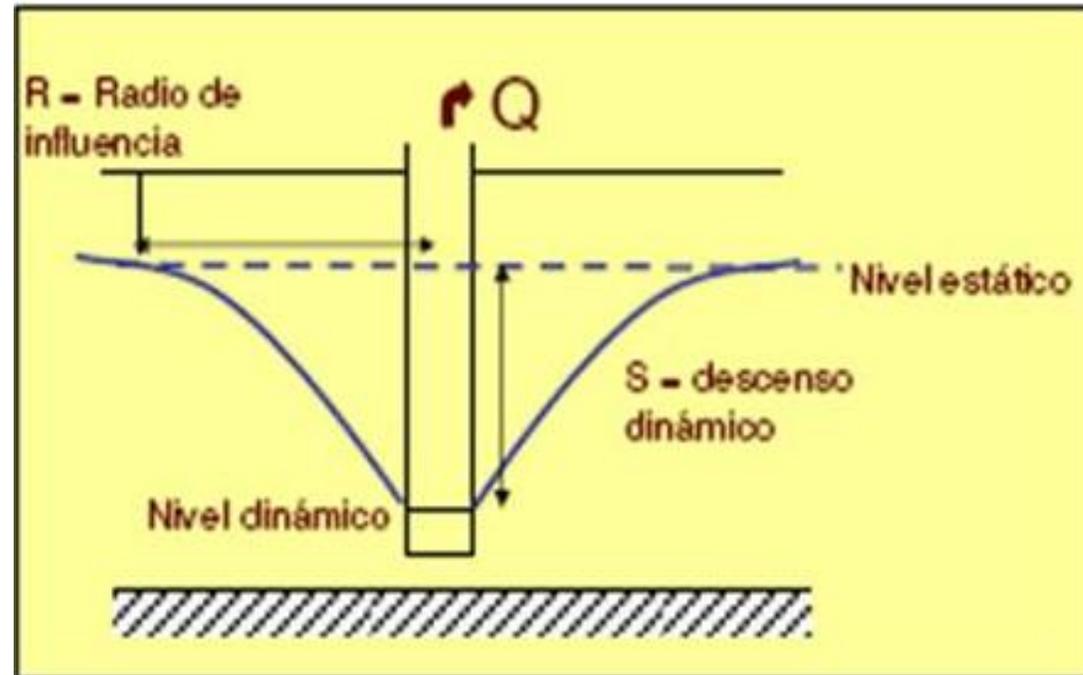
$$\text{Caudal} = 360 \text{ L/s (litros por segundo)}$$



MEDICIÓN DE NIVEL FREÁTICO ESTÁTICO

Nivel estático: es aquel que se mide cuando el pozo está en su máximo nivel antes de que funcione la bomba, es decir, el pozo ya recuperado.

Nivel dinámico: es aquel que se mide cuando la bomba está trabajando, para ver cuánto ha bajado el nivel, y observar cuánto demora en recuperarse.



MEDICIÓN DE NIVEL FREÁTICO ESTÁTICO

Utilización de Pozómetro

Instrumento que permite medir con precisión la profundidad a la que se encuentra el agua, sea esto dentro de un estanque o de un pozo o noria.

Su funcionamiento consta de un cable milimetrado (como una regla), de distintas longitudes, en su extremo lleva un electrodo que al hacer contacto con el agua transmite una señal hasta el carrete, accionando una alarma tanto sonora como luminosa que advierten al operador sobre la presencia de agua.





yo
cuido
el agua

www.cnr.gob.cl