



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
ACADÉMIA DE GEOTECNIA



GUÍA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS III

Los exámenes departamentales tienen el objetivo de garantizar que se cumpla el programa de estudios de esta materia. Es recomendable contestar la presente guía para considerar los mínimos conocimientos que el profesor debe enseñar y que el alumno debe conocer, para la comprensión de otras asignaturas de Geotecnia y de Ingeniería Civil.

UNIDAD I- CAPACIDAD DE CARGA Y CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS EN CIMENTACIONES PROFUNDAS.

1. Calcular la capacidad de carga última de un grupo de cuatro pilotes, separados 5 veces su lado. Los pilotes son de concreto hidráulico reforzado, de sección cuadrada 35 cm por lado, de 15 m de longitud. La estratigrafía resumida, se describe a continuación:
0.0 - 2.0 m Arcilla de consistencia blanda a media. Peso volumétrico de 16 kN/m³; cohesión de 45 kPa; ángulo de fricción interna de 3°.
2.0 - 6.0 m Arcilla de consistencia blanda a muy blanda. Peso volumétrico de 15 kN/m³; cohesión de 15 kPa; ángulo de fricción interna nulo.
6.0 - 10.0 m Arcilla de consistencia muy blanda. Peso volumétrico de 13 kN/m³; cohesión de 25 kPa; ángulo de fricción interna nulo.
10.0- 17.0 m Arcilla de consistencia blanda a muy blanda. Peso volumétrico de 14 kN/m³; cohesión de 25 kPa; ángulo de fricción interna nulo.
17.0- 25.0 m Arcilla arenosa de consistencia media a dura. Peso volumétrico de 17 kN/m³; cohesión de 120 kPa; ángulo de fricción interna de 18°.
25.0- 30.0 m Arena de compacidad media a fina. Resistencia a la penetración estándar de 50 golpes. El nivel de aguas freáticas se localiza a 2.0 m de profundidad.
2. Para la estratigrafía anterior, y para un solo pilote de 45 x 45 cm de sección, determinar la magnitud de la fricción negativa, si la longitud del pilote es de 25 m y soporta una carga de 250 kN.
3. Calcular la capacidad de carga última de un pilote de concreto que fue hincado por medio de golpes, previa perforación para garantizar su verticalidad y nivel de la punta. El pilote es de sección triangular de 35 cm por lado y de 18 m de longitud. La estratigrafía se resume a continuación:
0.0 - 3.0 m Arcilla de consistencia blanda a media. Peso volumétrico de 15 kN/m³ cohesión de 55 kPa; ángulo de fricción interna de 7°.
3.0 - 12.0 m Arcilla de consistencia blanda a muy blanda. Peso volumétrico de 14.1 kN/m³ cohesión de 60 kPa; ángulo de fricción interna nulo.
12.0 - 17.0m Arcilla de consistencia muy blanda. Peso volumétrico de 13.5 kN/m³; cohesión de 28 kPa; ángulo de fricción interna nulo.
17.0 - 30.0m Arcilla de consistencia blanda a muy blanda. Peso volumétrico de 13.7 kN/m³; cohesión de 33 kPa; ángulo de fricción interna nulo.
El nivel de aguas freáticas se localiza a 3.0 m de profundidad.
4. Calcular el número de pilotes necesarios para soportar una carga de 3 MN.
0.0 - 6.0 m Arena fina, de color gris oscuro; resistencia a la penetración estándar de 20 golpes.
6.0 - 11.0 m Arena media, de color gris claro; resistencia a la penetración estándar de 10 golpes.
11.0 - 16.0 m Arena fina, de color gris, resistencia a la penetración estándar de 15 golpes.
16.0 - 21.0m Arena gruesa a fina, de color gris oscuro a gris claro; resistencia a la penetración estándar de 7 golpes.
21.0 - 25.0 m Arena fina, de color gris oscuro; resistencia a la penetración estándar de 9 golpes.
25.0 - 30.0 m Arena fina, de color gris oscuro; resistencia a la penetración estándar de 18 golpes.
30.0 - 33.0m Andesita sana.
El NAF se localizó a 6.0 m de profundidad.

