

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Civil



**GUÍAS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 1  
Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO POR  
JUAN JOSÉ NAVAS RUBIO  
PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA CIVIL

Guatemala  
2006



**GUÍAS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 1  
Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA  
Facultad de Ingeniería  
Departamento de Ingeniería Civil



**GUÍAS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS 1  
Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADO POR  
JUAN JOSÉ NAVAS RUBIO  
PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN INGENIERÍA CIVIL

Guatemala  
2006

Vo.Bo. :

(f) \_\_\_\_\_  
(Wilma de León)

Tribunal:

(f) \_\_\_\_\_  
(Wilma de León)

(f) \_\_\_\_\_  
(Francisco Lizama)

(f) \_\_\_\_\_  
(Alejandro Maldonado)

Fecha de Aprobación: 6 de diciembre del 2006

## **PREFACIO**

Las guías de laboratorio son un complemento ideal para la educación ya que apoyan directamente los conceptos teóricos vistos en clase. Se han desarrollado en otras facultades y se ha comprobado que las guías ayudan a que los ensayos se realicen de forma más eficiente y ordenada. Además, los estudiantes logran entender de mejor manera la finalidad del ensayo ya que tienen objetivos bien definidos. Es por esto que se ha realizado este trabajo de graduación gracias al asesoramiento de la Ingeniera Wilma de León Marroquín. Ella posee una gran cantidad de experiencia en el área de suelos por lo que no se tiene duda de que el contenido de estas guías sea de lo mejor.

Por otra parte, agradezco el apoyo de todas las personas que me han motivado a formarme como un profesional, especialmente mi familia.

## **RESUMEN**

A raíz de la ausencia de guías de laboratorio en el departamento de Ingeniería Civil de la Universidad del Valle, se ha escogido este como tema a desarrollar. La idea viene de la necesidad de los estudiantes de realizar y entender de mejor manera los ensayos que están realizando en el laboratorio. Entonces desarrollan las guías de laboratorio para las clases de Mecánica de Suelos 1 y para Materiales de Construcción, clases que se basan en gran parte en la parte práctica en los laboratorios que posee la facultad en el departamento. Estas guías se hicieron de acuerdo a los ensayos que se han realizado en la Universidad con anterioridad. Se utilizó como temas a tratar en las guías:

### **Resumen:**

Aquí se presenta una breve recopilación teórica basada en artículos, libros o códigos en donde se explica de forma breve algunos conceptos necesarios para la realización de la prueba.

### **Objetivos:**

Se presentan los objetivos generales de lo que se espera obtener al final del ensayo de laboratorio.

### **Materiales:**

Se presenta un listado de los materiales que son necesarios para la realización del ensayo.

#### Procedimiento:

En esta etapa se presenta la secuencia de actividades que se deben de seguir para realizar el ensayo. En esta etapa se hace referencia a la utilización de los materiales listados anteriormente. También se hacen observaciones a considerar en el ensayo.

#### Tablas o Gráficas:

Se presenta en la guía de laboratorio las tablas o gráficas que puedan ser necesarias para la realización del mismo. Se hace notar que en algunos casos el encargado del laboratorio será el responsable de entregar estos recursos al estudiante.

#### Bibliografía:

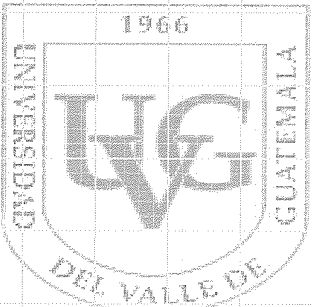
Se hace referencia de dónde se obtuvo la información presente en la guía.

Cuando el estudiante finalice el ensayo del laboratorio se espera que se realice un análisis a profundidad de los datos obtenidos. Este post-laboratorio consistirá en:

- Carátula
- Antecedentes teóricos
- Descripción del material (marca, capacidades, etc...)
- Objetivos específicos
- Descripción del proceso (anotando observaciones relevantes del proceso)
- Discusión de los resultados
- Bibliografía

El alumno deberá entregar todos los cálculos hechos en el laboratorio en el nuevo formato de hojas que existe en la universidad. Este formato es como el que sigue a continuación:

Curso:	Tarea No.		HOJA
Sección:		Carné:	



*Excelencia que trasciende*



## ÍNDICE

PREFACIO .....	iv
RESUMEN .....	v
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. GUÍAS DE MECÁNICA DE SUELOS 1.....	2
PRÁCTICA # 1 – Inspección de suelos.....	3
FOTOS PRÁCTICA # 1 .....	6
PRÁCTICA # 2 – Modelo de tres fases.....	7
FOTOS PRÁCTICA # 2 .....	10
PRÁCTICA # 3 – Compactación de suelos .....	12
FOTOS PRÁCTICA # 3 .....	15
PRÁCTICA # 4 – Análisis granulométrico mecánico.....	17
FOTOS PRÁCTICA # 4 .....	20
PRÁCTICA # 5 – Límites de consistencia .....	22
FOTOS PRÁCTICA # 5 .....	25
PRÁCTICA # 6 – Permeabilidad.....	27
FOTOS PRÁCTICA # 6 .....	30

III. GUÍAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN .....	31
PRÁCTICA # 1 – Prueba de Los Ángeles (Abrasión) .....	32
FOTOS PRÁCTICA # 1 .....	35
PRÁCTICA # 2 – Dosificación de materiales de concreto.....	37
FOTOS PRÁCTICA # 2 .....	39
PRÁCTICA # 3 – Control de calidad martillo de rebote.....	41
FOTOS PRÁCTICA # 3 .....	43
PRÁCTICA # 4 – Ensayos en madera (Módulo de elasticidad).....	44
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	47
RECOMENDACIÓN # 1 .....	48
RECOMENDACIÓN # 2 .....	50
V. BIBLIOGRAFÍA .....	52

## I. INTRODUCCIÓN

Toda construcción se apoya de alguna forma en las áreas de mecánica de suelos y de materiales de construcción. Es por este motivo que son fundamentales para el desarrollo del estudiante. La mecánica de suelos es la aplicación de las leyes de la física y las ciencias naturales a los problemas que involucran las cargas impuestas a la capa superficial de la corteza terrestre. Esta ciencia fue fundada por Karl von Terzagui, a partir de 1925 (<http://es.wikipedia.org>). Los materiales de construcción se refieren al uso adecuado de los materiales en el área de ingeniería civil. Esto involucra conocer los esfuerzos máximos permisibles de cada material que son utilizados en el diseño de una estructura.

