

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL



Universidad Veracruzana

PRÁCTICA DE PERMEAMETRO DE CARGA VARIABLE

Revisión julio 2023: Dr. Armando Aguilar Meléndez, Dr. Alejandro García Elías, Mtra. Amanda Elizabeth Salan Reyes, Mtro. Raymundo Ibáñez Vargas, Dr. Andrés Reyes Vivanco e Ing. José Luis Sánchez Amador

CONTENIDO

Descripción de la prueba	1
Objetivo	2
Equipo y materiales	3
Preparación de la muestra	4
Procedimiento	5
Cálculos y resultados	7

PRACTICA PERMEAMETRO

DESCRIPCION DE LA PRUEBA

Esta prueba se utiliza para determinar el coeficiente de permeabilidad de suelos relativamente impermeables, tales como mezclas de arena, limo y arcilla; limos con arcilla o arcillas simplemente.

El coeficiente de permeabilidad para estos suelos varía de 10^{-4} a 10^{-9} cm/seg .

El equipo usado es un permeámetro de carga variable, el cual está provisto de un cilindro que almacena el agua al igual que el aire, al cual se le aplica presión para que el agua fluya a través de la manguera para llegar a la ante muestra compuesta por un tubo de acrílico donde se aloja el material que sirve como filtro, y también consta de otro tubo de acrílico donde se tiene la muestra y una pipeta en la cual se toma el tiempo que tarda el líquido en filtrarse a través de la muestra de arcilla.

Es necesario llenar la cámara de confinamiento, depositando la muestra de suelo en capas no mayores de cms, procurando una compactación uniforme. Para determinar el número de golpes por cada capa se puede emplear la siguiente formula de la energía de compactación.

$$E = \frac{W_0 H_0 N}{V_c}$$

Donde:

E: Energía de compactación; en $kg\text{-cm}/cm^3$

W_0 : Peso del martillo en kg.

H_0 : Altura de caída en cm.

N: Número total de golpes.

V_c : Volumen total de la probeta compactada en cm^3 .

Para poder llenar la tabla de cálculo para saber el coeficiente de permeabilidad del suelo, tenemos que calcular antes que nada la densidad de sólidos (S_s) y determinar la relación de vacíos (e) así pues se dan a conocer los siguientes pasos para poder obtener la densidad de sólidos.

OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba es esencialmente para el estudio de la permeabilidad en suelos finos, el equipo a utilizar que es el permeámetro de carga variable a alta presión es el más adecuado para probar materiales de baja permeabilidad, debido a que las dimensiones del aparato puedan ajustarse de manera que las medidas de carga y de tiempo pueden efectuarse con gran precisión dentro de una amplia variación de los valores del coeficiente de permeabilidad.

La función del permeámetro es aminorar el tiempo en que tarda el agua en fluir a través de la muestra de suelo; pues la presión que se le suministra tiende a que el líquido se filtre con mayor rapidez a través de la muestra de suelo y se toma el tiempo en que tarda en descender el agua en la pipeta y esta se filtra a través de la muestra y así saber qué cantidad de agua se suministra a la muestra.

Esto es de gran utilidad para el ingeniero civil en cuanto al estudio de suelos con respecto a las propiedades hidráulicas y las características de drenaje de los materiales del subsuelo. Cabe mencionar que Darcy, dentro de sus investigaciones, uso un equipo similar a este permeámetro, en donde se estudiaba la velocidad de descarga, definida como la cantidad de agua que se filtraba en una unidad de tiempo, hallando el coeficiente de permeabilidad.

Entonces podemos decir que el objetivo principal de esta prueba es determinar el coeficiente de permeabilidad de estos suelos (suelos finos: arcillosos, etc.)

