

CURSO 4
FLUJO DE AGUA EN SUELOS FUNDAMENTOS Y APLICACIONES

TEMA 1
FUNDAMENTOS SOBRE FLUJO DE AGUA EN SUELOS

Profesor C. Espinoza

EJERCICIOS

Ejercicio 1

Una muestra inalterada de suelo arenoso pesa originalmente 484.68 g. Los tamaños característicos de esta muestra de suelo son de 6 cm en su diámetro y 10.61 cm de largo. La muestra se seca en un horno durante 24 horas a 110 C. Al final de este proceso la muestra pesó 447.32 g. Considere que el material predominante en este suelo es cuarzo cuya densidad es igual a 2.65 g/cm³. Determine la densidad aparente (ρ_b), razón de vacíos (e), contenido de agua (θ y w), porosidad (n) y porcentaje de saturación de la muestra ($S = \theta/n$).

Ejercicio 2

La razón de vacíos (e) de una muestra de suelo arcilloso no consolidado es 1.19. Determine su porosidad.

Ejercicio 3

La porosidad de una muestra de arena de cuarzo es 38.41%. Determine su densidad aparente. Considere que la densidad del cuarzo es igual a 2.65 g/cm³.

Ejercicio 4

Usando la información de la distribución de tamaños para una muestra de suelo que se presenta en la Tabla 4.1 se desea determinar:

- a) Preparar una curva de distribución de tamaños para esta muestra.
- b) ¿Es ésta una muestra bien-distribuida o mal-distribuida?
- c) Clasificar esta muestra de suelo.
- d) ¿Cuál sería un valor adecuado para la porosidad de este suelo?

Tabla 4.1
Análisis Granulométrico

US Estándar	Diámetro (mm)	Masa Retenida (g)
3/8	9.5	49.95
4	4.75	26.70
8	2.36	25.29
16	1.18	50.58
30	0.6	72.57
40	0.425	25.50
100	0.15	33.60
200	0.075	7.53
< 200	< 0.075	8.28
	Masa Total	300.00

Ejercicio 5

Tres muestras de suelos fueron utilizadas para realizar un análisis granulométrico siguiendo las indicaciones de la ASTM. Para cada muestra de suelo se dispone de 500 gramos de material, lo que permitió obtener los resultados que se indican en la Tabla 5.1.

En forma independiente se llevó a cabo la determinación de la porosidad en terreno lo que indicó un valor de 0.37, 0.25 y 0.20 para las muestras 1, 2 y 3, respectivamente.

Tabla 5.1
Resultados de Análisis de Laboratorio (gramos)

MUESTRA #1		MUESTRA #2		MUESTRA #3	
MALLA	PESO RETENIDO	MALLA	PESO RETENIDO	MALLA	PESO RETENIDO
6	45.2	6	25.1	10	18.7
10	105.1	10	52.4	16	70.3
12	180.6	16	58.3	20	45.2
16	107.8	20	72.9	30	44.1
20	39.5	30	113.6	40	34.2
30	16.6	40	89.3	60	72.5
40	2.2	60	52.2	100	45.1
60	1.9	100	28.8	140	52.6
100	1.0	140	4.6	200	26.2
FONDO	0.1	FONDO	2.8	FONDO	91.1

A partir de la información anterior determine el coeficiente de uniformidad, U , de cada uno de los suelos. ¿Cuál de ellos es el más adecuado para ser usado en el diseño de un filtro de grava ($U < 4$)?

Determine la conductividad hidráulica de cada una de las muestras. Considere una temperatura del agua de 25°C. Utilice las expresiones empíricas de Hazen, Kozeny y Breyer.

Cuál sería la “conductividad hidráulica” de un combustible de alto octanaje cuya viscosidad cinemática es igual a $1.4864 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ a 25°C. Compare para los tres suelos indicados en la Tabla 5.1.

EXPRESIONES EMPIRICAS PARA CÁLCULO DE CONDUCTIVIDAD HIDRÁULICA

$$K = \frac{\rho \cdot g}{\mu} \cdot C \cdot f(n) \cdot d_{10}^2 = \frac{g}{\nu} \cdot C \cdot f(n) \cdot d_{10}^2$$

METODO	C	$f(n)$	OBSERVACIONES
Hazen	$6 \cdot 10^{-4}$	$1 + 10 \cdot (n - 0.26)$	$U < 5$ $0.1 \text{ mm} < d_{10} < 3 \text{ mm}$
Kozeny	$8.3 \cdot 10^{-3}$	$\frac{n^3}{(1-n)^2}$	Arena gruesa
Breyer	$6 \cdot 10^{-4} \cdot \log\left(\frac{500}{U}\right)$	1	$1 < U < 20$ $0.06 \text{ mm} < d_{10} < 0.6 \text{ mm}$

g	Aceleración de gravedad	m/s^2
ν	Viscosidad cinemática	m^2/s
d_{10}	Diámetro efectivo	mm
n	Porosidad	-
U	Coefficiente de Uniformidad	-

Fuente: Kresic, N. Quantitative Solutions in Hydrogeology and Groundwater Modelling. 1997.