Este trabajo profesional consta de guías de laboratorio que van dirigidas a los estudiantes para que ellos logren entender de mejor manera los objetivos y el procedimiento que se debe seguir para desarrollar los ensayos de laboratorio. De esta forma lograrán una mejor comprensión y podrán llegar a cuestionar y discutir de mejor forma los resultados obtenidos del ensayo.

Estas guías fueron desarrolladas de acuerdo al programa de la clase por lo que se espera que el estudiante sea capaz de entender los términos utilizados en la práctica del laboratorio y que además logre aplicar las fórmulas vistas en clase.

## **II. GUÍAS DE MECÁNICA DE SUELOS 1**



**INSPECCIÓN DE SUELOS**  
**(Identificación y descripción visual de los suelos)**  
**PRÁCTICA # 1**

**RESUMEN**

***Suelos***

En los últimos años se ha desarrollado la ciencia de la pedología, que se ocupa del estudio de los suelos. El término pedología proviene del griego *pedon* (suelo) y *logos* (tratado).

***Clasificación de los suelos***

Es verdad que un suelo refleja hasta cierto grado el material del cual se derivó, y en algunos casos aun es posible delimitar la distribución de rocas por los tipos de suelo que descansan sobre ellas. Pero a medida que se ha contado con más información, se ha visto que la roca basal no es el único factor que determina el tipo de suelo. Los especialistas rusos, siguiendo los trabajos iniciales de Dokuchaev, demostraron que diferentes suelos se desarrollan sobre rocas idénticas en áreas distintas cuando el clima varía de un área a otra.

(Leet *et al*, 2001)

**OBJETIVOS GENERALES**

1. Determinar y clasificar muestras de suelo variadas según la tabla de colores de Munsell.
2. Establecer una tabla de esfericidad y redondez de las muestras de suelos.

## **MATERIALES**

1. Microscopio estereoscopio
2. Tabla de colores de Munsell
3. Pie de Rey (Calibrador Vernier)
4. Suelos
  - Pómez rosada
  - Polvillo
  - Talpetate
  - Basalto
  - Selecto gris
  - Arena de río

## **PROCEDIMIENTO**

### ***Primera parte***

1. Separar las muestras de cada tipo de los suelos presentes.
2. Clasificar las muestras según la tabla de colores de Munsell.
3. Observe a través del microscopio estereoscópico cada una de las muestras y realice una descripción de lo que ve.

### ***Segunda parte***

1. Obtenga las dimensiones de las muestras que analizó en la primera parte.
2. Determine la esfericidad y la redondez de las muestras.

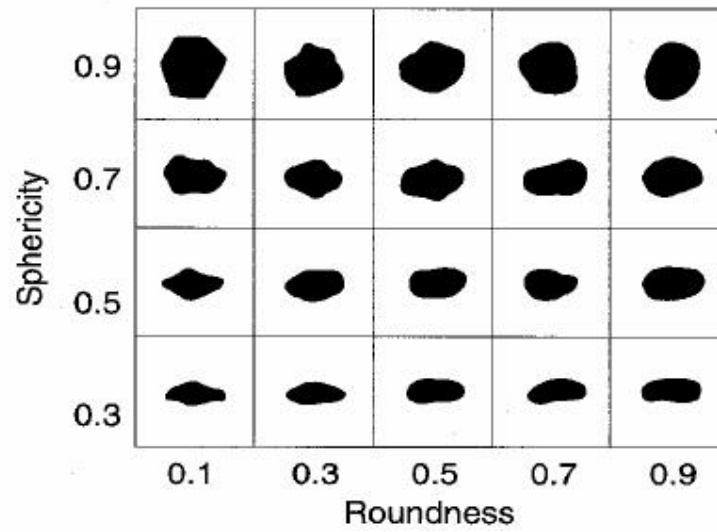
### ***Fin del laboratorio***

## TABLAS O GRÁFICAS

### *Tabla de colores de Munsell:*

Se proporcionará por el encargado del laboratorio de Mecánica de Suelos 1.

### *Tabla de esfericidad y redondez:*



## BIBLIOGRAFÍA

Leet, L. Judson, S., 2001; *Fundamentos de Geología Física*  
Limusa Noriega Editores, México, 21 Reimpresión