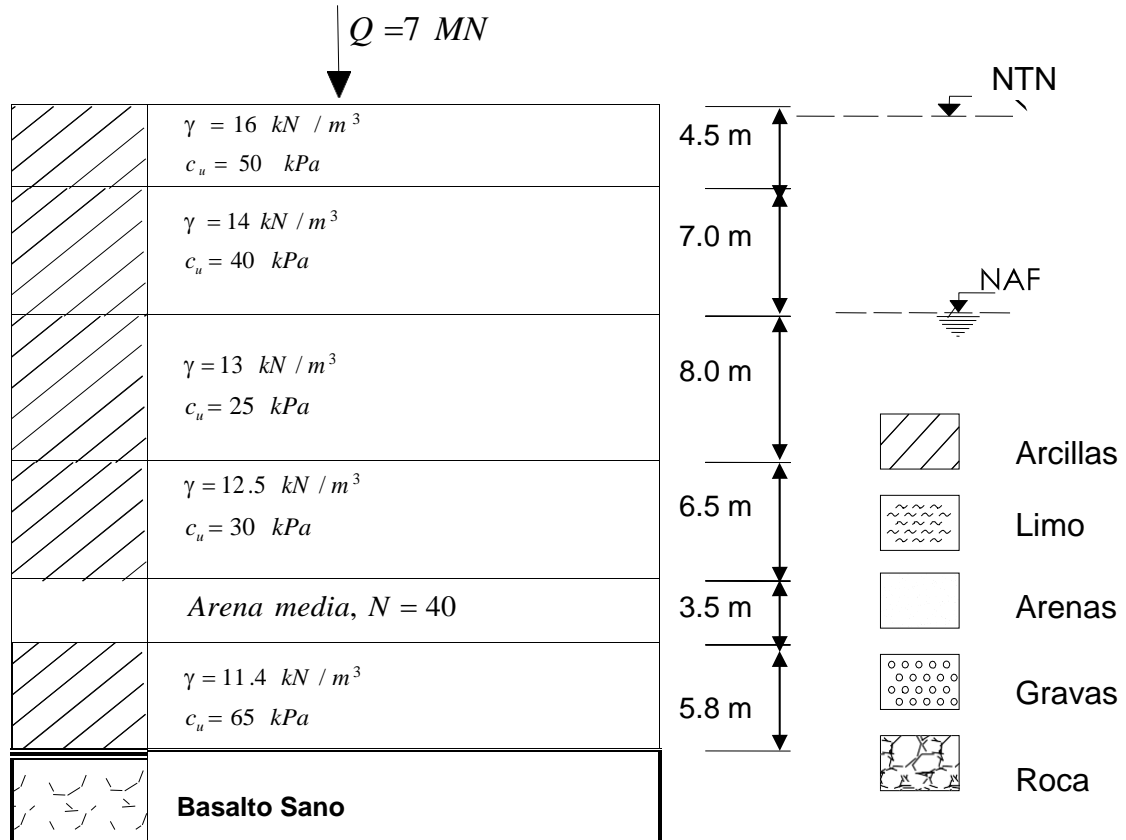


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
ACADÉMIA DE GEOTECNIA



GUÍA DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS III

5. Calcular la capacidad de carga y asentamiento total del grupo de pilotes necesarios para soportar una carga vertical de 7 MN. No se tienen restricciones por la distribución de los pilotes, la longitud de los pilotes no deberá ser mayor de 20.0 m. La estratigrafía del subsuelo se muestra a continuación:



Del laboratorio se reportaron los siguientes resultados:

PROFUNDIDAD (m)	2.25	8.00	15.50	22.75	32.40
PRESIÓN, kPa	OQUEDAD	OQUEDAD	OQUEDAD	OQUEDAD	OQUEDAD
12.5	7.00	10.20	8.20	8.75	9.01
25	6.94	10.03	8.14	8.45	8.93
50	6.75	9.65	7.99	7.91	8.75
100	6.00	7.54	7.75	6.80	8.00
200	3.75	5.62	6.38	5.61	5.88
400	2.05	4.15	4.40	4.63	4.00
200	2.11	4.21	4.50	4.68	4.15
100	2.15	4.25	4.60	4.75	4.20
50	2.40	4.45	4.85	4.82	4.41
25	2.55	4.95	5.03	5.02	4.50
12.5	2.78	5.12	5.11	5.50	4.47

A fin de graficar las curvas de compresibilidad, las oquedades corresponden a las relaciones de vacíos finales de las pruebas de consolidación.

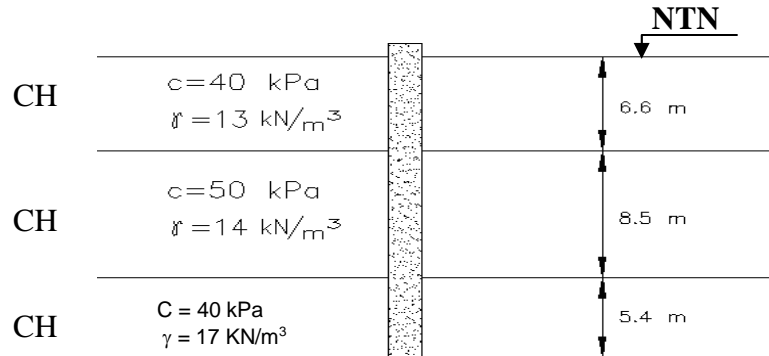


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
ACADÉMIA DE GEOTECNIA



GUÍA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS III

6. Calcular la máxima fricción negativa que se desarrollará en un pilote de sección cuadrada, de 0.40 m de lado, que trabaja por adherencia, hincado en un suelo arcilloso, de consistencia blanda a muy blanda. El pilote soporta una carga vertical de 300 kN.



7. Calcular la capacidad de carga de un pilote, cuya sección corresponde a un triángulo equilátero de 0.3m de lado por 20 m de longitud, instalado en una serie de estratos de arcilla de consistencia blanda a muy blanda, cuyas propiedades índice y mecánicas promedio son: peso volumétrico de 15 kN/m^3 , cohesión de 35 kPa; ángulo de fricción interna nulo. Por consolidación regional se genera una fricción negativa de 250 kN. El factor de seguridad del pilote deberá ser de 1.3.

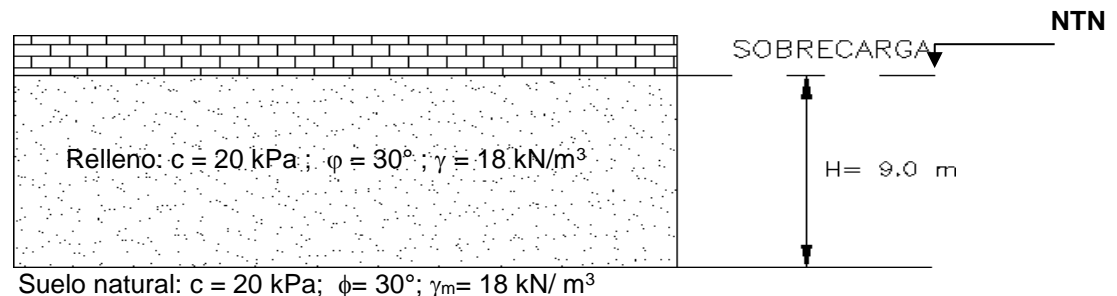
UNIDAD II.- ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN.

8. Se requiere la construcción de un relleno de 12.6 m de altura a partir de la superficie del terreno natural, para ello se proyecta la construcción de un muro. Si se cuenta con los siguientes datos:

Peso Volumétrico del relleno compacto	19.1 kN/m ³
Ángulo de fricción interna del relleno	24°
Cohesión del relleno	12.3 kN/m ²
Superficie del relleno	Horizontal
Capacidad de carga admisible del terreno natural	
Sobre el que se desplantará el muro	250 kN/m ²

Proponer las dimensiones y tipo de muro, para factores de seguridad de 2.0 a 3.0 contra volteo, deslizamiento y por capacidad de carga. Considere que el muro contará con un sistema de filtros y drenes necesarios para evitar la acumulación de agua en el suelo del relleno.

- El factor de seguridad contra volteo.
 - El factor de seguridad contra el deslizamiento.
 - Factor de seguridad por capacidad de carga.
9. Dimensionar un muro de contención y revisar sus factores de seguridad contra deslizamiento, volteo y capacidad de carga. En la superficie del relleno se tendrá una sobrecarga uniformemente distribuida de extensión infinita de 30 kPa, coeficiente sísmico de 0.40.





