

# MANUAL MANEJO Y CONSERVACIÓN DE SUELOS AREA CIVIL



Guatemala, segundo semestre 2022

## PROGRAMACIÓN DE ACTIVIDADES

DÍA	HORARIO	ACTIVIDAD
Lunes	08:00-12:00	<b>Práctica 1:</b> Identificación de los suelos
Martes	08:00-12:00	<b>Práctica 2:</b> Empuje del suelo
Miércoles	8:00–12:00	<b>Práctica 3:</b> Peso específico del suelo
Jueves	08:00-12:00	<b>Práctica 4:</b> Capacidad soporte del suelo
Viernes	8:00-12:00	Examen Final

### Materiales individuales necesarios para las prácticas de Manejo y Conservación de suelos

Practica	Material
<b>1</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Tabla digital de Norma ASHTOO (American Association of state High-Way and transportation). Para clasificación de suelos.</li> <li>● Tabla digital de norma SUCS (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos) para la clasificación de suelos,</li> <li>● Calculadora científica</li> <li>● Hojas en blanco</li> <li>● Lápiz y lapiceros</li> <li>● Gotero</li> <li>● Agua</li> <li>● 3 muestras de diferentes suelos (1lb de cada muestra)</li> <li>● 1 rollo de papel mayordomo</li> </ul>
<b>2</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hojas en blanco</li> <li>● Calculadora científica</li> <li>● Lápiz</li> </ul>
<b>3</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hojas en blanco</li> <li>● lápiz</li> <li>● 1 lb de parafina (Por grupo de 20 estudiantes)</li> <li>● 1 bloque de suelo de 10 cm * 10 cm * 10 cm (Grupo de 3 estudiantes)</li> <li>● Cuchillo o espátula (Grupo de 3 estudiantes)</li> <li>● Olla para calentar parafina (Por grupo de 20 estudiantes)</li> <li>● 1 m de lana o lazo delgado (Grupo de 3 estudiantes)</li> </ul>
<b>4</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Hojas en blanco</li> <li>● Calculadora científica</li> <li>● Lápiz</li> </ul>

## INSTRUCCIONES PARA REALIZAR LA PRÁCTICA

Se trabajará en grupos con un máximo de seis personas, asignando un coordinador por grupo que sea mayor de edad. Deberán atenderse las siguientes **indicaciones**:

1. Presentarse puntualmente a la hora de inicio de laboratorio (aplica a clase teórica o práctica) ya que en ese momento se cerrará la puerta y se procederá a realizar el examen corto. Al terminar dicho examen se dejará entrar a las personas que llegaron tarde (no más de 15 minutos tarde), pero sin derecho a examinarse. **SIN EXCEPCIONES.**
2. Cada uno de los integrantes del grupo debe presentar su propio manual de laboratorio todos los días.
3. Contar con los implementos de seguridad y los conocimientos adecuados:
  - papel mayordomo para la limpieza.
  - Conocer la teoría de la práctica a realizar.
  - **Respeto dentro del laboratorio hacia los catedráticos o compañeros.**

La falta a cualquiera de los incisos anteriores será motivo de una inasistencia.

4. No se permite el uso de teléfono celular dentro del laboratorio, visitas durante la realización de la práctica, hablar a través de las ventanas o salirse sin previo aviso.
5. Se prohíbe terminantemente comer, beber, fumar o masticar chicle dentro del laboratorio. Éstos también serán motivos para ser expulsado del laboratorio. No se debe consumir reactivos o materiales del laboratorio.
6. Al finalizar la práctica deberá entregar al instructor la hoja con los datos originales, que contiene en una forma breve y concisa todas las observaciones.

## REPORTE DE INVESTIGACIÓN

Las secciones de las cuales consta un reporte para manejo de conservación de suelos, el punteo de cada una y el orden en el cual deben aparecer son las siguientes:

a. Carátula.....	0 puntos
b. Objetivos.....	20 puntos
c. Resumen.....	20 puntos
d. Resultados.....	20 puntos
e. Interpretación de Resultados.....	20 puntos
f. Conclusiones.....	20 puntos
g. Bibliografía.....	0 puntos
Total.....	100 puntos

En caso de no concordar entre la hoja de datos original y los datos u observaciones citados dentro del reporte automáticamente se anulará el reporte.

Por cada falta de ortografía o error gramatical, se descontará un punto sobre cien, todas las mayúsculas se deben de tildar. Es importante dirigirse al lector de una manera impersonal, de manera que expresiones tales como “obtuvimos”, “hicimos”, “observé”, serán sancionadas. Si se encuentran dos reportes parcial o totalmente parecidos se anularán automáticamente dichos reportes.

- a. **OBJETIVOS:** Son las metas que se desean alcanzar en la práctica de investigación. Se inician generalmente con un verbo, que guiará a la meta que se desea alcanzar, los verbos finalizan en AR, ER o IR, ejemplo: reconocer, determinar, etc. Deben ser verbos cuantificables. Únicamente se utiliza un verbo por cada objetivo. Deben estar en concordancia con las conclusiones.
- b. **RESUMEN:** Es una síntesis de lo que se realizó en la práctica de investigación explicando ¿qué se hizo?, ¿cómo se hizo? y ¿a qué se llegó? El contenido debe ocupar media página como mínimo y una página como máximo.
- c. **RESULTADOS:** En esta sección deben incluirse todos los datos obtenidos al final de la práctica. Por ejemplo que tipo de suelo se determinó o cualquier otro tipo de resultado final. Deben presentarse, de preferencia, en tablas debidamente ordenadas para mayor facilidad al interpretar.
- d. **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:** Esta sección corresponde a una demostración, explicación y análisis de todo lo que ocurrió y resultó de la práctica, interpretando de una manera cuantitativa y cualitativa, tanto los resultados como los pasos seguidos para la obtención de los mismos. Aun cuando la discusión se apoya en la bibliografía, no debe ser una transcripción de la misma, ya que el estudiante debe explicar con sus propias palabras y criterio lo que sucede en la práctica. Cuando se haga uso de la teoría en alguna parte de la discusión debe indicarse colocando al final de párrafo (que debe ir entre comillas), la bibliografía de donde se obtuvo la información. La forma de colocarlo es la siguiente: (Ref. 1 Pág. 5). En cuando a los resultados propiamente dichos, deben explicarse el porqué de los mismos. Debe hacerse una comparación entre el resultado experimental y el resultado real de cada objeto de estudio.
- e. **CONCLUSIONES:** Constituyen la parte más importante del reporte. Las conclusiones son “juicios críticos razonados” a los que ha llegado el autor, después de una cuidadosa consideración de los resultados del estudio o experimento y que se infieren de los hechos. Deberán ser lógicos, claramente apoyados y sencillamente enunciados. Esta sección deberá ser extraída de la interpretación de resultados ya que allí han sido razonados y deben de ir numeradas. Se redacta una conclusión por cada objetivo planteado.