FOTO 1: RECOPIACIÓN DE MUESTRAS

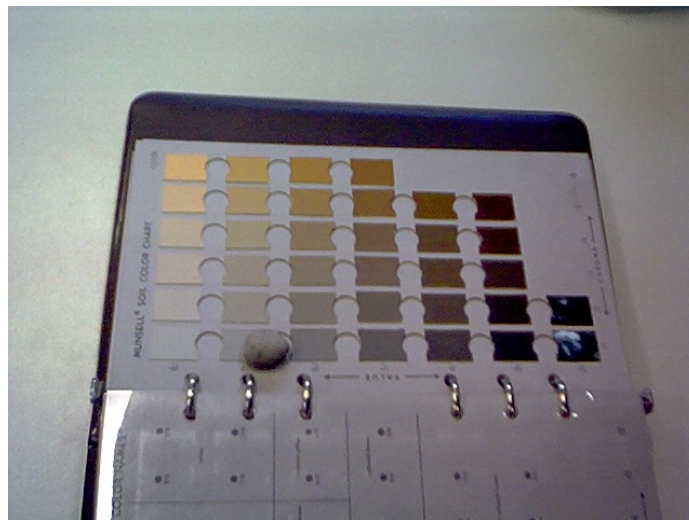


FOTO 2: TABLA DE COLORES DE MUNSELL

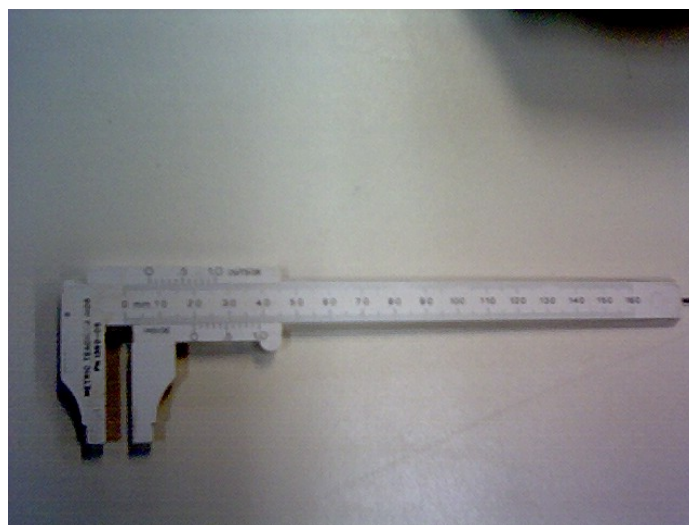


FOTO 3: PIE DE REY



**MODELO DE TRES FASES**  
**Comportamiento de suelos en agua y aire**  
**PRÁCTICA # 2**

**RESUMEN**

***Análisis mecánico del suelo***

El análisis mecánico es la determinación del rango del tamaño de partículas presentes en un suelo, expresado como un porcentaje del peso (o masa) seco total. Se usan generalmente dos métodos para encontrar la distribución del tamaño de las partículas del suelo:

***Análisis por cribado***

El análisis por cribado consiste en sacudir la muestra del suelo a través de un conjunto de mallas que tienen aperturas progresivamente más pequeñas. Primero el suelo se seca en horno, y luego todos los grumos se disgregan con partículas pequeñas antes de ser pasados por mallas. Después de que el periodo de vibración concluye, se determina la masa del suelo retenido en cada malla.

***Análisis hidrométrico***

El análisis hidrométrico se basa en el principio de la sedimentación de granos de suelo en agua. Cuando un espécimen de suelo se dispersa en agua, las partículas se asientan a diferentes velocidades, dependiendo de sus formas, tamaños y pesos. Por simplicidad, se supone que todas las partículas de suelo son esferas y que la velocidad de las partículas se expresa por la ley de Stokes.

***Modelo de tres fases***

El modelo de tres fases supone un análisis por separado de una muestra de suelo en cada una de sus componentes físicas (aire, agua y mineral). Este análisis es luego condensado para así obtener datos acerca de la muestra en su estado natural.

(Das, 2001)

## OBJETIVOS GENERALES

1. Utilizar un modelo de tres fases para encontrar datos sobre distintas muestras de suelos conocidos.
2. Determinar los cambios en una muestra de suelo húmedo y seco.

## MATERIALES

1. Charolas de metal (6 unidades)
2. Probetas de 250ml (6 unidades)
3. Balanza manual
4. Rocas
  - Andesitas
  - Cantos rodados
  - Caliza cálcica
  - Dolomita
  - Esquistos
5. Suelos
  - Polvillo
  - Pómez rosada
  - Selecto gris
  - Talpetate
  - Arena de río
  - Basalto

## PROCEDIMIENTO

### *Primera parte*

1. Tomar dimensiones y peso de las charolas utilizadas.
2. Separar muestras de cada tipo de suelo en granos pequeños
3. Llenar cada charola hasta llenar el volumen con el suelo.
4. Calentar las muestras durante 24 horas en horno a 100C
5. Tomar el peso seco de las muestras
6. Verter muestras en probetas de 250ml
7. Tomar medidas de volumen.
8. Repetir mediciones en los siguientes días y tomar nota de cambios en la turbidez del agua.

### *Segunda parte*

1. Tomar el peso al aire libre de las rocas
2. Tomar el peso en agua de las rocas.
3. Obtener la gravedad específica (Gs) para cada muestra de roca y comparar resultados.

### *Fin del laboratorio*

**TABLAS O GRÁFICAS**

No serán necesarias para este ensayo de laboratorio.

**BIBLIOGRAFÍA**

Das, B.; 2001, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*  
Thomson Editores, S.A. México

Leet, L. Judson, S.; 2001, *Fundamentos de Geología Física*  
Limusa Noriega Editores, México, 21 Reimpresión

American Association of State Highway and Transportation Officials, 2005, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, 25 ed. Washington, parte 2A.



FOTO 4: RECOPIACIÓN DE LA MUESTRA



FOTO 5: HORNO



FOTO 6: MUESTRA EN RECIPIENTES



FOTO 7: MUESTRAS COLOCADAS EN PROBETAS



FOTO 8: PESO DE ROCA EN AGUA



**COMPACTACIÓN DE SUELOS  
(AASHTO T 99; AASHTO T 180)  
MÉTODO “A”  
(Prueba de Proctor estándar y modificado para el selecto café)  
PRÁCTICA # 3**

**RESUMEN**

En general la compactación es la densificación del suelo por remoción de aire, lo que requiere energía mecánica. El grado de compactación de un suelo se mide en términos de su peso específico seco. El contenido de agua bajo el cual se alcanza el máximo peso específico seco se llama contenido de agua óptimo. La prueba de laboratorio usada generalmente para obtener el peso específico seco máximo de compactación de agua óptimo es la prueba Proctor.

***Prueba de Proctor***

En la prueba de Proctor estándar (AASHTO T 99) el suelo es compactado en un molde que tiene un volumen de  $943.3\text{cm}^3$ . El diámetro del molde es de 101.6mm. Estas dimensiones corresponden al molde para el método A de las especificaciones que se utilizara en este ensayo de laboratorio. Los métodos A, B, C y D se aplican en distintas situaciones y condiciones de suelo. Durante la prueba de laboratorio, el molde se une a una placa de base en el fondo y a una extensión en la parte superior. El suelo se mezcla con cantidades variables de agua y luego se compacta en tres capas iguales por medio de un martillo que transmite 25 golpes a cada capa. El pistón pesa 24.4N y tiene una altura de caída de 304.8mm. Esto se realiza para distintos contenidos de agua en el suelo así es posible determinar una curva que describa el comportamiento del suelo y de esta manera calcular el contenido de agua óptimo. Para cada prueba, el contenido de agua del suelo compactado se determina en el laboratorio. Para un contenido de agua dado, el peso específico seco máximo teórico se obtiene cuando no existe aire en los espacios vacíos, es decir, cuando el grado de saturación es igual a 100%.

