

SENAMHI

**DIRECCIÓN GENERAL DE HIDROLOGÍA Y RECURSOS
HÍDRICOS**

HIDROMETRÍA

**INSTRUCTIVO PARA AFORAR POR EL
MÉTODO DE FLOTADORES**

Por: * *Ing. Jorge Yerrén S.*
 ***Ing. Gladys Chamorro de R.*

LIMA - PERU

MAYO 2000

SNMH
556.082
Y 51i

I. GENERALIDADES

El método de aforo por flotadores, es un método de campo, sencillo y rápido para calcular el caudal en una sección transversal.

El método está referido al cálculo de las velocidades superficiales de la corriente de un canal o río, utilizando materiales sencillos que se puedan visualizar y cuya recuperación no sea necesaria.

Este método se fundamenta en que los objetos flotantes se mueven a la misma velocidad que el agua, en la cual flotan, por consiguiente medir la velocidad del objeto flotante es medir la de la línea de flujo en la cual se mueven.

II. APLICABILIDAD

- a) Cuando por determinadas circunstancias imprevistas, no se pueda realizar el aforo en la estación hidrométrica por el método normalmente utilizado, como por ejemplo cuando el caudal ha sobrepasado a las previsiones normales (crecida rápida de una corriente de agua).
- b) Cuando se desea conocer el caudal de la corriente en forma aproximada sin tener que recurrir a la construcción de una estación hidrométrica costosa.

III. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Ventajas

- a) miden directamente la velocidad
- b) no les afecta los acarreo
- c) su costo es pequeño o nulo

Desventajas

- a) imprecisión, debido a que miden la velocidad superficial;
- b) imposibilidad de controlar su trayectoria;
- c) dificultad de utilizarlos cerca de las márgenes;

Proc.: DGH - 0192001

- d) necesidad de efectuar varios levantamientos de las secciones transversales del cauce, para estimar la sección media;
- e) se requiere más personal que en otros procedimientos.

IV. MATERIALES

- a) frascos, latas, troncos, etc., es decir cualquier objeto que pueda flotar;
- b) cronómetro;
- c) jalones;
- d) cinta métrica.

V. PROCEDIMIENTO

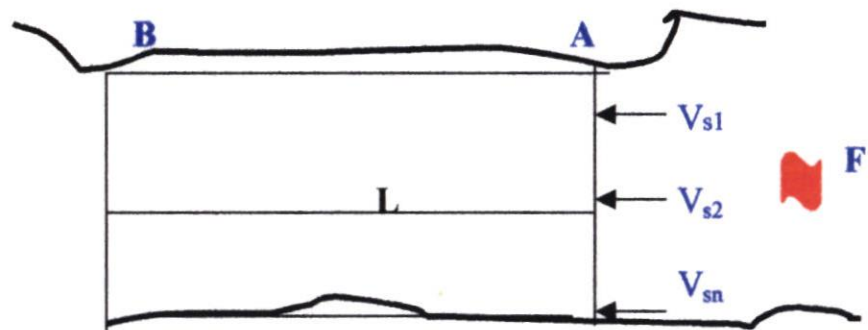
- a) **Selección de la sección** : puede ser la misma de la estación hidrométrica y en caso de no existir la estación, la sección debe ser tan recta como sea posible y sin remolinos o perturbaciones.
- b) Se fijarán dos secciones transversales del río, **A** y **B**, respectivamente aguas arriba y aguas abajo, a una distancia **L**.
- c) En caso de utilizar botellas como flotadores éstos serán tapados con corcho y parcialmente llenas de agua, a éstas se les puede colocar algún distintivo de color a fin de que sean observadas. Es importante que el flotador quede sumergido una gran parte de ellos y emergente lo necesario pero procurando siempre que no sea muy grande, ni la parte emergente ni la sumergida, pues la primera podría ser influenciada por el viento y la segunda producir perturbaciones en el régimen de las aguas particularmente si el cauce es pequeño. También debe procurarse, mientras sea posible, que el objeto que flota, al girar sobre sí mismo, no provoque variaciones sustanciales en el régimen.
Cuando el número de flotadores que ha de lanzarse es elevado, es necesario recurrir a trozos de ramas, pequeños troncos, corchos, semillas, etc.