- f. **BIBLIOGRAFÍA:** Esta sección consta de todas aquellas referencias (libros, revistas, documentos) utilizados como base bibliográfica en la elaboración del reporte. Deben citarse, como mínimo 3 referencias bibliográficas (**EL INSTRUCTIVO NO ES UNA REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA**), las cuales deben ir numeradas y colocadas en orden alfabético según el apellido del autor. Todas deben estar referidas en alguna parte del reporte. La forma de presentar las referencias bibliográficas es la siguiente:

1. BROWN, Theodore L.; LEMAY, H.Eugene; BURSTEN, Bruce E. *Química la ciencia central*. 7ª ed. México: Prentice-Hall, 1998. 682 p.

### **DETALLES FÍSICOS DEL REPORTE**

- El reporte debe presentarse en hojas de papel bond tamaño carta.
- Cada sección descrita anteriormente, debe estar debidamente identificada y en el orden establecido.
- Todas las partes del reporte deben estar escritas a computadora
- Se deben utilizar ambos lados de la hoja.
- No debe traer folder ni gancho, simplemente engrapado.

### **IMPORTANTE:**

Los reportes se entregarán al día siguiente de la realización de la práctica al entrar al laboratorio SIN EXCEPCIONES. Todos los implementos que se utilizarán en la práctica se tengan listos antes de entrar al laboratorio pues el tiempo es muy limitado. **ES IMPORTANTE TENER TODOS LOS MATERIALES NECESARIOS PARA LA REALIZACIÓN DE LAS PRÁCTICAS**

## PRÁCTICA No. 1: IDENTIFICACIÓN DE LOS SUELOS

### 1. Objetivos:

- 1.1. Identificar los tipos de suelos en campo mediante algún método fácil y práctico para determinar de forma aproximada su tipo, textura, color, y característica.
- 1.2. Diferenciar entre un suelo arcilloso, franco, limo, arenoso por medio del tacto y formación de rollos de suelo húmedo.
- 1.3. Aprender las clasificaciones de suelo según las normas ASHTOO Y SUCS.

### 2. Marco Teórico:

**CONCEPTO DE SUELO:** El suelo es la capa compuesta de materiales orgánicos y minerales que cubren la superficie terrestre, siendo un medio de crecimiento para las plantas superiores con diversas propiedades, como textura, estructura, acidez, las cuales influyen en la producción de plantas.

#### ORIGEN DE LOS SUELOS

¿De dónde provienen los suelos? Los suelos se originan con la acumulación de material parental meteorizado y finamente dividido o separado de la roca madre, y que con su interacción con los organismos vivos se inicia entre ellos la fase constructiva de los procesos de formación del suelo. Así se van diferenciando las capas que descansan sobre el material parental, cada una con espesores que pueden variar desde pocos milímetros hasta varios metros. Las características y el espesor de los suelos dependen de la intensidad con que actúen los procesos de formación, el tiempo que haya durado su acción y la resistencia del material original a sufrir esos cambios. El suelo está formado de sustancias en estado sólido, líquido y gaseoso. La porción sólida está constituida por materiales orgánicos, resultantes de las plantas y animales vivos o muertos, y de sus productos, y materiales inorgánicos o minerales, formados de los residuos de la descomposición de la roca madre.

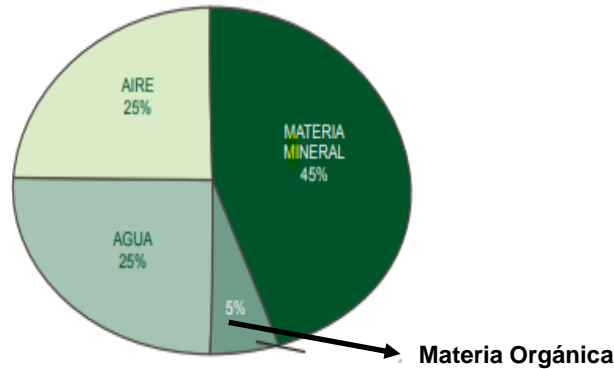
La parte orgánica del suelo está formada de sustancias vivas y muertas, en las cuales se incluyen raíces de plantas, hongos, algas, bacterias, larvas de insectos, roedores. Estos son muy importantes por su capacidad de retención de nutrientes y agua.

La parte líquida del suelo consiste en agua con cantidades variables de materia mineral, de anhídrido carbónico y oxígeno; debido a ella, los nutrientes penetran en las plantas para contribuir a su desarrollo.

La parte gaseosa del suelo también es muy importante; tanto las raíces de las plantas como un número considerable de microorganismos, que desempeñan un papel esencial en los procesos evolutivos del suelo, necesitan cantidades variables

de oxígeno proveniente del aire para su existencia. Como se observa en la Fig. 1, la mayor proporción del suelo está formada de materia mineral, la cual proviene de la descomposición de las rocas.

Fig. 1. Composición de un suelo.  
(Adaptado de Suárez, F. de C.)



### CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

El color del suelo se utiliza para clasificarlo, sirve como indicador de los minerales dominantes presentes en el mismo, además de las condiciones de drenaje, es indicador del contenido y estado de descomposición de la materia orgánica. La herramienta que se utiliza para medir o determinar la coloración del suelo es la tabla Munsell, en ella se muestra una paleta con las diferentes tonalidades que puede tener el suelo y se utiliza comparando la muestra de suelo humedecida contra el color mostrado en la tabla. Según su color, un suelo puede ser:

**Rojo:** Se caracteriza por tener un buen drenaje, pasa mucho tiempo seco.

**Amarillo:** Es suelo que pasa mucho tiempo húmedo, pero no inundado.

**Amarillo con motes oscuros:** Pasa algún tiempo saturado, pero a veces drena.

**Oscuro-gris:** No hay drenaje, pasa todo el tiempo saturado, cubierto con agua.

**Gris pálido:** Es un suelo con poca presencia de materia orgánica, la cual está totalmente descompuesta.

**Negro:** Suelo con un alto porcentaje de materia orgánica descompuesta, presencia de humus.

**Café:** Es un suelo con alto contenido de materia orgánica no descompuesta.

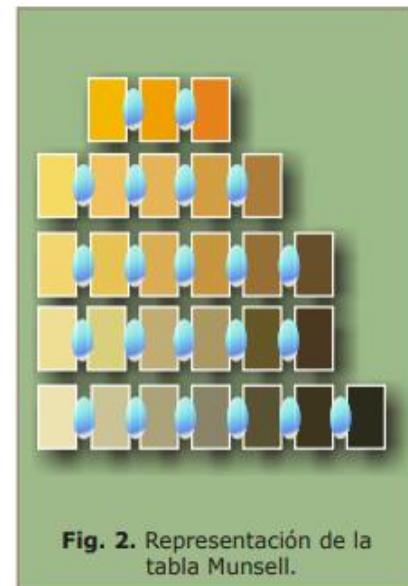


Fig. 2. Representación de la tabla Munsell.



Fig 3. Diferentes texturas de suelo.

Partícula	Tamaño (mm)
Arena	2.0-0.05
Limo	0.05-0.002
Arcilla	< 0.002

## CLASIFICACIÓN DE LOS SUELOS

Existen dos tipos de clasificación de suelos en el área de ingeniería civil:

- Sistema SUCS
- Sistema ASHTOO

### SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUCS (Unified Soil Classification System (USCS)) es un sistema de clasificación de suelos usado en ingeniería y geología para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo. Este sistema de clasificación puede ser aplicado a la mayoría de los materiales sin consolidar y se representa mediante un símbolo con dos letras. Cada letra es descrita debajo (con la excepción de Pt). Para clasificar el suelo hay que realizar previamente una granulometría del suelo mediante tamizado u otros. También se le denomina clasificación modificada de Casagrande.

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos orgánicos y arcilla	Turba y suelos altamente orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Si el suelo tiene entre un 5-12% de finos, pasantes del tamiz #200 se considera que ambas distribuciones de granos tienen un efecto significativo para las propiedades ingenieriles del material. Estaríamos hablando por ejemplo de gravas bien graduadas, pero con limos. En esos casos se debe usar doble simbología, por ejemplo: GW-GM correspondiente a "grava bien graduada" y "grava con limo o grava limosa"

Si el suelo tiene más del 15% del peso retenido por el tamiz #4 ( $R_{\#4} > 15\%$ ), hay una cantidad significativa de grava, y al sufijo "con grava" se le puede añadir el nombre del grupo, pero el símbolo del grupo no cambia. Por ejemplo, SP-SM con grava se refiere a "Arena pobremente graduada con limo y grava"

Cuando un suelo presente simbología doble como en los casos mencionados, la primera letra siempre se repetirá. Por ejemplo: SP-SC, el "S"(arena) se repite.



## Sistema unificado de clasificación de suelos y tabla de símbolos:

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO		
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS	Gravas limpias	GW	Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	<p>Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue:</p> <p>Cu=<math>D_{60}/D_{10}&gt;4</math> Cc=<math>(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}</math> entre 1 y 3</p> <p>No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW.</p> <p>Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP&lt;4.</p> <p>Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos límite que requieren doble símbolo.</p>	
		(sin o con pocos finos)	GP	Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Gravas con finos	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
	ARENAS	Arenas limpias	SW	Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.	<p>&lt;5% -&gt; GW, GP, SW, SP. &gt;12% -&gt; GM, GC, SM, SC.</p> <p>5 al 12% -&gt; casos límite que requieren usar doble símbolo.</p> <p>Cu=<math>D_{60}/D_{10}&gt;6</math> Cc=<math>(D_{30})^2/D_{10} \times D_{60}</math> entre 1 y 3</p> <p>Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW.</p> <p>Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP&lt;4.</p> <p>Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble.</p>	
		(pocos o sin finos)	SP	Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		Arenas con finos	SM	Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
	Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	(apreciable cantidad de finos)	SC	Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		
	SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas:		ML	Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.	<p>Ábaco de Casagrande</p>
				CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.	
		Límite líquido menor de 50	OL	Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.		
Limos y arcillas:			MH	Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.		
			CH	Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.		
Más de la mitad del material pasa por el tamiz número 200		Límite líquido mayor de 50	OH	Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.		
Suelos muy orgánicos			PT	Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.		

### CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN AASHTO (ASOCIACIÓN ESTADOUNIDENSE DE FUNCIONARIOS DE CARRETERAS Y TRANSPORTES DEL ESTADO).