(AASHTO, 2005)

La prueba de Proctor modificada (AASHTO T 180) se adapta mejor a la compactación del campo. Esta prueba consiste en utilizar el mismo molde de la prueba estándar con volumen de  $943.3\text{cm}^3$  al cual se le agregan cinco capas de material compactadas con un pistón de 44.5N de peso y con una caída de 457.2mm conservando el número de golpes en 25. En esta prueba se incrementa el esfuerzo de compactación lo que ocasiona un incremento del peso específico seco máximo del suelo. El incremento del peso específico seco máximo es acompañado por un decremento del contenido de agua óptimo.

(Das, 2001)

## OBJETIVOS GENERALES

1. Realizar la prueba de Proctor estándar y modificado sobre un mismo tipo de suelo.
2. Que el estudiante logre obtener la curva de cero vacíos para el suelo trabajado mediante los resultados obtenidos de las pruebas de Proctor.

## MATERIALES

1. Charola de metal
2. Bandeja de metal
3. Tamiz No. 4
4. Probeta de 500ml
5. Balanza manual
6. Molde metálico según especificaciones para prueba Proctor
7. Martillo manual
8. Suelo de muestra
9. Horno
10. Regla niveladora
11. Recipientes

## PROCEDIMIENTO

### *Primera parte: Proctor estándar (AASHTO T 99)*

1. Seleccionar material adecuado para la prueba previamente secado en horno.  
(Material que pasa a través del tamiz No.4)
2. Llenar una charola con suficiente material y pesarlo. (aproximadamente 3kg)
3. Obtener la cantidad de agua necesaria para el porcentaje de humedad deseado.
4. Homogenizar la muestra con el agua.
5. Verter una capa en el molde y compactar con martillo de 24.4N dando 25 golpes a 304.8mm de altura.  
(Repetir para **tres capas** iguales de material)
6. Remover material sobrante utilizando la regla niveladora.
7. Remover con mucho cuidado el collar del molde.
8. Pesarse el volumen final ya compactado y obtener el peso seco.
9. Repetir para cinco distintos porcentajes de humedad.
10. Plotee el contenido de humedad en eje x y peso seco en eje y.
11. Interpolar y trazar la gráfica.
12. Encuentre el peso seco máximo y el contenido de humedad óptimo.

**Segunda parte: Proctor modificado (AASHTO T 180)**

1. Seleccionar material adecuado para la prueba.  
(Material que pasa a través del tamiz No. 4)
2. Llenar una charola con suficiente material y pesarlo.
3. Obtener la cantidad de agua necesaria para el porcentaje de humedad deseado.
4. Homogenizar la muestra con el agua.
5. Verter una capa en el molde y compactar con martillo de 44.5N dando 25 golpes a 457.2mm de altura.  
(Repetir para **cinco capas** iguales de material)
6. Remover material sobrante utilizando la regla niveladora.
7. Remover con mucho cuidado el collar del molde.
8. Pesarse el volumen final ya compactado y obtener el peso seco.
9. Repetir para tres distintos porcentajes de humedad.
10. Plotee el contenido de humedad en eje x y peso seco en eje y.
11. Interpólese y trace la gráfica.
12. Encuentre el peso seco máximo y el contenido de humedad óptimo.

**Fin del laboratorio****TABLAS O GRÁFICAS**

No serán necesarias para este ensayo de laboratorio.

**FÓRMULAS**

$$w = \frac{A - B}{B - C} \times 100$$

$$W = \frac{W_1}{w + 100} \times 100$$

- w = Porcentaje de humedad  
 A= Masa del contenedor y suelo húmedo  
 B= Masa del contenedor y suelo seco  
 C= Masa del contenedor  
 W= Masa del suelo seco  
 W<sub>1</sub>= Masa del suelo húmedo

**BIBLIOGRAFÍA**

Das, B.; 2001, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*  
 Thomson Editores, S.A. México

American Association of State Highway and Transportation Officials, 2005, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, 25 ed. Washington, parte 2A.



FOTO 9: SELECCIÓN DEL MATERIAL



FOTO 10: PESO DEL MATERIAL EN LA CHAROLA



FOTO 11: MOLDE METÁLICO PARA ENSAYO



FOTO 12: COMPACTACIÓN CON MARTILLO



FOTO 13: PESO DEL MATERIAL COMPACTADO



FOTO 14: CILINDROS LUEGO DE COMPACTACIÓN



**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MECÁNICO**  
**(AASHTO T 27; ASTM C 136)**  
**(Granulometría sobre selecto gris)**  
**PRÁCTICA # 4**

**RESUMEN**

Curva de distribución granulométrica:

Los resultados del análisis mecánico (análisis por cribado y análisis hidrométrico) se presentan generalmente en gráficas semilogarítmicas como curvas de distribución granulométrica (o de tamaño de grano). Los diámetros de las partículas se grafican en escala logarítmica y el porcentaje correspondiente que pasa de finos, en escala aritmética. Cuando los resultados del análisis por cribado y del análisis hidrométrico se combinan, generalmente ocurre una discontinuidad en el rango en que estos se traslapan. La razón para la discontinuidad es que las partículas de suelo son generalmente irregulares en su forma.

Los porcentajes de grava, arena, limo y partículas tamaño arcilla presente en un suelo se obtienen de la curva de distribución granulométrica. Una manera de clasificar estas partículas es mediante el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos.

Las Curvas granulométricas se usan para comparar diferentes suelos. Además tres parámetros básicos del suelo se determinan con esas curvas que se usan para clasificar los suelos granulares. Los tres parámetros del suelo son:

1. Diámetro efectivo
2. Coeficiente de uniformidad (Cu)
3. Coeficiente de curvatura (Cz)

(Das, 2001)

**OBJETIVOS GENERALES**

1. Realizar un análisis granulométrico por cribado sobre un material (selecto gris) utilizando tamices de rango 4 a 200.
2. Encontrar la curva granulométrica para el selecto gris.

