







NOMBRE DE LA PRÁCTICA

PERMEABILIDAD

OBJETIVO (S)

Una vez desarrollada la práctica, orientada a visualizar, medir y comprender, el alumno será capaz de:

- 1. Visualizar el comportamiento del flujo en un medio poroso y ubicar la superficie libre de saturación.
- 2. Determinar el coeficiente de permeabilidad de un suelo, a partir de la aplicación de la ley de Darcy a un material homogéneo utilizado en la práctica.

ENCUADRE TEÓRICO

Permeabilidad

Es la capacidad del material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es **permeable** si deja pasar a través de él una cantidad apreciable en un tiempo dado, e **impermeable** si la cantidad de fluido es despreciable.

La velocidad con la que un fluido atraviesa el material depende:

- De la porosidad del material
- De la densidad del agua; afectada por la temperatura
- De la presión a que está sometido el fluido

Se considera que los suelos y rocas tienen, en general, una permeabilidad media, considerándose a éste flujo como laminar.

Ley de Darcy

La representación de un flujo promedio en condiciones de permeabilidad media es expresada por la Ley de Darcy, la cual señala que el caudal circulante por un tubo lleno de arena es directamente proporcional a la sección transversal del flujo a la pérdida de potencial de presión a lo largo del tubo, tal y como se muestra a continuación.

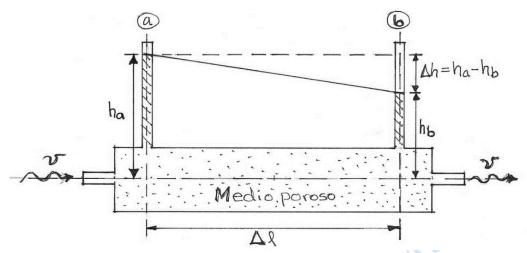


Figura 1.1 Esquema conceptual que describe la ley de Darcy

$$Q = k A i$$

Donde:

 $Q = Gasto (caudal) [m^3/s]$

 K_p = Coeficiente de permeabilidad (constante de proporcionalidad) [cm/s]

 i = Gradiente hidráulico; representa la pérdida de energía por unidad de longitud. Es decir; la pérdida de energía que experimenta el agua subterránea al circular a través del medio poroso [adimensional, de acuerdo al experimento de Darcy]

 $i = \frac{\Delta h}{\Lambda l}$

A =Área hidráulica de la sección transversal [m^2]

Permeabilidad

La permeabilidad o conductividad hidráulica, se define como el gasto o caudal que pasa a través de una superficie unitaria de acuífero (material poroso) bajo un gradiente hidráulico unitario.

Aplicaciones

- ➤ En la construcción de estructuras de tierra para garantizar su estabilidad y adecuado comportamiento.
- ➤ En la Hidrogeología, la Hidrología, la Mecánica de Suelos, Mineralogía, etc.

EQUIPO O DISPOSITIVO

Aparato de permeabilidad

MATERIALES

- Estrato de arena 30 cm en el banco de permeabilidad
- Regla graduada o flexómetro
- Cronómetro
- Probeta graduada de 1 l de capacidad

PROCEDIMIENTO

La práctica se desarrollará en una etapa, acorde con la siguiente secuencia de pasos:

Etapa I.