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
ACADÉMIA DE GEOTECNIA



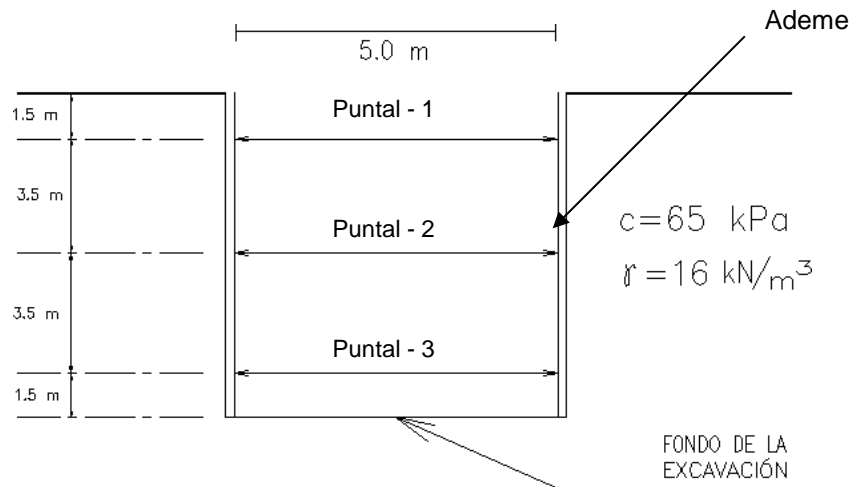
GUÍA DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS III

10. Determinar los factores de seguridad contra volteo y deslizamiento del muro de 14 m de altura, bajo las siguientes condiciones y con un coeficiente sísmico de 0.17.

ESTRATO No.	ESPESOR m	PESO VOL. kN/m^3	COHESIÓN kN/m^2	ÁNG. DE FRIC. Grados
1	4.7	14.5	6.0	20
2	6.8	17.6	27.0	15
3	7.4	20.0	100.0	30

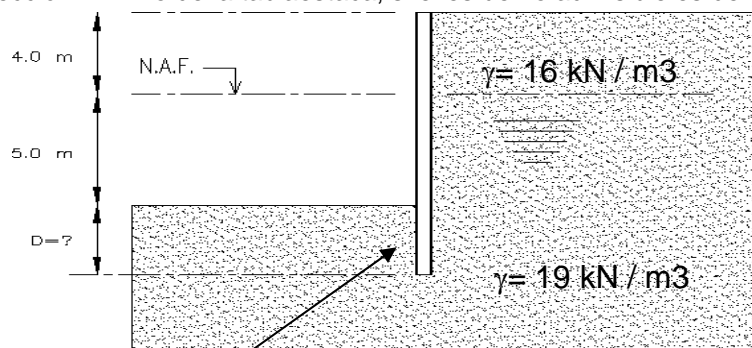
El muro deberá estar en voladizo, ser de concreto armado, y empotrado 2.50 m dentro del tercer estrato. Proponer las dimensiones del muro que cumplan con los factores de seguridad mínimos.

11. Dibujar la envolvente de presión de tierras, calcular las cargas en cada puntal y además calcular el factor de seguridad contra la falla de fondo. La separación en planta de los puntales es de 4.5 m a ejes y la longitud de la excavación es de 10.0 m.



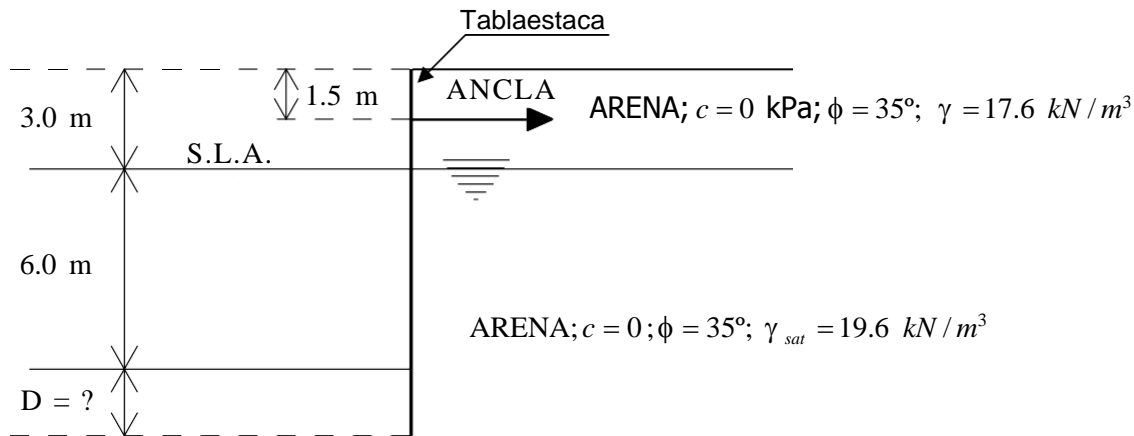
12. Para una tablestaca en voladizo que se hincó en arena limpia con cohesión nula y ángulo de fricción interna de 32° , se requiere calcular:

- La profundidad teórica de empotramiento.
- El módulo de sección mínimo de la tablestaca, si el esfuerzo admisible es de 170 MPa.

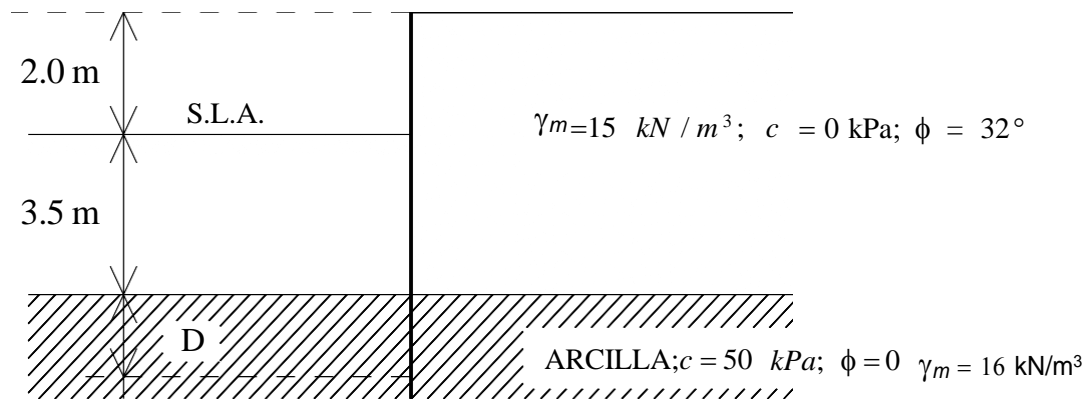




13. Para la tablaestaca indicada en la figura calcular la profundidad de empotramiento, la fuerza de anclaje y el momento máximo a la flexión.