Es ampliamente utilizado para clasificar el suelo para la construcción de carreteras, autopistas y aeródromos (pistas de aterrizaje, calles de rodaje) especialmente para material de subrasante. Los requisitos previos del sistema de clasificación de suelos AASHTO son:

1. Análisis mecánico
2. Límite líquido
3. Índice de plasticidad.

Tamaño de grano

1. Grava: fracción que pasa el tamiz de 75 mm y se retiene en el tamiz n. ° 10 (2 mm) de EE. UU.
2. Arena: Fracción que pasa el tamiz # 10 y retiene el tamiz # 200
3. Limo y Arcilla: Fracción que pasa el tamiz # 200

Plasticidad

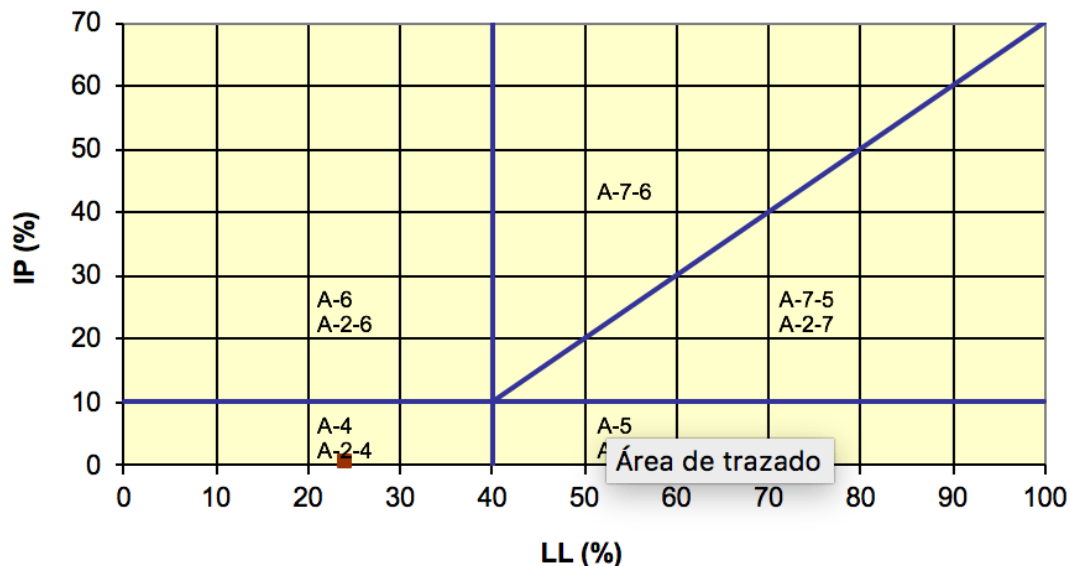
1. El término limoso se aplica cuando las fracciones finas tienen un PI < 10
2. Se aplica el término arcilloso cuando las fracciones finas tienen PI > 11

Nota: Si se encuentran adoquines y rocas (más de 75 mm), se excluyen de la porción de la muestra de suelo en la que se realiza la clasificación. Sin embargo, se registra el% de edad de dicho material.

Grupos

Los suelos se clasifican en ocho grupos, A-1 a A-8. Los grupos principales A-1, A-2 y a-3 representan los suelos de grano grueso y los A-4, A-5, A-6 y A-7 representa suelos de grano fino. A-8 se identifican mediante inspección visual. Los rangos de LL y PI para los grupos A-4, A-5 A-6 y A-7 se muestran en la siguiente figura.

### Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO)



Clasificación fracción limoso-arcillosa (AAHSTO).

Índice de grupo (GI)

Para la evaluación cualitativa de un suelo determinado, también se ha desarrollado un número denominado Índice de grupo.

$$IG = (F_{200} - 35)[0.2 + 0.005(LL - 40)] + 0.01(F_{200} - 15)(IP - 10)$$

Dónde:

F o F 200 es el% de edad que pasa # 200 tamices expresados como número entero (también llamado fracción fina)

- LL es el límite líquido del suelo
- PI es el índice de plasticidad del suelo

Cuanto mayor sea el valor de IG, más débil será el suelo y viceversa. Por lo tanto, la calidad del rendimiento de un suelo como material de subrasante es inversamente proporcional al IG. Un suelo con un IG de cero se considera el mejor. Si la ecuación da un valor negativo para GI, considéralo cero. Siempre redondee el GI al número entero más cercano.

GI = 0 para suelos de los grupos A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5 y A-3. Para los grupos A-2-6 y A-2-7, use GI parcial solo para PI.

$$IG = 0.01(F_{200} - 15)(IP - 10)$$

## DESCRIPCIÓN DE GRUPOS Y SUBGRUPOS

Grupo A-1. El material típico de este grupo es una mezcla bien graduada de fragmentos de piedra o gravas, arena gruesa, arena fina y un aglutinante de suelo no plástico o de plástico ligero. Este grupo también incluye fragmentos de piedra, gravas, arena gruesa, cenizas volcánicas, etc., sin un aglutinante bien clasificado de material fino.

El subgrupo A-1-a incluye aquellos materiales que consisten predominantemente en fragmentos de piedra o grava, con o sin un aglomerante bien clasificado de material fino.

El subgrupo A-1-b incluye aquellos materiales que consisten predominantemente en arena gruesa con o sin un aglomerante de suelo bien graduado.

Grupo A-3. El material típico de este grupo es arena fina de playa o arena fina soplada en el desierto sin finos limosos o arcillosos o con una pequeña cantidad de limo no plástico. Este grupo incluye también mezclas depositadas por la corriente de arena fina mal graduada y cantidades limitadas de arena gruesa y grava.

Grupo A-2 . Este grupo incluye una amplia variedad de materiales “granulares”, que están en el límite entre los materiales que caen en los grupos A-1 y A-3 y los materiales de arcilla limosa del grupo A-4 a A-7. Incluye cualquier material que no supere el 35% del cual pase un tamiz # 200 y que no pueda clasificarse como A-1

o A-3 debido a que tenga un contenido de finos o plasticidad, o ambos, que excedan las limitaciones para esos grupos.