## **MATERIALES**

1. Charola de metal
2. Tamiz No. 4
3. Tamiz No. 6
4. Tamiz No. 10
5. Tamiz No. 20
6. Tamiz No. 40
7. Tamiz No. 60
8. Tamiz No. 100
9. Tamiz No. 200
10. Plato de metal para tamiz
11. Balanza manual
12. Vibrador de mallas eléctrico.
13. Suelo (Selecto Gris)
14. Horno ( $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ )

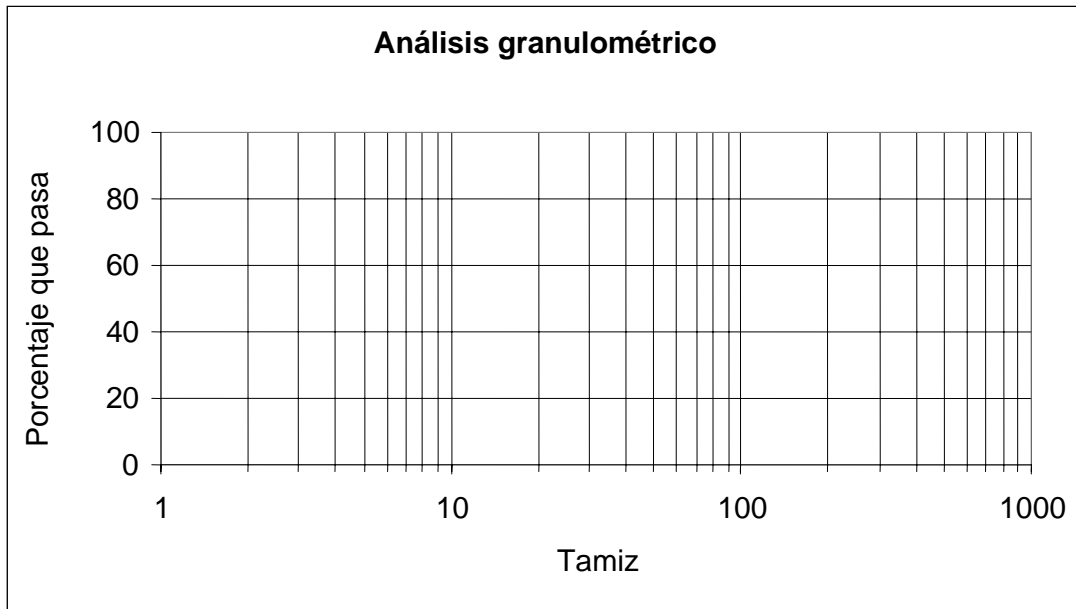
## **PROCEDIMIENTO**

### ***Análisis granulométrico por cribado***

1. Seleccionar material adecuado para la prueba
2. Elimine granos extremadamente grandes.
3. Secar totalmente la muestra en el horno, hasta masa constante, a  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
4. Pesar la muestra.
5. Limpie los tamices.
6. Pesar los tamices.
7. Colocar uno sobre otro de forma descendente.
8. Colocarlos sobre la vibradora.
9. Verter material en el tamiz superior.
10. Déjelo vibrar durante 5 minutos.
11. Pese los tamices con el material retenido.  
(Ver el cálculo de porcentajes en la norma)
12. Obtenga la curva granulométrica.
13. Limpie nuevamente los tamices.

(AASHTO, 2005)

***Fin del laboratorio***

**TABLAS O GRÁFICAS****BIBLIOGRAFÍA**

Das, B.; 2001, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*  
Thomson Editores, S.A. México

American Association of State Highway and Transportation Officials, 2005, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, 25 ed. Washington, parte 2A.



FOTO 15: PESO DE CHAROLA



FOTO 16: VERTER Y PESAR CHAROLA CON MATERIAL



FOTO 17: LIMPIEZA DE TAMICES

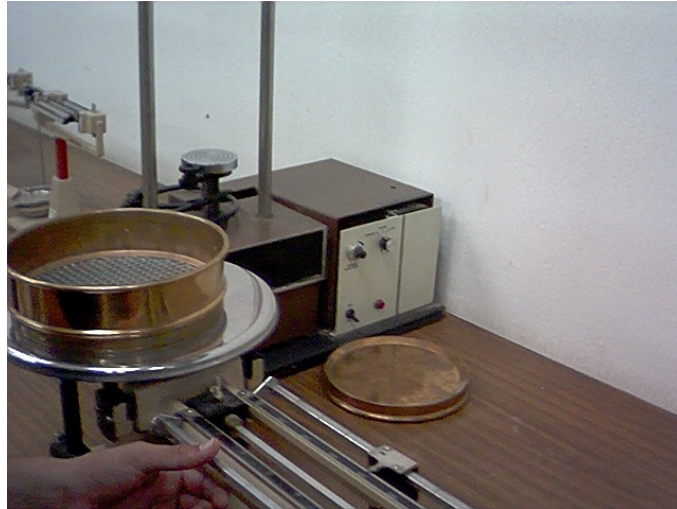


FOTO 18: PESO DE TAMICES



FOTO 19: TAMICES COLOCADOS EN TAMIZADORA



FOTO 20: MATERIAL RETENIDO EN TAMICES



**LÍMITES DE CONSISTENCIA  
(AASHTO T 89; AASHTO T 90)  
(Límite líquido y plástico para arcillas inorgánicas “Talpetate”)  
PRÁCTICA # 5**

**RESUMEN**

Cuando existen minerales de arcilla en un suelo de grano fino, éste puede ser remodelado en presencia de alguna humedad sin desmoronarse. Esta naturaleza cohesiva es debida al agua absorbida que rodea a las partículas de arcilla. A principios de 1900, un científico sueco, Alberto Mauritz Atterberg, desarrollo un método para describir la consistencia de los suelos de grano fino con contenidos de agua variables. A muy bajo contenido de agua, el suelo se comporta mas como un líquido. Por tanto, dependiendo del contenido de agua, la naturaleza del comportamiento del suelo se clasifica arbitrariamente en cuatro estados básicos, denominados sólido, semisólido, plástico y líquido.