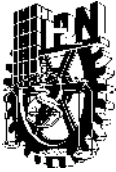


14. Calcular la profundidad teórica y real de empotramiento de una tablaestaca que trabaja en voladizo. Considere que la profundidad real equivale a 1.5 veces la profundidad teórica. Determinar la mínima sección, si el esfuerzo admisible a la flexión es de 172 MN/m^2 .



UNIDAD III.- MEJORAMIENTO MECÁNICO DE SUELOS.

15. Defina **compactación**. ¿Qué diferencias existen entre compactación y consolidación?
16. ¿Qué propiedades físicas y mecánicas se mejoran al compactar el suelo?
17. ¿En qué consiste el método de compactación Proctor?
18. ¿Es posible variar la energía de compactación de la prueba Proctor?
19. ¿Cuál es la función del agua en el proceso de compactación?
20. ¿Cuántas variantes de la prueba Proctor se emplean en nuestro país, en qué consisten esas variaciones y en qué casos se utilizan cada una de ellas?
21. Dibujar la relación entre diferentes energías de compactación y el contenido de agua.
22. ¿Cómo se verifica la compactación de un suelo?



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
ACADÉMIA DE GEOTECNIA



GUÍA DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS III

23. ¿Qué es el grado de compactación y Por qué se emplea el peso volumétrico seco y no el húmedo?
24. ¿Cómo se verifica el grado de compactación en gravas y boleos?
25. ¿Qué parámetros importantes del suelo intervienen en la selección del equipo de compactación?
26. Para la construcción de un terraplén de 5 m de altura, explique el ¿Por qué? el suelo que seleccione representará un mejor comportamiento mecánico, si sus pesos volumétricos secos varían de la siguiente manera:

Suelo Tipo	Peso Volumétrico Seco Compacto kg / m ³
A	1400
B	1600
C	1700
D	1800

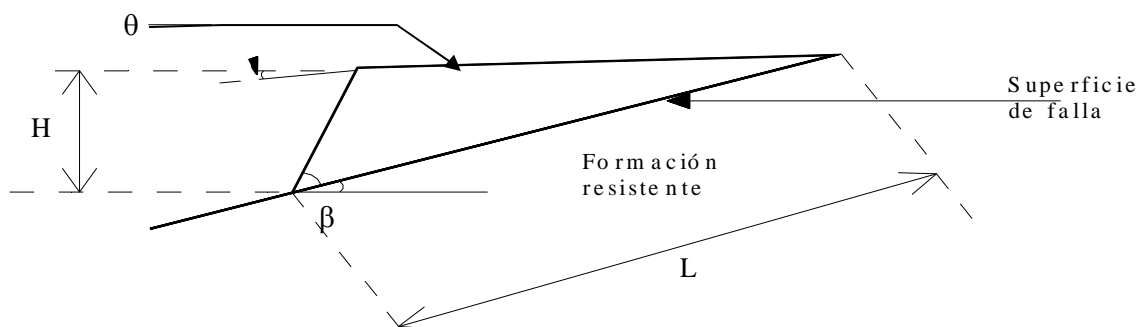
27. ¿Cómo se calcula la curva de saturación en una prueba Proctor?
28. Calcular y dibujar la curva de compactación y la curva de saturación a partir de los siguientes datos:

Tipo de prueba:	Proctor Estándar	Altura de caída del martillo:	31.5 cm
Peso de molde:	1,200 g	Número de capas:	3
Volumen de molde:	946 cm ³	Número de golpes por capa:	¿?
Peso martillo:	2,400 g	Densidad del suelo:	2.65

Peso molde + suelo húmedo, g	2,516.8	2,706.0	2,926.4	2,885.8	2,621.8
Cápsula número	12	23	42	15	67
Peso de la cápsula, g	9.11	10.01	9.32	9.21	9.35
Peso cap + suelo húmedo, g	15.47	19.30	21.30	22.17	24.13
Peso cap + suelo seco, g	14.73	18.12	19.66	20.19	21.75

UNIDAD IV .- ESTABILIDAD DE TALUDES.

29. ¿Qué es un talud y qué partes lo conforman?
30. ¿Qué es una falla de translación y qué es una falla de rotación?
31. ¿Cómo se define la estabilidad de un talud?
32. Determinar la altura máxima que, teóricamente, puede alcanzar un talud conformado de arena limpia, si el ángulo del talud y el ángulo de fricción interna son iguales.
33. Determinar la expresión para evaluar la estabilidad del talud que se presenta a continuación; si en la superficie de falla la resistencia al esfuerzo cortante depende de la cohesión y el ángulo de fricción interna.



- ☞ La guía de estudios es una propuesta del colegio de profesores de la asignatura.
- ☞ Cualquier duda favor de aclararla con su profesor.

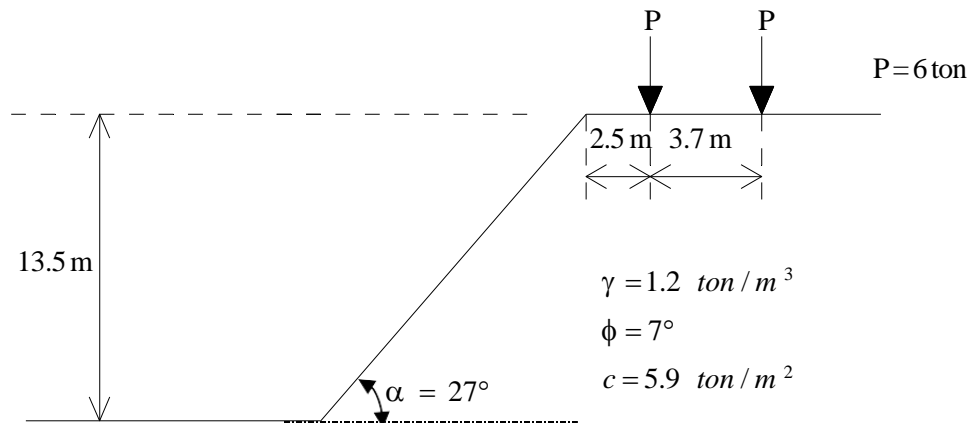


INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
ACADÉMIA DE GEOTECNIA



GUÍA DE ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS III

34. Determinar el factor de seguridad del talud anterior considerando que la cohesión es nula.
35. Por el método de las dovelas, calcular el factor de seguridad del siguiente talud homogéneo con su terreno de cimentación.