Grupo A-4. El material típico de este grupo es un suelo limoso no plástico o moderadamente plástico, el 75% o más del cual generalmente pasa el tamiz # 200. El grupo también incluye una mezcla de tierra fina y limosa y hasta 64% de arena y grava retenida en el tamiz # 200.

Grupo A-5 . El material típico de este grupo es similar al descrito en el Grupo A-4, pero puede ser muy elástico, como lo indica el límite alto de líquido.

Grupo A-6 . El material típico de este grupo es un suelo de arcilla plástica del 75% o más del cual generalmente pasa el tamiz # 200. El grupo también incluye mezclas de suelo arcilloso fino y hasta 64% de arena y grava retenidas en el tamiz # 200. Los materiales de este grupo generalmente tienen un cambio de volumen alto entre los estados húmedo y seco.

Grupo A-7 . El material típico de este grupo es similar al descrito en el Grupo A-6, pero tiene las características de los límites de líquidos altos del grupo A-5 y puede ser elástico y estar sujeto a grandes cambios de volumen. El subgrupo A-7-5 incluye aquellos materiales que tienen índices de plasticidad moderados en relación con el límite de líquido y que pueden ser altamente elásticos y estar sujetos a cambios considerables de volumen. El subgrupo A-7-6 incluye aquellos materiales que tienen altos índices de plasticidad en relación con el límite de líquido y que están sujetos a cambios de volumen extremadamente altos.

Grupo A-8 . El material típico de este grupo es el suelo de turba y lodo que normalmente se encuentra en áreas obviamente inestables y pantanosas. Caracterizado por:

- Baja densidad
- Alta compresibilidad
- Alto contenido de agua y
- Alto contenido de materia orgánica.

**Tabla 1.7** Sistema de clasificación de suelos de la AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos de la muestra total pasa la malla núm. 200)						
	A-1			A-2			
	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis por mallas (% que pasa)							
Malla núm. 10	50 máx						
Malla núm. 40	30 máx	50 máx	51 mín				
Malla núm. 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx
Para la fracción que pasa							
Malla núm. 40							
Límite líquido (LL)				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad (IP)	6 máx		No plástico	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo usual de material	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limosa o arcillosa			
Clasificación de la capa	Excelente a buena						

Clasificación general	Materiales de limo y arcilla (más de 35% de la muestra total pasa la malla núm. 200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7
Clasificación de grupo				A-7-5 <sup>a</sup> A-7-6 <sup>b</sup>
Análisis por mallas (% que pasa)				
Malla núm. 10				
Malla núm. 40				
Malla núm. 200	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Para la fracción que pasa				
Malla núm. 40				
Límite líquido (LL)	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de plasticidad (IP)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipo usual de material	Principalmente suelos limosos		Principalmente suelos arcillosos	
Calificación subrasante	Regular a malo			

<sup>a</sup>Si  $IP \leq LL - 30$ , la clasificación es A-7-5.

<sup>b</sup>Si  $IP > LL - 30$ , la clasificación es A-7-6.

### 3. PRÁCTICA:

#### Material y Equipo

Cantidad	Descripción de Materiales
1lb/tipo de suelo	Suelo de diferentes tipos (3 tipos de suelo).
1	Gotero
1	Pachón de 500mm lleno de agua
1	Servidora o cuchara grande
3	Libreta y lápiz

#### Expectativas de logro:

- Aprender el tipo, color, y textura que tiene el suelo en el terreno a través de una forma fácil y así tener parámetros de consideraciones al momento de construir por el tipo de suelo que se presente y mantener su conservación.








- Diferencian entre suelo arcilloso, franco, arenoso y sus combinaciones por medio del tacto y formación de rollos de suelo húmedo.

#### 4. Procedimiento:

Identificación de tipos de suelos:

1. Toman una porción de suelo en la mano (aproximadamente del tamaño de una cucharada grande).
2. Agrega agua lentamente con un gotero.
3. Manipulan el suelo con la mano de menor destreza hasta que tome una consistencia pegajosa (la mano más usada es la menos sensible).
4. Manipulan el suelo hasta que toma forma de bola.
5. Tratan de formar algunas figuras con el suelo que se tiene.
6. Basado en el Cuadro 3 siguiente, proceden a clasificar el tipo de textura del suelo.
7. Registran los datos obtenidos.

Cuadro 3. Formas para determinar textura de suelo.

TIPO	CARACTERÍSTICAS	FIGURA
Arenoso	El suelo permanece suelto y separado y puede ser acumulado sólo en forma de pirámide.	A 
Arena Franca	El suelo contiene suficiente limo y arcilla para volverse pegajoso y se le puede dar forma de bola que fácilmente se deshace.	B 
Franco Limoso	Parecido a arena franca, pero se le puede dar forma enrollándolo como un pequeño y corto cilindro.	C 
Franco	Contiene casi la misma cantidad de arena, limo y arcilla. Puede ser enrollado como cilindro de 6 pulgadas de largo aproximadamente, que se quiebra cuando se dobla.	D 
Franco Arcilloso	Parecido al franco, aunque puede ser doblado en forma de "U" sin excederse y no se quiebra.	E 
Arcilla Fina	El suelo puede tomar forma de círculo, pero mostrando grietas.	F 
Arcilla Pesada	El suelo puede tomar forma de círculo sin mostrar ninguna grieta.	G 

## PRÁCTICA No. 2: EMPUJE DEL SUELO

### 1. OBJETIVOS:

- 1.1 Calcular la presión lateral que ejerce el suelo.
- 1.2 Determinar el efecto del agua cuando se encuentra por debajo del nivel superficial.

### 2. MARCO TEÓRICO:

La presión lateral del suelo es la presión que el suelo ejerce en el plano horizontal. Las aplicaciones más comunes de la teoría de presiones laterales en suelos son el diseño de estructuras cimentadas como muros de tierras, zapatas, túneles y para determinar la fricción del terreno en la superficie de cimentaciones profundas.