- 1. Llenar el depósito inferior con agua hasta el nivel marcado.
- 2. El borde del tubo de rebose del tanque izquierdo deberá estar a 26 cm de altura y el borde del tubo de rebose derecho hasta el fondo del tanque.
- 3. Verificar que la válvula del sumidero este cerrada.
- 4. Aperturar la válvula (azul) de suministro ubicada en la parte posterior izquierda del aparato y mantener cerrada la válvula (roja).
- 5. Conectar el equipo a la toma corriente de 110 v.
- 6. Arrancar la bomba con el variador de velocidad en ceros y aperturar lentamente.
- 7. Permitir que el tanque izquierdo se llene hasta un poco arriba del labio del tubo de reborde. Verificar que se mantenga una carga constante en el tanque.
- 8. Verificar que los piezómetros estén funcionando correctamente. Es decir que no estén tapados con arena o burbujas de aire.
- 9. Esperar a que el flujo sature el material (régimen establecido) y el mismo alcance el tanque derecho. Se espera que se establezca un gasto constante.
- 10. Se procede a "trasportar" las lecturas de los manómetros (columna *hi*) teniendo en cuanta su distancia respecto del origen (columna *x*) sobre el cristal del depósito utilizando un flexómetro y un marcador de agua, en la Tabla 1.2.
- 11. Sobre el cristal se unirán con una línea continua los puntos transportados. La cual se define como línea superior de saturación.
- 12. Al mismo tiempo un par de alumnos realizaran una medición volumétrica de gasto, el registro de los datos obtenidos se anotará en la Tabla 1.1.

Práctica Aprovechamiento del agua subterránea

- 13. Para apagar la bomba primero se regresará lentamente le variador de velocidad al origen, luego se apaga la bomba y se desconecta de la energía. El cable de la energía se enrolla en un costado del aparato.
- 14. Por último se deberá bajar el tubo de reborde y permitir el drenado de la arena
- 15. Cuando se termine el periodo de prácticas la arena deberá ser extraída para proceder a su secado y posterior almacenaje.

REGISTRO DE MEDICIONES

ETAPA 1

Tabla 1.1

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
	h_0	h_1	A	t	Q	$\overline{m{Q}}$	Δh^2	d	A	i	k_p
Carga	No	No			Ų Ž	V	Δπ	a	A	•	Кр
	(cm)	(cm)	(ml)	(s)	(cm^3/s)	(cm^3/s)	(cm ²)	(cm)	(cm^2)	(adimensional)	(m/s)
							D				
1											
2											
2											
3											

Nota 1: Las unidades no son estándar, sin embargo, se trabajan como se indica para facilitar el uso en la ecuación de Darcy.

Nota 2: Considere las siguientes expresiones, las cuales corresponden al modelo utilizado en la practica, para calcular el coeficiente de permeabilidad.

$$i = \frac{h_0 - h_1}{d}$$

Tabla 1.2 Perfil de la superficie libre de saturación

	(1)	(2)
Piezómetro No	x	h_i
110	(cm)	(cm)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		

ACTIVIDADES

- 1. Dibujar el perfil de la superficie libre de saturación (solo para la carga máxima) utilizando los valores de la Tabla 1.2.
- 2. Obtener el coeficiente de permeabilidad (K) para cada una de las cargas en el tanque inicial, utilizando la Tabla 1.1.
- 3. Graficar el coeficiente de permeabilidad contra el gasto medido. Colocando el gasto en el eje vertical.
- 4. Con el valor promedio del coeficiente de permeabilidad buscar en la literatura a que materia corresponde y sus características de drenaje.
- 5. Finalmente comparar los gastos calculados con el valor promedio del coeficiente de permeabilidad y compararlos con los medidos volumétricamente.
- 6. Comparar los gastos calculados con los aforados.
- 7. Colocar una fotografía o un croquis sencillo del aparato en su reporte.

INSTRUCCIONES

- 1. Responde las siguientes preguntas:
 - > ¿El coeficiente de permeabilidad es variable respecto de la carga hidráulica?
 - > ¿Por qué o a que atribuye que el perfil de la superficie libre del agua sea una curva descendente?
- 2. Buscar valores del Coeficiente de permeabilidad para diferentes materiales en libros de Hidrogeología, Hidrología subterránea, Geología o Mecánica de suelos. De acuerdo a esos valores, que tipo de material fue el utilizado durante la práctica.
- 3. Dibuja la superficie libre de saturación a partir de los datos registrados en la Tabla 1.2
- 4. Redactar una Conclusión de la práctica.