36. Determinar el ángulo del talud, necesario para efectuar una excavación de 17 m de profundidad. El factor de seguridad deberá estar en el orden de 1.5, sobre la corona del talud actuará una sobrecarga uniforme de 5 ton/m²; en la zona el coeficiente sísmico es de 0.35.

$\gamma = 1.4 \text{ ton/m}^3; \phi = 17^\circ; c = 2.5 \text{ ton/m}^2$	
$\gamma = 1.7 \text{ ton/m}^3; \phi = 25^\circ; c = 6.8 \text{ ton/m}^2$	
$\gamma = 2.1 \text{ ton/m}^3; \phi = 10^\circ; c = 8.2 \text{ ton/m}^2$	
$\gamma = 1.6 \text{ ton/m}^3; \phi = 36^\circ; c = 12.0 \text{ ton/m}^2$	

37. Se efectuó una excavación ancha a cielo abierto en un terreno de superficie horizontal, adoptando un talud de 30°. La roca se halla a 12 m de profundidad. Cuando la excavación alcanzó los 7.5 m de profundidad, se produjo una falla por deslizamiento del talud. ¿Cuál era la cohesión media de la arcilla cuando se produjo la falla, si su peso volumétrico era de 1.9 ton/m³? ¿A qué distancia del pie del talud se produjo la intersección entre la superficie de deslizamiento el fondo de la excavación?
38. En el caso del problema anterior, supóngase que la roca estuviera a 9 m de profundidad. ¿Cuál sería en esta circunstancia la cohesión media de la arcilla y el tipo de falla que se tendría?
39. Se debe efectuar una excavación de 9 m de profundidad, en una arcilla blanda suprayacente a una capa resistente situada a 12 m debajo de la superficie original del terreno. La arcilla tiene un peso volumétrico de 1.82 ton/m³ y una cohesión de 3.5 ton/m². ¿Con qué ángulo del talud el factor de seguridad será unitario?
40. En una arcilla blanda de peso volumétrico de 1.92 ton/m³ y cohesión de 1.25 ton/m² se está excavando una zanja con taludes de 80°. ¿Hasta que profundidad puede llegarse antes de que se presente una falla? ¿A qué distancia del borde superior del talud, el círculo de deslizamiento, interceptará el terreno natural?



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
ACADÉMIA DE GEOTECNIA



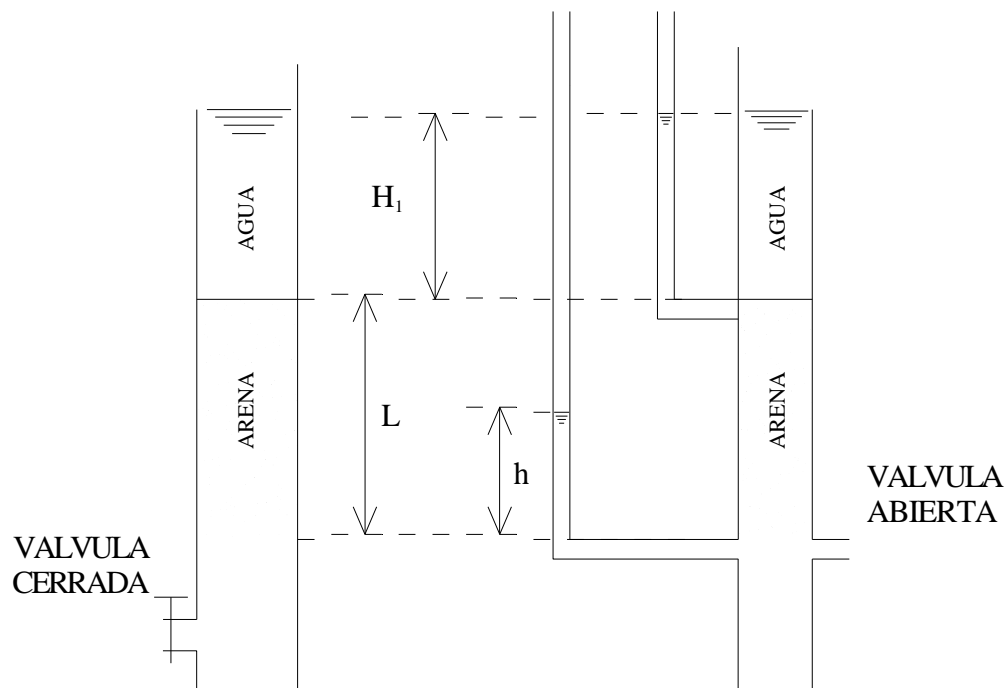
GUÍA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS III

La estratigrafía de una arcilla consta de tres estratos horizontales de 4.5 m de espesor cada uno. Los valores de la cohesión para la capa superior, central e inferior son, respectivamente de 3.0, 2.0 y 1.5 ton/m^2 . El peso volumétrico de los tres estratos es de 1.75 ton/m^3 . En el material se efectúa una excavación con taludes con pendiente 1:3, (vertical: horizontal), hasta una profundidad de 6.0 m. ¿Cuál es el factor de seguridad contra la falla?

Para un factor de seguridad de 1.8, determinar el ángulo del talud de una excavación a cielo abierto de 17 m de profundidad, que se efectuará en un suelo cohesivo - friccionante, cuyos parámetros de resistencia al esfuerzo cortante son: cohesión de 40 kPa, ángulo de fricción interna de 10° y el peso volumétrico es de 15 kN/m^3 . La superficie del terreno es horizontal y soportará una sobrecarga de 40 kPa. A 22.0 m de profundidad, se localiza un estrato de basalto.