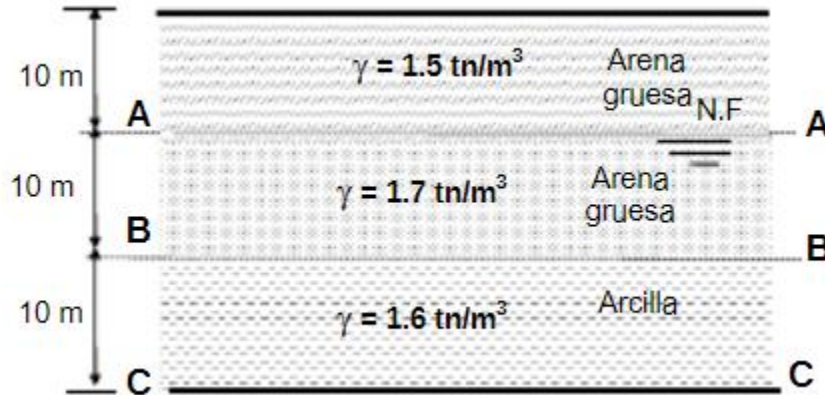
En un punto cualquiera bajo su superficie está sometido a las presiones debidas al peso del terreno que gravita sobre él y, en su caso, a las presiones del agua intersticial. Cuando situamos una carga en la superficie como puede ser el caso de una zapata, se produce en el terreno una modificación en el estado tensional. El incremento de presiones aumenta progresivamente con la profundidad.

Las aplicaciones más comunes de la teoría de presiones laterales en suelos son el diseño de estructuras cimentadas como muros de cimentación, muros de gravedad, etc.

- Presión activa: El estado activo ocurre cuando existe una relajación en la masa de suelo que lo permite moverse hacia afuera del espacio que limitaba la tensión del suelo, esto es porque el suelo está fallando por extenderse. Esta es la presión mínima a la que el suelo puede ser sometida para que no se rompa.
- Presión pasiva: Al contrario, el estado pasivo ocurre cuando la masa de suelo está sometida a una fuerza externa que lleva al suelo a la tensión límite de confinamiento. Esta es la máxima presión a la que puede ser sometido un suelo en el plano horizontal.

### 3. EJEMPLO:

Calcular la presión para cada punto del perfil estratigráfico que se muestra a continuación:



Para calcular la presión, se utilizarán las siguientes ecuaciones:

$$P = \gamma * altura$$

$$P \text{ con agua} = (\gamma \text{ material} - \gamma \text{ agua}) * altura + \gamma \text{ agua} * altura$$

- Presión en el punto A:

$$P = \gamma * altura = 1.5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 10\text{m} = 15 \text{ ton/m}^2$$

- Presión en el punto B

En este punto ya tenemos el nivel freático, por lo que el agua ya estará afectando a la presión.

$$P \text{ con agua} = (\gamma \text{ material} - \gamma \text{ agua}) * altura + \gamma \text{ agua} * altura$$

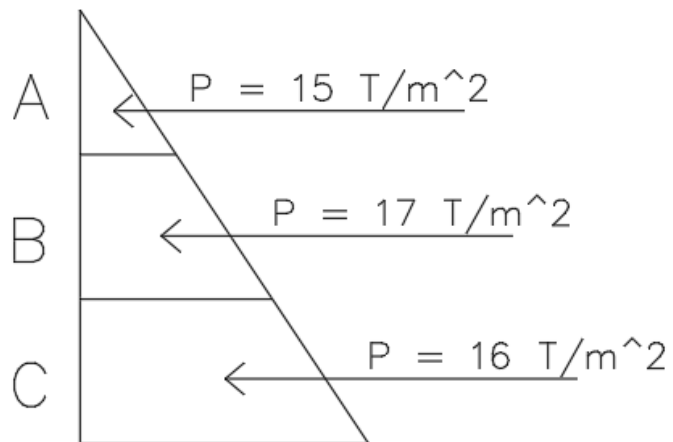
$$P \text{ con agua} = \left(1.7 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} - 1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}\right) * 10\text{m} + \left(1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 10 \text{ m}\right) = 17 \text{ ton/m}^2$$

- Presión en el punto C

$$P \text{ con agua} = \left(1.6 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} - 1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}\right) * 10\text{m} + \left(1 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 10 \text{ m}\right) = 16 \text{ ton/m}^2$$

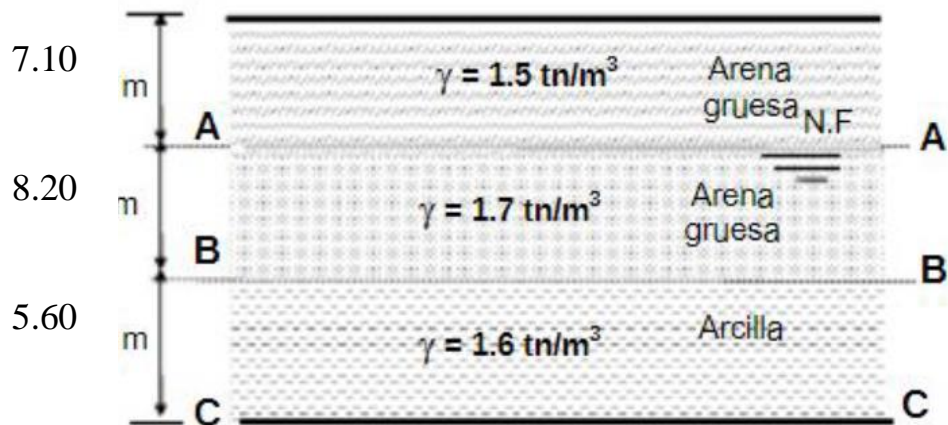
Entonces al final del punto C, se tendrá un triángulo de presiones, cuya presión total será de 46 ton/m<sup>2</sup>.