EQUIPO Y MATERIALES

- Permeámetro de carga variable a alta presión el cual está constituido por:
 1. Cilindro contenedor de agua y aire (Cap. 2280 cm^3)
 2. Regulador de presión con manómetro, entrada del aire (12 kg/cm^2)
 3. Llave de mariposa, que permite la entrada del agua por la parte superior. (1/4")
 4. Manómetro para medir la presión del agua (14kg/cm^2)
 5. Mangueras que conducen el agua a presión ($\Theta= 3/8"$)
 6. Cámara de confinamiento para el filtro (196.35 cm^3)
 7. Cámara de confinamiento para la muestra (196.35 cm^3)
 8. Pinza para sostener la pipeta
 9. Varilla de 80 cm de altura para el cilindro
 10. Angulo de soporte de 80cm de altura para el cilindro
 11. Pipeta de 4 ml
 12. Base que sostiene el permeámetro (40 x 30 cm)
 13. Llave de paso que conecta la muestra (1/2")
 14. Llave que conecta la cámara de filtro con la cámara de la muestra ($1/4"$)
 15. Llave de paso que permite el paso del agua filtrada en la muestra.
 16. Llave superior del cilindro que permite el paso del agua y aire (1/2")
 17. Llave que permite el paso del aire a la pipeta (1/4")

PREPARACION DE LA MUESTRA

1. Después de que la muestra fue tamizada en la malla #40 se procede a pesar la muestra, una cantidad de 60 grs. en un crisol de vidrio.
2. Después del pesado de la muestra se le agrega 40% de agua.
3. Se amasa durante 15 a 20 minutos tratando de que la muestra absorba toda el agua posible teniendo una muestra homogénea.
4. Se vacía en el vaso de la chocomilera y se le agrega agua hasta la marca señalada y se deja licuar de 15 a 20 minutos.
5. Se toman dos matraces calibrados, a uno se le agrega agua y se pone en baño maría mientras que al otro matraz queda afuera del baño maría sin agua y los dos se conectan a una manguera que va a la bomba de vacío, para la extracción de aire que hay en el interior del matraz.

PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

1. Para comenzar las pruebas de permeabilidad de un suelo, tenemos que llenar el tanque para eso necesitamos el agua previamente desairada, el tanque se llena por la parte superior, abriendo una llave mariposa, al mismo tiempo se abre la galga del regulador de presiones para que el aire circule a través del tanque al igual que la llave de paso permitiendo así el flujo libre del agua.
2. Después de que el tanque este lleno, se procede a cerrar la llave de mariposa, la llave de paso, la galga del regulador de presión posteriormente se conecta el compresor previamente cargado de aire al regulador de presión del permeámetro.
3. Una vez terminado el paso dos se procede a abrir la cámara de acrílico uno, para el llenado de arena, se llena de arena previamente tamizada en la malla #40, se compacta con el apisonador dándole 15 golpes a cada capa, de un centímetro, hasta llenar se cierra la cámara perfectamente para evitar las fugas de aire y agua. El filtro de arena sirve para retener las burbujas de aire y sales del agua.
4. Después del llenado del filtro de arena, se procede al llenado de la cámara de acrílico donde va a contener la muestra de suelo, se abre la cámara y posteriormente se llena por capas de dos centímetros apisonándolas dándole 17 golpes a cada capa de la muestra a estudiar, se cierra la cámara.
5. Una vez llenado las dos cámaras se procede a abrir la llave del compresor previamente cargado de aire, teniendo cerrado el regulador de presión del permeámetro, posteriormente se procede a abrir las dos llaves de paso, la que está en la parte inferior del tanque que conecta al filtro de arena, al mismo tiempo la llave que conecta el filtro de arena con la muestra y se deja abierta la llave de la parte inferior de la muestra, se comienza a regular la presión para que el agua fluya a través del filtro de arena y esta llegue

parte inferior y al mismo tiempo suba a través de la pipeta cuando el agua empiece a fluir constantemente a través de la muestra en estudio, se cierra la llave de paso inferior que tiene conectada una manguera, que desaloja el agua a un recipiente de almacenamiento.

6. Se cierran todas las llaves de paso mencionadas anteriormente, ya teniendo el agua en la pipeta a la altura deseada de cero a cuatro mililitros, se procede a abrir las llaves de paso de la parte superior del cilindro y la llave que se encuentra a un lado del manómetro para dar paso al aire del tanque regulando la presión con la galga dependiendo de la saturación de la muestra; teniendo abierta la llave inferior de la muestra provocando que el agua descienda a través de la pipeta y se filtra a través del suelo, tomando el tiempo transcurrido en que desciende el agua y se toma el tiempo al igual que las distancias, ya que el comportamiento del suelo es diferente debido a la plasticidad del mismo saturándose rápidamente, provocando que no haya filtración constante.