UNIDAD V .- INTRODUCCIÓN AL FLUJO DE AGUA EN SUELOS

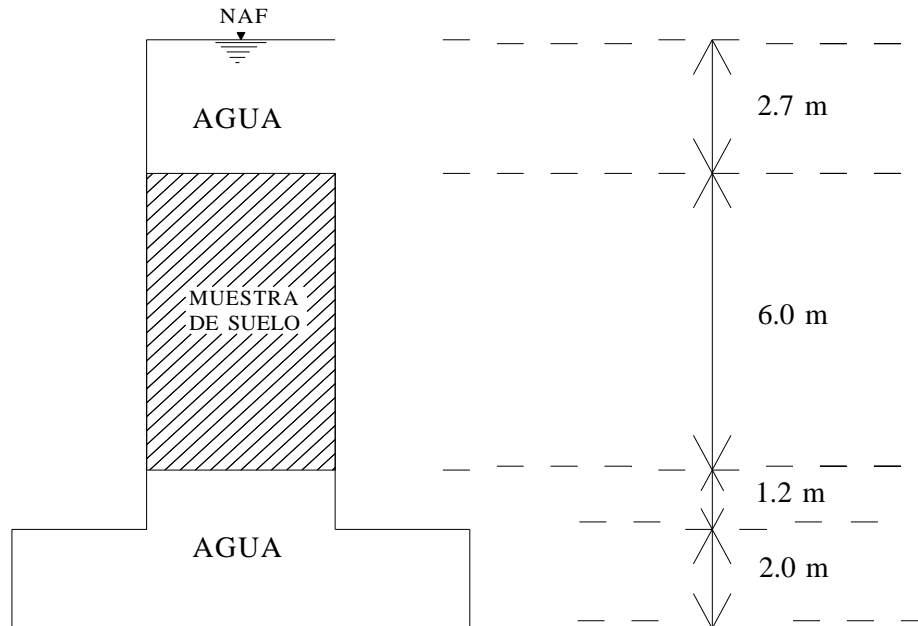
43. ¿Qué es el gasto de filtración? ¿Qué es gradiente hidráulico? ¿A qué se le llama fuerza de filtración?
44. Defina:
- | | |
|-------------------|---------------------------------|
| a. Línea de flujo | c. Red de flujo |
| b. Equipotencial | d. Gradiente hidráulico crítico |
45. ¿Por qué la red de flujo resulta por medio de cuadros curvilíneos?
46. Dados dos cilindros con arena, ambos con una válvula en la parte inferior, pero uno de ellos con la válvula cerrada y el otro con la válvula abierta, tal que el agua puede fluir a través de la arena. Dibujar los diagramas de presiones hidrostáticas e hidrodinámicas. ¿Cuáles son las principales diferencias entre estos dos diagramas?



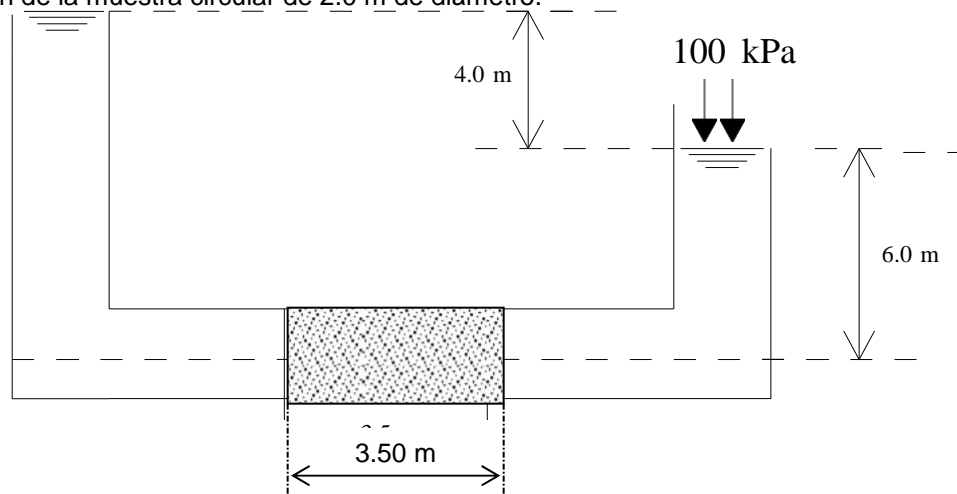


47. Calcular los diagramas de cargas hidráulicas total, de posición y de presión, velocidad de filtración de los siguientes permeámetros:

a)



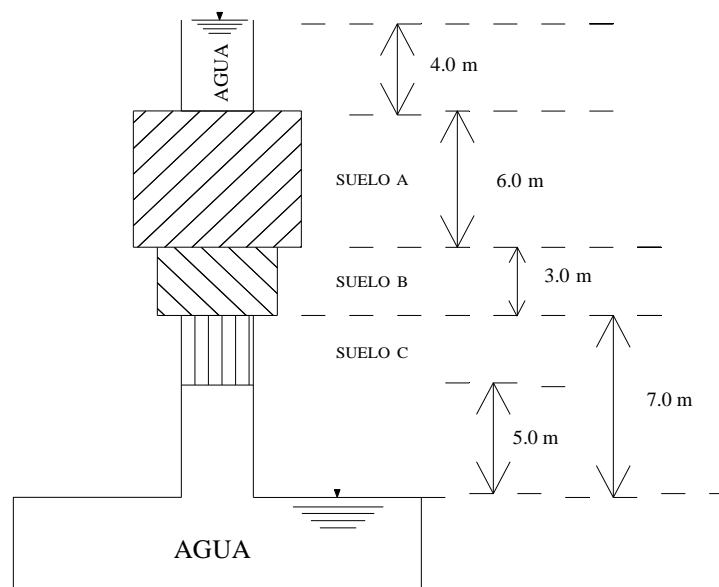
b) La sección de la muestra circular de 2.0 m de diámetro.





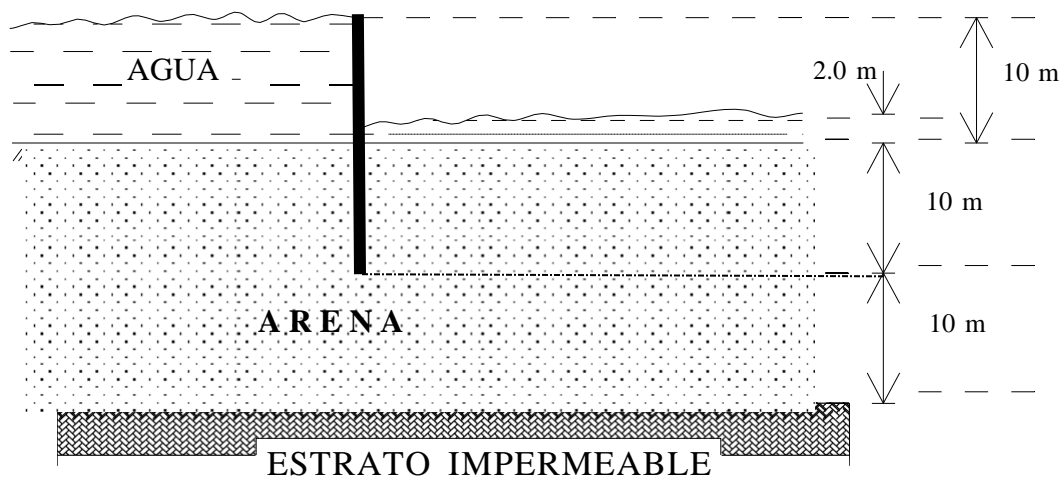
c) Características del suelo y secciones del Permeámetro.

