

## ACTIVIDAD INVESTIGATIVA INTERDISCIPLINARIA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

### APORTE PARA EL LABORATORIO DE SUELOS

Un grupo de alumnos de primer semestre, se integra al proyecto de investigación de tipo técnico-experimental llamado "CONSTRUCCION Y CALIBRACION DE LOS PERMEAMETROS DE CABEZA CONSTANTE Y DE CABEZA VARIABLE", con destino al laboratorio de suelos.

La investigación está a cargo de los alumnos de semestre XII Hugo Rubiano Barreto, Gabriel Amado Pardo, Nelson David Maldonado Correa y Javier Berdugo Páez, bajo la dirección del ingeniero Alvaro Correa Arroyave, profesor de Mecánica de Suelos.

La orientación metodológica la ejerce la Licenciada Alicia Torres Muñoz, a través de las clases de Metodología de la Investigación y la Asesoría de proyectos de grado.

El siguiente artículo sintetiza parte de la información necesaria para elaborar la propuesta correspondiente al permeámetro de Cabeza Variable y fue realizado por estudiantes de primer semestre B como práctica de investigación básica.

## PERMEAMETRO DE CABEZA VARIABLE

*Carlos Alberto Tafur*  
*Edwin Alberto Zúñiga*  
*Juan Carlos Velandia*  
*Carlos Sánchez Rodríguez*  
*Diana Lorena Merchán*

El permeámetro de cabeza variable es un aparato usado para medir la permeabilidad en suelos relativamente finos, tales como arenas finas y limos o mezclas de estos materiales no plásticos.

Consta de las siguientes partes: (ver figura 1).

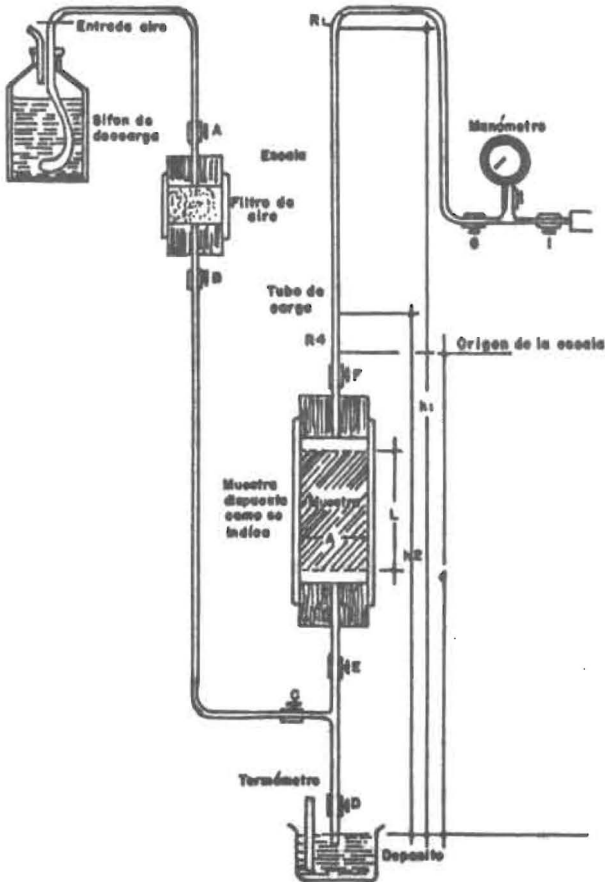


FIG. 1. Dispositivo detallado del permeámetro de carga variable

Las dimensiones de los permeámetros pueden seleccionarse entre límites muy amplios, dependiendo del tamaño y carácter de las muestras escogidas o disponibles. Los tubos de carga y los alimentadores pueden tener casi cualquier altura que se desee.

Los permeámetros, y concretamente el de carga variable, pueden usarse sólo en suelos relativamente permeables, generalmente arenas y limos o mezclas de esos materiales, no plásticos.