El contenido de agua, en porcentaje, en el que la transición de estado sólido a semisólido tiene lugar, se define como el límite de contracción. El contenido de agua en el punto de transición de estado semisólido a plástico es el límite plástico (PL), y de estado plástico a líquido es el límite líquido (LL). Esos límites se conocen también como límites de Atterberg.

El índice de plasticidad (PI) es la diferencia entre el límite líquido y límite plástico de un suelo:

$$PI = LL - PL$$

(Das, 2001)

**OBJETIVOS GENERALES**

1. Obtener el límite líquido y el límite plástico para una arcilla inorgánica (Talpetate).
2. Elaborar una relación entre el límite líquido y el límite plástico a fin de determinar la región plástica y sólida del material.

## **MATERIALES**

1. Charola de metal
2. Copa de casagrande (aprox. 115mm de diámetro)
3. Cortador de la muestra.
4. Cronómetro de mano
5. Plato de vidrio
6. Probeta
7. Pipeta
8. Balanza manual
9. Bandeja metálica para homogenizar
10. Suelo (Talpetate)
11. Espátula
12. Recipientes
13. Horno capaz de mantener temperatura de  $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$

## **PROCEDIMIENTO**

### ***Primera parte: Cálculo del límite líquido***

1. Se necesita una muestra de aproximadamente 100g. de material que pasa el tamiz de 0.425mm
2. Prepare el material dentro de la charola y pesarlo.
3. Prepare el material al porcentaje de humedad deseado.
4. Prepare la muestra en la Copa de casagrande según especificaciones.
5. Realizar golpes necesarios.
6. Repita la prueba con otro porcentaje de humedad.
7. Plotear e interpolar a 25 golpes.

(AASHTO, 2005)

### ***Primera parte: Cálculo del límite plástico***

1. Humedezca y homogenice el material lo suficiente. (indicado por el encargado).
2. Prepare rollos de 3mm de diámetro del material según especificaciones de la prueba.
3. Pese los rollos dentro de una charola.
4. Deje secar a  $100^{\circ}\text{C}$  por 24 horas en horno.
5. Obtenga la diferencia de peso.

(AASHTO, 2005)

***Fin del laboratorio***

**TABLAS O GRÁFICAS**

No serán necesarias para este ensayo de laboratorio.

**BIBLIOGRAFÍA**

Das, B.; 2001, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*  
Thomson Editores, S.A. México

American Association of State Highway and Transportation Officials, 2005, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, 25 ed. Washington, parte 2A.



FOTO 21: SELECCIÓN DE MATERIAL



FOTO 22: PREPARACIÓN DE MATERIAL CON % HUMEDAD



FOTO 23: PREPARACIÓN COPA DE CASAGRANDE



FOTO 24: FINAL DE ENSAYO DE COPA DE CASAGRANDE



FOTO 25: ROLLOS DE MATERIAL PARA DETERMINAR  
LÍMITE PLÁSTICO



**PERMEABILIDAD**  
**(AASHTO T 215; ASTM D 2434-68)**  
**(Determinación de permeabilidad sobre arena de río)**  
**PRÁCTICA # 6**

**RESUMEN**

Los suelos tienen vacíos interconectados a través de los cuales el agua puede fluir de puntos de alta energía a puntos de baja energía. El estudio del flujo de agua a través de un suelo como medio poroso es importante en la mecánica de suelos, siendo necesario para estimar la cantidad de infiltración subterránea bajo varias condiciones hidráulicas, para investigar problemas que implican el bombeo de agua para construcciones subterráneas y para el análisis de estabilidad de las presas de tierra y de estructuras de retención de tierra sometidas a fuerzas de infiltración.

En 1856, Henri Philibert Gaspard Darcy publicó una simple ecuación empírica para la velocidad de descarga del agua a través de suelos saturados; se basa principalmente en las observaciones de Darcy, relativas al flujo de agua a través de arenas limpias y se expresa por:

$$V = ki$$

De donde  $V$  es la velocidad de descarga, que es la cantidad de agua que fluye por unidad de tiempo a través de una sección transversal total unitaria de suelo perpendicular a la dirección del flujo, ( $i$ ) es el gradiente hidráulico y ( $k$ ) el coeficiente de permeabilidad.

(Das, 2001)

**OBJETIVOS GENERALES**

1. Obtener el coeficiente de permeabilidad para la arena de río en la prueba de laboratorio.
2. Obtener de las pruebas tres coeficientes de permeabilidad según distintas presiones en el ensayo para luego discutir ese resultado.

## **MATERIALES**

1. Permeámetro metálico de carga constante
2. Charola de metal
3. Bureta
4. Cronometro de mano
5. Manómetro
6. Balanza manual
7. Suelo (arena de río)
8. Agua