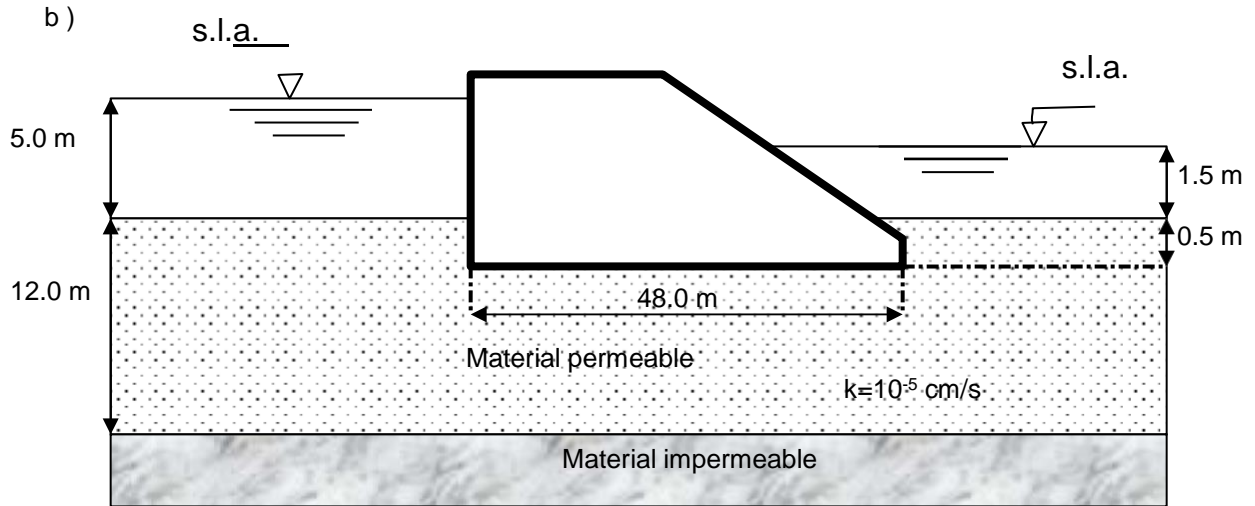
SUELO TIPO	ÁREA m^2	POROSIDAD %	PERMEABILIDAD $k, \times 10^5 \text{ cm/s}$
A	6.0	60	8.5
B	4.0	50	4.0
C	2.0	30	2.3



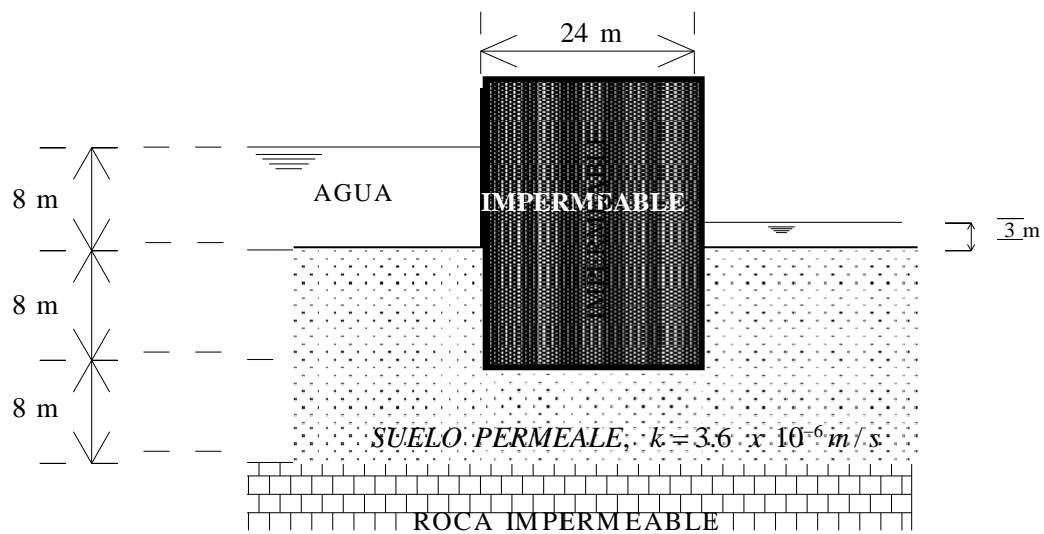
48. Trazar la red de flujo y calcular el gasto de filtración, subpresión y gradiente de salida que se presentará en las siguientes regiones de flujo:

a)



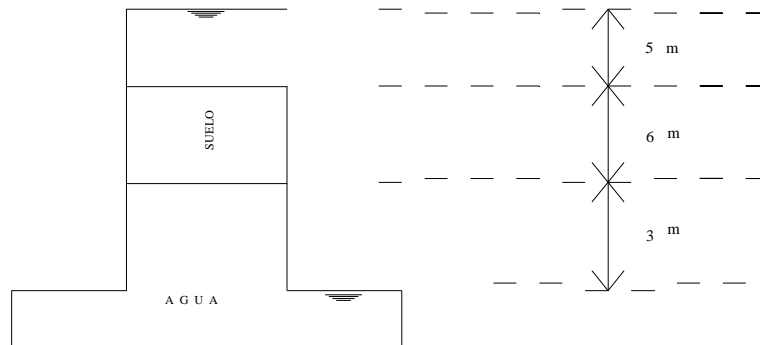


49. Trazar la red de flujo, calcular el gasto de filtración. Asimismo, dibujar la variación de la subpresión y su magnitud, debajo de la estructura impermeable.