### **1. La permeabilidad de los suelos y su importancia**

Para saber cómo funciona el aparato es importante tener un concepto claro sobre la permeabilidad y su incidencia en los proyectos de ingeniería relacionados con el área de suelos.

La permeabilidad es una característica del suelo consistente en la mayor o menor posibilidad con que el agua puede fluir a través de los vacíos continuos del suelo (Márquez Cárdenas, 1988, p. 119). La permeabilidad de los suelos tiene un efecto decisivo en la formación del criterio del ingeniero proyectista; adicionalmente es un factor que incide en la elaboración de los cálculos, en el costo y las dificultades que puedan presentarse en diversas operaciones constructivas. Además de esto es lo que gobierna los asentamientos de las estructuras.

Determinación de la permeabilidad. La permeabilidad de un suelo puede medirse en el laboratorio o en el terreno; las determinaciones de laboratorio son mucho más fáciles de hacer que las determinaciones in situ ya, que permiten estudiar la relación entre la permeabilidad y la relación de vacíos cuando no se dispone de la facilidad técnica para realizar los trabajos de medición en el campo.

Entre los métodos utilizados en laboratorio para la determinación de la permeabilidad están:

1. El ensayo de carga constante.
2. El ensayo de carga variable.
3. La medida directa o indirecta mediante una prueba edométrica.

Como es necesaria una permeabilidad relativamente grande para obtener buena precisión en la prueba de cabeza variable, ésta se limita a suelos permeables, las pruebas edométricas que se suelen realizar generalmente con suelos plásticos y de permeabilidad baja. La prueba de permeabilidad con cabeza constante se utiliza con todos los tipos de suelos.

La velocidad de consolidación de un suelo depende directamente de la permeabilidad, así pues, utilizando las relaciones apropiadas se puede calcular la permeabilidad a partir de la medida de la velocidad de consolidación. Esta determinación dista mucho de ser precisa debido a que existen varios factores que la pueden afectar, tales como la temperatura, la relación de vacíos, etc.

### **2. Orígenes de los estudios de permeabilidad**

El flujo de agua a través de medios porosos, es de gran interés en la mecánica de suelos, está gobernado por una ley descubierta en 1865 por Henry Darcy quien investigó las características del flujo del agua a través de filtros, formados precisamente por materiales terrosos lo cual es particularmente afortunado para la aplicación de los resultados de la investigación a la mecánica de suelos.

### 3. Coeficiente de permeabilidad - Método de la cabeza variable

En este método se busca determinar el grado de humedad en suelos finos (arenas finas con limos o arcillas).

Los elementos que se emplean para elaborar dicho permeámetro son: Un (1) aparato de permeabilidad, un (1) cronómetro, un (1) termómetro, un (1) temple con mástil y soporte para agarrar tubos de ensayo y una (1) bureta. Este método ha sido desarrollado por economía ya que el experimento para determinar la permeabilidad de suelos finos puede durar varios días.

La diferencia con el permeámetro de cabeza constante está dada por el gran consumo de agua que éste demanda. El permeámetro de cabeza constante es utilizado para suelos gruesos. El de carga variable es de gran importancia ya que es para suelos finos, y teniendo en cuenta que, estamos en una zona donde predomina el suelo de este tipo, como es la Sabana de Bogotá donde hay una gran cantidad de edificaciones, es de prever el comportamiento de los asentamientos de estas estructuras.

En ensayos de larga duración se debe controlar la evaporación de la tubería de entrada y evitar la evaporación y/o drenaje de la tubería o recipiente de salida. Una forma de solución a esto es mantener cubierto el recipiente de la tubería de entrada con un globo de caucho parcialmente inflado. Para controlar el drenaje o evaporación de salida se debe sumergir la tubería de salida en un recipiente con agua.

### 4. Coeficiente de permeabilidad de suelos

La determinación correcta del coeficiente de

permeabilidad es de fundamental importancia para los cálculos del proyectista en problemas de mecánica de suelos. (Juarez Badillo, p. 197).