## **PROCEDIMIENTO**

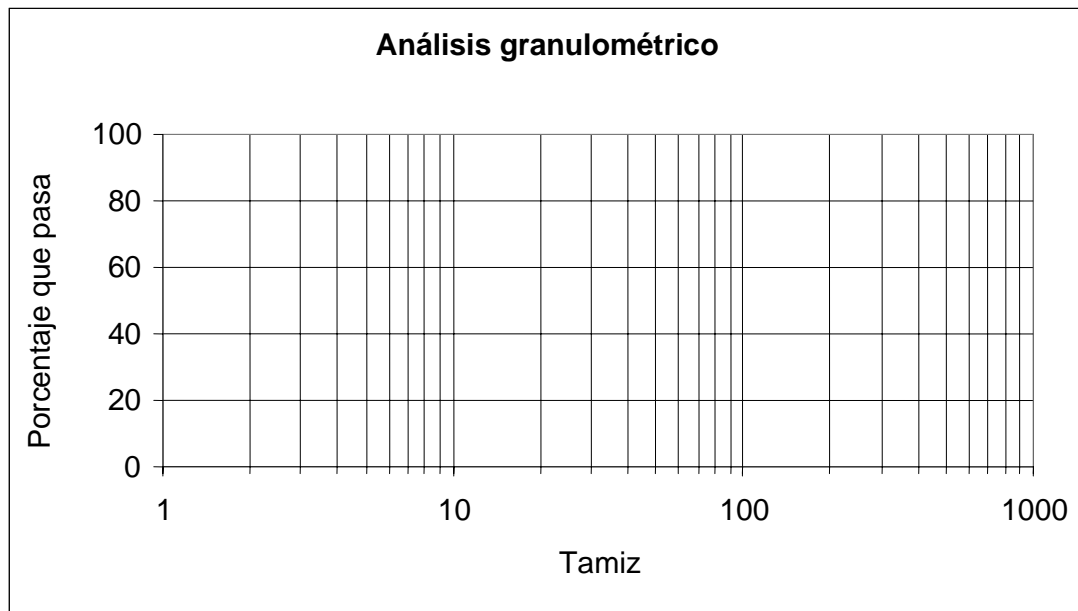
### ***Primera parte: Análisis de permeabilidad***

1. Prepare el material dentro de la charola y péselo.
2. Determine la distribución granulométrica del material.
3. Llene el Permeámetro con el material a evaluar (arena de río)
4. Agregar agua hasta saturar.
5. Selle totalmente el permeámetro.
6. Realice las conexiones necesarias para la práctica.
7. Determine de forma previa si existen fugas y repárelas.
8. Establecer una presión constante para el agua.
9. Realice mediciones a presión de 3, 6 y 9 psi.
10. Medir diámetro interior del permeámetro D
11. Medir longitud entre salidas de manómetros L
12. Medir tiempo total de descarga, t
13. Medir profundidad H medida en cuatro puntos igualmente espaciados.
14. Medir el area transversal del espécimen, A

(AASHTO, 2005)

***Fin del laboratorio***

## TABLAS O GRÁFICAS



## FÓRMULAS

$$k = \frac{QL}{AtH}$$

- k= Coeficiente de permeabilidad  
 Q= Cantidad de agua descargada  
 L= Distancia entre manómetros  
 A= Area transversal del espécimen  
 t= Tiempo total de descarga  
 H= Diferencia de altura

## BIBLIOGRAFÍA

Das, B.; 2001, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*  
 Thomson Editores, S.A. México

American Association of State Highway and Transportation Officials, 2005, *Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, 25 ed. Washington, parte 2A.



FOTO 26: PREPARACIÓN DE MATERIAL Y PESO



FOTO 27: DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



FOTO 28: MEDICIONES A PRESIÓN CONSTANTE

### **III. GUÍAS DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN**



**PRUEBA DE LOS ÁNGELES (ABRASIÓN)**  
**(AASHTO T 96; ASTM C 131)**  
**PRUEBA DE DUREZA DE MOHS**  
**PRÁCTICA # 1**

**RESUMEN**

La prueba de Los Ángeles mide la resistencia de un material o la tendencia a su rompimiento. Consiste en colocar material con una cierta graduación y con un número de esferas de acero especificadas dentro de un cilindro para darle un cierto número de revoluciones. El impacto en las partículas de balasto causa rompimiento (abrasión). El material se remueve y la muestra se criba en la malla Núm. 12. El valor de la prueba de Los Ángeles es la cantidad de material menor que dicha malla que se ha generado durante el ensayo, como porcentaje del peso de la muestra original.

(Anguas, Paul, *et al*, 1997)

La escala de Mohs es utilizada para medir la dureza de una sustancia. Fue propuesta por Friedrich Mohs y se basa en el principio que una sustancia dura puede rayar una sustancia más blanda, pero no es posible al revés.

Mohs, un geólogo, escogió 10 minerales a los que atribuyó un determinado grado en su escala empezando con el talco que recibió el número 1 y terminando con el diamante al que se asignó el número 10.

Mientras que, debido a su poca exactitud, en muchos ámbitos se han establecido otras escalas de dureza, algunas de ellas basadas en otros principios, la escala de Mohs aún se aplica en geología debido a su sencillez y la facilidad de estimar la dureza de los minerales con pocos medios.

([http://es.wikipedia.org/wiki/Escala\\_de\\_Mohs](http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Mohs))

## OBJETIVOS GENERALES

1. Comprender la utilización de la máquina de los Ángeles.
2. Determinar la resistencia a ralladura de la arena de río.

## MATERIALES

1. Material de prueba (arena de río gris)
2. Bandeja de metal
3. Tamiz No. 3/8
4. Tamiz No. 8
5. Tamiz No. 12

### Prueba de Los Ángeles

6. Máquina de los Ángeles
7. Bolas metálicas para máquina de los Ángeles  
(Aproximadamente 420 gramos c/u, diámetro 1 ½”)

### Prueba de dureza de Mohs

8. Muestras de rocas
9. Tabla de Mohs

## PROCEDIMIENTO

### *Primera parte: Prueba de Los Ángeles – Graduación Tipo D*

1. Seleccionar previamente el material a utilizar (aprox. 5Kg)
2. Determinar mediante una prueba granulométrica la graduación del material. El material tiene que encontrarse entre los tamices No. 4 y No. 8
3. Utilice 6 esferas de acero de 442g.
4. Ponga a funcionar la máquina de Los Ángeles por 500 revoluciones a 30 – 33 rpm
5. Recolecte el material triturado
6. Realice sobre el material recolectado una prueba granulométrica.
7. Determine la cantidad que paso por cada tamiz y la cantidad de material que retuvo el tamiz No. 12
8. Determine el porcentaje de desgaste que sufrió la muestra durante la prueba.

### *Segunda parte: Prueba de dureza de Mohs*

1. Seleccionar previamente el material a utilizar
2. Separe los granos de material que sean lo suficientemente grande como para poder ser rayado.
3. Utilizando los materiales de la serie de Mohs pruebe rayar la muestra.
4. Indicar cuales son los que rayaron la muestra.
5. Determine el valor correspondiente para la dureza de Mohs del material.