- d) Los flotadores (F), se arrojan a lo ancho de la sección transversal a equidistancias similares entre sí y, cada uno de ellos deberán ser lanzados a suficiente distancia, aguas arriba de la sección transversal superior, con la finalidad que pueda alcanzar cada flotador una velocidad constante antes de llegar a la primera sección transversal (A).
Este procedimiento debe repetirse un número suficiente de veces, que para nuestros ríos puede ser entre 15 y 35 flotadores.
En caso de usar flotadores naturales se deben hacer 20 mediciones como mínimo.
- e) La equidistancia o distancia entre flotador y flotador debe determinarse con los mismos criterios que se fijan las equidistancias para aforos con correntómetros, esto es considerando fundamentalmente dos aspectos:
- Que el número de flotadores lanzados permitan obtener una adecuada estimación de la velocidad superficial (V_s) de la corriente, a lo ancho del cauce del río.
 - Que el número de flotadores permita realizar el aforo en un tiempo tal que no se produzcan variaciones superiores a 1 cm entre el nivel de agua al inicio y al final del aforo.
- f) La velocidad de cada flotador (V_s), es igual a la longitud L entre el tiempo t que demora en recorrerla desde el punto A hasta B.

$$V_{s1} = L / t_1; \quad V_{s2} = L / t_2; \quad \dots \quad V_{sn} = L / t_{sn} \quad (1)$$

Por lo que se deduce que la velocidad superficial media, alcanzada por los flotadores es:

$$V_S = (V_{s1} + V_{s2} + V_{s3} + V_{s4} + V_{s5} + \dots + V_n) / n \quad (2)$$



- g) **Cálculo de la velocidad media de la corriente:** La velocidad media de la corriente en la sección transversal es igual a la velocidad media superficial por el coeficiente k .

$$V_m = k \cdot V_s$$

Experimentalmente se ha determinado que, en promedio, el coeficiente k fluctúa entre 0,8 y 0,9 por lo tanto una buena estimación de la velocidad media podría obtenerse mediante la siguiente relación:

$$V_m = 0,85 V_s$$

Los autores del presente instructivo, recomiendan que el coeficiente k debe determinarse en lo posible en cada estación de aforos. Este se obtiene realizando campañas de aforos por método de flotadores y correntómetro en forma simultánea.

Por lo tanto:

$$K = V_m/V_s$$

Mientras no se disponga de esas mediciones, se puede aceptar un valor de 0,85 para el factor k .

- h) Cálculo del caudal : el caudal será calculado de la siguiente manera:

$$Q = V_m \times A$$

V_m = velocidad media del río

A = área de la sección

- f) Cálculo del área de la sección

Para la aplicación del método de aforos de flotadores es necesario:

- efectuar el levantamiento topográfico y graficar la sección principal (donde se ubica la mira limnimétrica), teniendo especial cuidado de plotear correctamente la ubicación de la cota de referencia y de la mira limnimétrica.
- A partir del gráfico del área de la sección principal y con la ayuda de un planímetro construir la curva nivel de agua vs área.
- Cada vez que se realice un aforo, se anotará el nivel de agua al inicio y al final del proceso, si estos valores difieren dentro de los márgenes permisibles, se obtiene un valor promedio el cual permitirá entrar a la curva nivel vs. área y determinar el área correspondiente.
- En el caso de estaciones hidrométricas ubicadas en tramos erosionables es necesario chequear periódicamente (antes y después del período de avenidas) la forma y tamaño de la sección de aforos.

* Director General de Hidrología y Recursos Hídricos (DGH)

** Directora de la Oficina de Mantenimiento de la Red Nacional (OGOT-OMRN)

BIBLIOGRAFÍA

1. Rafael Heras, 1972. El Ciclo Hidrológico – N° 2.
2. OMM – 49, 1988. Reglamento Técnico. Volumen III – Hidrología.
3. Reyes Carrasco, 1992. Hidrología Básica.
4. OMM- 168, 1994. Guía de Prácticas Hidrológicas – Quinta Edición. Volumen I.