Existen dos tipos de métodos principales para la obtención de este coeficiente: directos e indirectos. Los directos simplemente tienen por finalidad el cálculo de este coeficiente, los indirectos obtienen su valor mediante ciertas pruebas, pero buscan otros fines.

Para el cálculo de la constante de permeabilidad se ha de tener en cuenta la correlación entre ciertos factores presentes y que ejercen notoria influencia en el valor del coeficiente.

Factores como el tamaño de gránulos y de los poros de ciertos materiales pueden determinar relativamente el alto o bajo grado de permeabilidad. La temperatura del agua presente en el terreno también puede alterar la constante de permeabilidad.

Para obtener la fórmula del coeficiente de permeabilidad se ha experimentado durante mucho tiempo con arenas uniformes de diámetros comprendidos entre 0.1 y 3 mm.

Factores que influyen en la permeabilidad. El coeficiente de permeabilidad que se utiliza en los cálculos es la velocidad de un fluido que se filtra a través de una sección unitaria del suelo. El valor de la permeabilidad depende de las características del fluido y del suelo.

*Factores que determinan la permeabilidad de los suelos:*

1. Influencia de la relación de vacíos del suelo; es posible analizarla teóricamente.
2. Influencia de la temperatura del agua. Para poder comparar fácilmente los resultados de las pruebas de permeabilidad es conveniente referirnos a una temperatura

constante, normalmente a 20°C.

#### *Errores probables:*

3. Influencia de la estructura y la estratificación. Un suelo suele tener permeabilidades diferentes en estado inalterado y remoldeado.

Pueden observarse variaciones importantes en la permeabilidad debido a que en el remoldeo quedan libres partículas de suelo y que el agua al fluir las mueve y reacomoda, hasta obturar los canales; en otras ocasiones son arrastradas al exterior de la muestra, causando la turbidez del agua de salida. En tales casos el coeficiente de permeabilidad variará durante la prueba. En general los suelos con coeficiente de permeabilidad comprendido entre 10.5 y 10.3 cm/sg son los que presentan el peligro de permitir el desplazamiento de las partículas por efecto de las fuerzas de filtración.

4. Influencia de la presencia de agujeros, fisuras, etc, a causa de efectos naturales, pueden cambiar las características de permeabilidad de los suelos, convirtiéndose aún la arcilla más impermeable en material poroso.

1. El agua debe haber sido desaireada antes de ejecutar las pruebas y mantenida en esa condición. Si esto se hace correctamente, existe poca posibilidad de que el aire cause un error de consideración: esta posibilidad se reduce mucho usando la acción del vacío después de que el material se satura.
2. La relación del área del tubo de carga a la del espécimen es muy pequeña (frecuentemente del orden 0.01), requiere una determinación muy cuidadosa del área del tubo de carga.
3. La temperatura debería medirse en el agua en el momento en que atraviesa la muestra, en lugar de hacerlo en el agua del recipiente inferior.
4. La estratificación y compactación no uniforme de la muestra puede hacer que la permeabilidad de la misma disminuya.
5. La estructura de la muestra puede verse afectada por una saturación demasiado rápida, excepto en lo que se refiere al error causado por el aire atrapado. Las restantes fuentes de error no suelen ser de gran influencia en el valor numérico del coeficiente de permeabilidad.

#### **BIBLIOGRAFIA**

BADILLO JUAREZ, Eulalio. RICO RODRIGUEZ, Alfonso. Fundamentos de la mecánica de suelos. 3ª ed. México, Limusa. 1975.

Flujo del agua en suelos. México, Limusa. 1975. et. il.

CHEN, IU Hua. Foundations on expansive soils. Amsterdam Elsevier. 1975. 280 p. II.

LAMBE T, William. WHITMAN, Robert V. Mecánica de suelos. México, Editorial Limusa. 1976, 582 p.

TERZAGHI, Karl. B. DECK, Ralph. Mecánica de suelos en la ingeniería práctica. 2ª ed.

\* \* \* \* \*