**4. REPORTAR:**

Calcule las presiones para los puntos A, B y C:



## PRÁCTICA No. 3: PESO ESPECÍFICO DEL SUELO

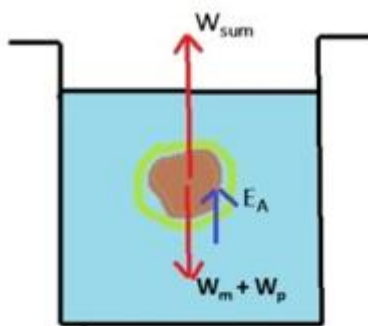
### 1. OBJETIVOS:

- 1.1 Calcular el peso específico de un tipo de suelo
- 1.2 Determinar el volumen de suelo
- 1.3 Reconocer el peso de una muestra inalterada

### 2. MARCO TEÓRICO:

Peso volumétrico del suelo.

Se determina por medio del principio de Arquímedes, es utilizado para los casos cuando el volumen no se conoce. Así pues, el principio de Arquímedes afirma que todo cuerpo sumergido en un fluido experimenta un empuje vertical y hacia arriba igual al peso del fluido desalojado. En la siguiente figura se muestra el suelo parafinado sumergido en agua. (El color amarillo representa la parafina).



Donde:

$W_{sum}$ : Peso sumergido de la muestra

$E_A$ : Empuje

$W_m + W_p$ : Peso de la muestra más el peso de la parafina

Instrumentos:

- Balanza: Se utiliza para determinar el peso de la muestra y el peso de la muestra con parafina.
- Probeta graduada 500 ml: Se utiliza para determinar el volumen del suelo.
- Espátula: nos ayuda a tallar el bloque de suelo.
- Olla pequeña: Sirve para derretir la parafina.

Procedimiento:

1. Debemos de tallar con la espátula nuestro bloque de suelo que cada arista resulte de 2 plg.
2. Una vez tallada la muestra, se procede a pesarla con la balanza y apuntamos el peso.
3. Luego se procede a calentar la parafina y hasta que se encuentre en estado líquido.
4. Ahora debemos de cubrir la mitad del bloque de suelo con parafina y luego la otra mitad, con la espátula aplicamos parafina a las partes faltantes.
5. Con la muestra parafinada nos vamos a la balanza y apuntamos el peso de la muestra con parafina.
6. En seguida llenamos la probeta hasta una altura de volumen conocido y apuntamos el volumen.
7. Luego amarramos la lana al bloque de suelo parafinado.

8. Por último, insertamos el bloque de suelo en la probeta.
9. Registramos el volumen final para calcular el volumen desplazado.

Cálculos:

Peso específico del agua y parafina:

$$\delta_{H_2O} = 1 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

$$\delta_{\text{parafina}} = 0,87 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

Principio de Arquímedes:

$$E_A = W_m + W_p - W_{sum}$$

Otras ecuaciones:

$$E_A = \delta_{H_2O} (V_m + V_p)$$

$$\delta_{\text{parafina}} = \frac{W_p}{V_p}$$

Determinar el peso específico:

$$P.V. = \frac{W_m}{V_m}$$

Material a utilizar

Material y Equipo por Grupos de 5 integrantes

Cantidad	Unidad	Descripción de Materiales
1	Unidad	Bloque de suelo de 10*10*10 cm
1	Libra	Parafina por salón
1	unidad	Cuchillo o espátula
1	unidad	Olla pequeña
1	metro	Lana o lazo delgado

### 3. EJEMPLO:

Determinar el peso específico de suelo para los siguientes datos obtenidos en el laboratorio:

$$W_m = 217.90 \text{ gr}$$

$$W_p = 5.00 \text{ gr}$$

$$W_{sum} = 105.40 \text{ gr}$$

Determinamos el empuje:

$$E_A = W_m + W_p - W_{sum}$$

$$E_A = 217,9 + 5,0 - 105,4$$

$$E_A = 117,5 \text{ gr}$$

Luego encontramos el volumen de la parafina:

$$\delta_{parafina} = \frac{W_p}{V_p}$$

$$0,87 \text{ gr / cm}^3 = \frac{5,0 \text{ gr}}{V_p}$$

$$V_p = 5,75 \text{ cm}^3$$

Ahora calculamos el peso de la muestra:

$$E_A = \delta_{H_2O} (V_m + V_p)$$

$$117,5 \text{ gr} = 1 \text{ gr / cm}^3 (V_m + 5,75 \text{ cm}^3)$$

$$V_m = 111,75 \text{ cm}^3$$

Por último, calculamos el peso específico del suelo:

$$P.V. = \frac{W_m}{V_m}$$

$$P.V. = \frac{217,9 \text{ gr}}{111,75 \text{ cm}^3}$$

$$P.V. = 1,95 \text{ gr / cm}^3$$

#### 4. REPORTAR:

Determinar el peso específico de la muestra de suelo.

## PRÁCTICA No. 4: CAPACIDAD SOPORTE DEL SUELO

### 1. OBJETIVOS:

- 1.1 Reconocer la importancia de la capacidad soporte del suelo.
- 1.2 Calcular la capacidad soporte del suelo para una muestra.

### 2. MARCO TEÓRICO:

En la mecánica de suelos, se denomina capacidad soporte del suelo a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzca un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo.

Las propiedades mecánicas de un terreno suelen diferir entre cargas que varían instantáneamente y cargas casi permanentes. Esto se debe a que los terrenos son porosos, y estos poros pueden estar total o parcialmente saturados de agua. En general los terrenos se comportan de manera más rígida frente a cargas de variación casi instantáneamente ya que estas aumentan la presión intersticial, sin producir el desalojo de una cantidad apreciable de agua. En cambio, bajo cargas permanentes la diferencia de presión intersticial entre diferentes partes del terreno produce el drenaje de algunas zonas.