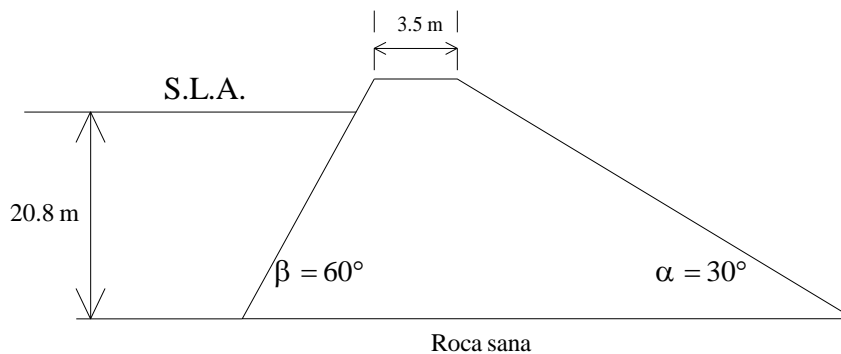




50. Trazar la red de flujo, calcular el gasto de filtración, comprobar con la Ley de Darcy. El coeficiente de permeabilidad del suelo es $k = 5.4 \times 10^{-5} \text{ cm/s}$.
- Permeámetro es de sección cuadrada, lado 1.5 m
 - Permeámetro de sección circular, diámetro de 2.0 m

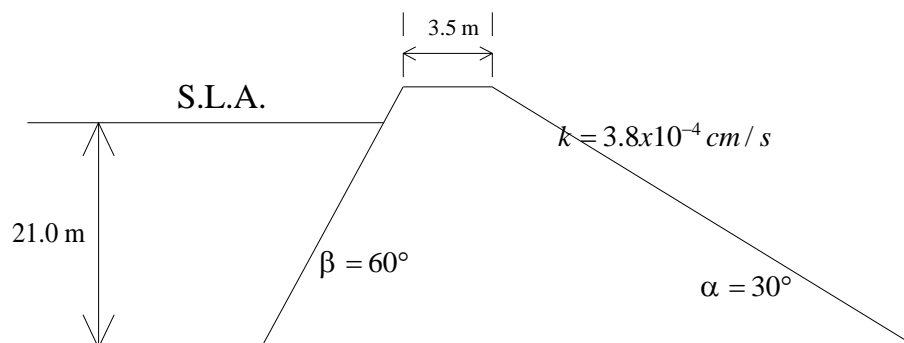


51. Trazar la línea de corriente superior y la red de flujo. Bordo libre de 1.4 m.



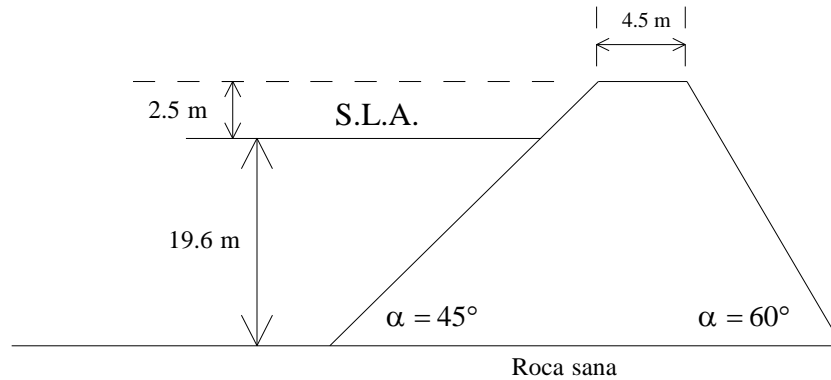
52. Calcular el gasto de filtración que pasará a través de las siguientes presas:

a)





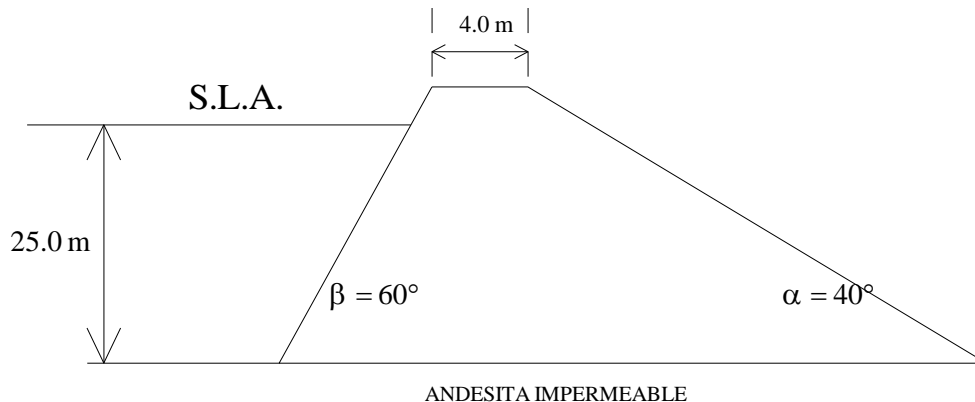
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
UNIDAD ZACATENCO
ACADÉMIA DE GEOTECNIA
GUÍA DE ESTUDIOS DE MECÁNICA DE SUELOS III



b) Bordo libre de 1.4 m

53. Calcular el gasto de filtración de la siguiente presa de materiales graduados. Considerar que los materiales son isótropos en la permeabilidad.

BIBLIOGRAFIA:



- ▮ Juárez E. y Rico A., “**Mecánica de Suelos Tomos I, II y III**”, Editorial Limusa
- ▮ Juminkis A, “**Soil Mechanics**” Edit. Van Nostrand
- ▮ Poulos H, y Davis E., “**Pile Foundation Analysis and Design**”, Editorial Limusa
- ▮ Lambe T. y Whitman R., “**Mecánica de Suelos**”, Editorial Limusa
- ▮ Bowles J, “**Foundation Analysis and Design**”, Editorial Mc Graw Hill
- ▮ Marshal R. y Resendiz D., “**Presas de Tierra y Enrocamiento**”, Editorial Trillas
- ▮ S.M.M.S., “**El Subsuelo y la Ingeniería de Cimentaciones en el Área Urbana del Valle de México**”, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.
- ▮ Terzaghi K., “**Theoretical Soil Mechanics**”, Editorial Wiley
- ▮ S.M.M.S., “**Manual de Análisis y Diseño de Pilas y Pilotes**”, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.
- ▮ S.M.M.S., “**Manual de Cimentaciones Profundas**”, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.
- ▮ S.M.M.S., “**Reunión Conjunta de Consultores y Constructores de Cimentaciones Profundas**”, Sociedad Mexicana de Mecánica de Suelos.