

EVALUACIÓN APROXIMADA DEL CAUDAL DE BOMBEO EN EXCAVACIONES DE SOLARES BAJO NIVEL FREÁTICO

Procedimientos de construcción. Prof. Víctor Yepes

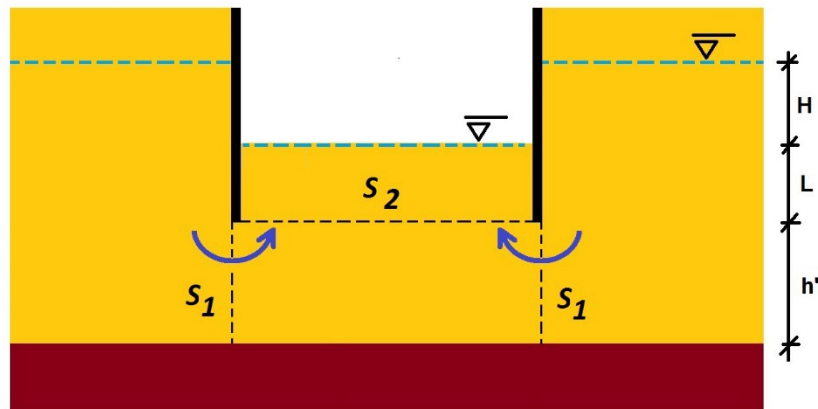
PROBLEMA. Se quiere realizar una excavación en seco de un solar de 10 m de largo y 5 m de ancho, a una profundidad de 5 m. El nivel freático está a 2 m de la superficie y existe una capa impermeable a 15 m de ella. Para ello, se utilizarán tablestacas, que estarán empotradas a 2 m por debajo de la superficie de excavación. El coeficiente de permeabilidad es $k = 5,86 \cdot 10^{-4}$ cm/s. Determinar, mediante una fórmula aproximada, el caudal que deberá evacuarse.

Solución:

Se va a resolver el problema utilizando la Ley de Darcy, que establece que la velocidad de un fluido en medio poroso es proporcional al gradiente hidráulico. Multiplicando esa velocidad por la sección que atraviesa el flujo, tendremos la evaluación del caudal según la siguiente expresión, donde Q es el caudal, k es el coeficiente de permeabilidad, i es el gradiente hidráulico y S es la sección atravesada por el flujo.

$$Q = k \cdot i \cdot S$$

En el problema que nos ocupa, el caudal puede atravesar dos secciones: una lateral, determinada por el estrato impermeable y el fondo de la pantalla S_1 , y otra, formada por el fondo de la excavación del solar S_2 . En la figura se observan ambas secciones. Además, según los datos del problema, $H = 3$ m, $L = 2$ m y $h' = 8$ m. Llamaremos a las dimensiones del solar $a = 10$ m y $b = 5$ m.



Calculemos el caudal en ambos casos. Es posible realizar una estimación aproximada considerando el flujo de agua próximo a la pantalla, ya que es la línea de flujo más corta y la que presenta un mayor gradiente crítico. En este caso,

$$i = \frac{H}{H + 2L}$$

Para la sección S_1 , el caudal Q_1 tendrá el siguiente valor:

$$Q_1 = \frac{2kHh'(a+b)}{H+2L} = \frac{2 \cdot 5,86 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 8 \cdot (10+5)}{3+2 \cdot 2} = 6,03 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Análogamente, para la sección S_2 , el caudal Q_2 vendrá dado por:

$$Q_2 = \frac{kHab}{H + 2L} = \frac{5,86 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 10 \cdot 5}{3 + 2 \cdot 2} = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

La sección más restrictiva será la que limite el caudal: en este caso, el fondo de la excavación. Por tanto,

$$Q = \min(Q_1, Q_2) = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s}$$

Se puede comprobar que si la capa impermeable estuviese a 12 m de la superficie, entraría el mismo caudal por el fondo de la excavación que por el espacio entre la capa impermeable y la parte inferior de las tablestacas.