### 3. EJEMPLO:

Determinar el valor de la capacidad soporte del suelo para un ensayo en el que se obtuvieron los siguientes resultados:

Ángulo de fricción interna  $\phi = 28,17^\circ$

Descripción del suelo = arena fina limosa color café de cementación moderada y consistencia firme:

Densidad seca =  $1,03 \text{ T/m}^2$

Base  $B = 1,50 \text{ m}$

Peso específico del suelo  $\gamma_{\text{suelo}} = 1,43 \text{ T/m}^2$

Ángulo de fricción interna  $\phi = 28,17^\circ = 0,4917 \text{ rad}$

Cohesión  $c' = 0,00 \text{ T/m}^2$

Desplante (Profundidad a la que se extrajo la muestra)  $D_f = 1,50 \text{ m}$

Para cimentaciones cuadradas:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

- Factor de capacidad de carga  $N_c$ :

$$N_c = \cot \phi' \left[ \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi'/2)\tan \phi'}}{2 \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2}\right)} - 1 \right] = \cot \phi' (N_q - 1)$$

$$N_c := \cot(\phi) \cdot \left( \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \cdot \tan(\phi)}}{2 \cdot \left(\cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)\right)^2} - 1 \right) = 32.04$$

- Factor de capacidad de carga  $N_q$ :

$$N_q = \frac{e^{2(3\pi/4 - \phi'/2)\tan \phi'}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

$$N_q := \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \cdot \tan(\phi)}}{2 \cdot \left(\cos\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)\right)^2} = 18.158$$

- Factor de capacidad de carga  $N_\gamma$ :

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi)$$

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q - 1) \cdot \tan(\phi) = 18.377$$

- Valor de q:

- Valor soporte  $q := \gamma \cdot D_f = 2523.798 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$  último qu

$$q_u := 1.3 \cdot c' \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

$$q_u := 1.3 \cdot c' \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma = 54716.761 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q_u := 1.3 \cdot c' \cdot N_c + q \cdot N_q + 0.4 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma = 54.717 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Obtenemos una capacidad soporte última de 54.71 toneladas por cada metro cuadrado.

El factor de seguridad FS es un factor cuyo valor mínimo es de 3, dependiendo del tipo de suelo con el que se esté trabajando. Para calcularlo se utilizará un factor de seguridad de 3.

- Valor soporte permisible q<sub>per</sub>:

$$q_{\text{perm}} = \frac{q_u}{FS}$$

Donde el factor de seguridad es de FS: 3

$$q_{\text{per}} := \frac{q_u}{FS} = 18238.92 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$$

$$q_{\text{per}} := \frac{q_u}{FS} = 18.239 \frac{\text{tonnef}}{\text{m}^2}$$

Por lo que se estará diseñando la cimentación con un valor soporte de 18.24 T/m<sup>2</sup>.

#### 4. REPORTAR:

Calcule el valor soporte con los datos anteriores, pero ahora con un ángulo de 31.5° y cimentación circular:

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.3\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación circular})$$

## HOJA DE TRABAJO NO.1

NOMBRE: \_\_\_\_\_ CARNET \_\_\_\_\_

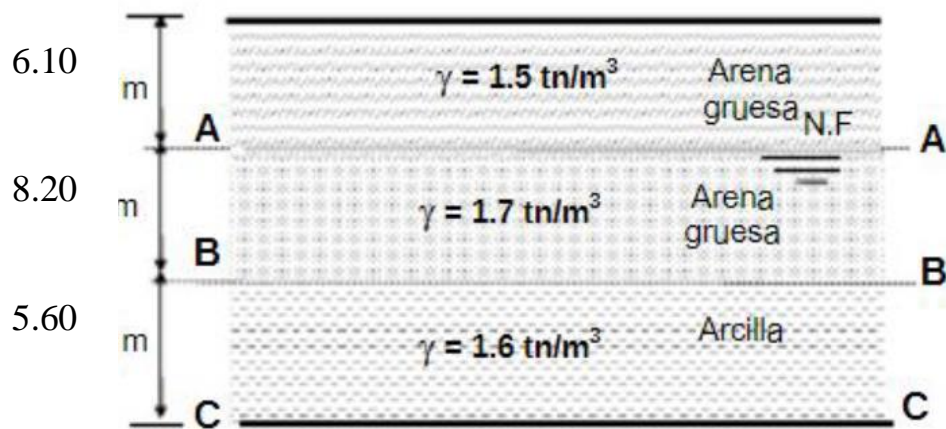
- 1) Identifique los 3 diferentes tipos de suelo, respecto a las muestras que tiene y coloque el nombre y hasta que figura pudo formar del cuadro 3.



## HOJA DE TRABAJO NO.2

NOMBRE: \_\_\_\_\_ CARNET: \_\_\_\_\_

- 1) Calcule las presiones para los puntos A, B y C.
- 2) Calcule la presión para un punto D ubicado en 9.30 metros desde la superior.
- 3) Determine la presión en un punto E que se encuentra a 15.60 metros desde la parte superior.



### HOJA DE TRABAJO NO.3

NOMBRE: \_\_\_\_\_ CARNET: \_\_\_\_\_

Determinar el peso específico de suelo para los siguientes datos obtenidos en el laboratorio:

$$W_m = 201.30 \text{ gr}$$

$$W_p = 5.00 \text{ gr}$$

$$W_{\text{sum}} = 102.40 \text{ gr}$$

#### HOJA DE TRABAJO NO.4

NOMBRE: \_\_\_\_\_ CARNET: \_\_\_\_\_

Determinar el valor de la capacidad soporte del suelo para un ensayo en el que se obtuvieron los siguientes resultados: (zapata cuadrada)

Ángulo de fricción interna  $\phi = 34.32^\circ$

Descripción del suelo = arena fina limosa color café de cementación moderada y consistencia firme:

Densidad seca = 1,03 T/m<sup>2</sup>

Base B = 2.0 m

Peso específico del suelo  $\gamma_{\text{suelo}} = 1,40$  T/m<sup>2</sup>

Cohesión  $c' = 2,00$  T/m<sup>2</sup>

Desplante (Profundidad a la que se extrajo la muestra) Df = 1,60 m