Teniendo el tiempo y las cargas o alturas se procede a los cálculos para encontrar el coeficiente de permeabilidad.

CALCULOS Y RESULTADOS

El uso de muestras inalteradas presenta la dificultad adicional de cerrar el espacio entre la muestra y el cilindro de acrílico confinante, de tal manera que sea prácticamente impermeable en relación con la permeabilidad de la muestra.

El uso de la parafina para tal fin no ha sido satisfactorio, por la escasa adherencia de este material con el suelo húmedo, aun cuando la parafina se coloque en capas delgadas, dejándola endurecer lentamente, reduciendo así a un mínimo su contracción, se ha observado sistemáticamente, sobre todo en pruebas largas la separación de la parafina respecto al suelo cubierto. Cuanto menor sea la permeabilidad del suelo, el error resulta mayor.

La carga neta que produce el flujo es la suma de la carga de la columna de agua y la carga constante debida a la presión de aire. El agua penetra por la cara inferior de la antemuestra que hace la función de filtro evitando las burbujas de aire y fluye hacia arriba a través de ella saliendo hacia la muestra en estudio.

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Región Poza Rica – Tuxpan

HOJA DE CALCULO, FORMULAS Y RESULTADOS OBTENIDOS

PERMEABILIDAD CON CARGA VARIABLE DE ALTA PRESION		
Procedencia: Col. Anáhuac		Identificación de lab. CL
Banco: <u>1</u>	Pozo: <u>1</u>	Profundidad: <u>2.00 m</u>
Muestra : <u>1</u>	Estado: <u>natural</u>	Fecha: <u>28 de febrero al 14 de marzo de 2005</u>
DATOS INICIALES		
Permeámetro no. <u>1</u>	Recipiente no. <u>1</u>	
Diámetro del permeámetro = <u>5cm</u>	Tara + peso muestra: <u>143.88 grs.</u>	
Longitud de la muestra. L = <u>10 cm</u>	Tara : <u>88.13 grs.</u>	
Área de muestra. A = <u>19.63 cm²</u>	Peso de la muestra seca <u>W_s = 55.75 grs.</u>	
Volumen de la muestra. V = LA = <u>196.35 cm</u>	Relación de vacíos, $e = \frac{V_v}{V_s}$	
Densidad de la muestra: <u>S_s = 2.35</u>	e: <u>1.01</u>	
Determinada X	Estimada	

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
Región Poza Rica – Tuxpan

t seg	2.3(LA/At) cm/seg	H1 cm	HC cm	H2 cm	H/2 cm	P Kg/cm2	Tw Kg/ cm3	LOG	KT cm/seg	K20 cm/s eg
79.00	0.00885431	14.20	0.344	10.65	12.08	6	0.001	3.77902482	3.35 x 10 ⁻²	3.35x 10 ⁻²
171.00	0.00409059	10.65	0.344	7.10	8.531	6	0.001	3.77876831	1.55 x 10 ⁻²	1.63x 10 ⁻²
188.00	0.00372069	7.10	0.344	3.55	4.981	6	0.001	3.77851164	1.41 x 10 ⁻²	1.48x 10 ⁻²
332.00	0.00210690	14.20	0.344	0	6.756	6	0.001	3.77863999	7.96 x 10 ⁻³	7.96x 10 ⁻³
93.60	0.00747319	14.20	0.344	10.65	12.08	6	0.001	3.77902482	2.82 x 10 ⁻²	2.82x 10 ⁻²
563.40	0.00124155	14.20	0.344	0	6.756	6	0.001	3.77863999	4.69 x 10 ⁻³	4.69x 10 ⁻³
300.60	0.00232698	14.20	0.344	0	6.756	6	0.001	3.77863999	8.79 x 10 ⁻³	8.79x 10 ⁻³
127.20	0.00549914	14.20	0.344	4.40	8.956	6	0.001	3.77879902	2.08 x 10 ⁻²	2.08x 10 ⁻²
								TOTAL=	1.13 x 10 ⁻¹	1.14x 10 ⁻¹
								PROMEDIO=	1.67 x 10 ⁻²	1.6x 10 ⁻²

Área de la pipeta, a = 0.6 cm²

El suelo que se estudio en el laboratorio es un suelo CL el cual esta clasificado como: Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas y arcillas pobres.