*Fin del laboratorio*

## TABLAS O GRÁFICAS

Dureza	Mineral	Composición química
1	Talco, (se puede rayar fácilmente con la uña)	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Yeso, (se puede rayar con la uña con más dificultad)	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Calcita, (se puede rayar con una moneda de cobre)	$CaCO_3$
4	Fluorita, (se puede rayar con un cuchillo)	$CaF_2$
5	Apatito, (se puede rayar difícilmente con un cuchillo)	$Ca_5(PO_4)_3(OH-,Cl-,F-)$
6	Ortoclasa, (se puede rayar con una lija de acero)	$KAlSi_3O_8$
7	Cuarzo, (raya el vidrio)	$SiO_2$
8	Topacio,	$Al_2SiO_4(OH-,F-)_2$
9	Corindón, (zafiros y rubíes son formas de corindón)	$Al_2O_3$
10	Diamante, (el mineral natural más duro)	C

## FÓRMULAS

$$\text{Porcentaje de desgaste} = \frac{(\text{peso de la muestra} - \text{peso retenido en el No. 12}) \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

## BIBLIOGRAFÍA

*Annual Book of ASTM Standards*. 1988. Volume 04.02  
Concrete and Aggregates. U.S.A.

Anguas, Paul, *et al.* 1997. *Efecto de Rotura de Granos en Material de Balasto Bajo Carga Repetida*. México (91): 25-27.

[http://es.wikipedia.org/wiki/Escala\\_de\\_Mohs](http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Mohs)



FOTO 29: SELECCIÓN DEL MATERIAL



FOTO 30: GRADUACIÓN DEL MATERIAL



FOTO 31: MÁQUINA DE LOS ÁNGELES



FOTO 32: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MATERIAL RECOLECTADO



## DOSIFICACIÓN DE MATERIALES DE CONCRETO PRÁCTICA # 2

### RESUMEN

#### Selección de las proporciones de la mezcla de concreto

La dosificación de los ingredientes para el concreto deberá establecerse para suministrar:

1. El cumplimiento con los requisitos de una prueba de resistencia.
2. El manejo y consistencia adecuadas para permitir que el concreto se trabaje fácilmente dentro de las cimbras y alrededor del refuerzo bajo las condiciones de colocación que van a emplearse, sin segregación excesiva o sangrado.
3. La resistencia a la congelación y descongelación y otras condiciones hostiles, cuando se requiera.

#### Dosificación volumétrica

La dosificación de un mortero se realiza por motivos prácticos en relación a volúmenes o partes ya que en el campo esta es prácticamente la única forma de dosificar rápida y eficaz.

$$Volumen = \frac{\gamma_{agregado}}{Gs_{agregado}} V_{agregado} + \frac{\gamma_{aglomerante}}{Gs_{aglomerante}} V_{aglomerante} + \frac{k\gamma_{agua}}{Gs_{agua}} V_{agua}$$

(ACI 318, 2005)

K= Relación de agua / aglomerante

### OBJETIVOS GENERALES

1. Que el estudiante llegue a conocer los diversos materiales que componen un mortero.
2. Dosificar según normas propuestas un mortero de suelo-cemento.

## MATERIALES

1. Cemento
2. Agregado fino- arena de río
3. Agua de chorro
4. Agregado grueso- Piedrín triturado.
5. Balanza
6. Cazuelas de aluminio.
7. Tamices de 3/8", 3/4", No. 4 y un plato de bronce
8. Molde cilíndrico de 6x12 pulgadas.
9. Cuchara de albañil
10. Cajón de madera recubierto
11. Probeta graduada
12. Varillas de metal de 5/8" de diámetro y 20 pulgadas de longitud.
13. Almádana de hule de 1.25 lb.

## PROCEDIMIENTO

### *Elaboración del concreto 3000psi*

1. La relación de cemento, arena y piedrín será de 1:2:2
2. Utilice piedrín triturado de 3/8"
3. Utilice arena de tamaño menor al tamiz No. 4
4. Utilice cemento en la proporción anteriormente mencionada
5. Utilice un litro de agua.
6. Mezcle los materiales en un cajón de madera forrado con formica. (Mezcle de primero los agregados y luego aglomerante)
7. Coloque el material dentro del cilindro compactado en tres capas.
8. Compactar cada capa con 25 golpes de la varilla de metal, penetrando la capa anterior aproximadamente 1".
9. Martillar levemente los lados del molde de 10 a 15 veces.
10. Enrasar la superficie y cubrir inmediatamente.
11. Deje fraguando la mezcla por un día.
12. Sáquelo del cilindro y sumérgalo en agua para que pueda terminar su fraguado.
13. Pese el cilindro nuevamente.

### *Fin del laboratorio*

## TABLAS O GRÁFICAS

No serán necesarias para este ensayo de laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

American Concrete Institute; 2005, *Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318)*



FOTO 33: PESO DE TAMICES



FOTO 34: CAZUELA DE ALUMINIO



FOTO 35: COMPACTACIÓN DE MEZCLA DE CONCRETO



FOTO 36: CONCRETO EN CILINDRO



**CONTROL DE CALIDAD  
MARTILLO DE REBOTE  
(ASTM C 805)  
PRÁCTICA # 3**

**RESUMEN**

La norma establece el procedimiento para determinar el índice esclerométrico del hormigón endurecido empleando un martillo de acero impulsado por resorte. Este procedimiento no es aplicable para la determinación de resistencias del hormigón luego no es un modo alternativo respecto de los ensayos normales de compresión tracción no puede ser empleado como base para la aceptación o rechazo de un hormigón

No obstante, si el instrumento es calibrado debidamente para cada mezcla y conjunto de materiales empleados en una obra, para condiciones de humedad y textura similares sobre las cuales se realizarán las observaciones y es alcanzada una correlación consistente entre índice esclerométrico y resistencia a compresión sobre probetas normales y/o testigos del hormigón es posible obtener un valor estimativo de la resistencia del hormigón con una exactitud no mayor a un 20 o 25%.

***Martillo de rebote***

Martillo de acero impulsado por un resorte que al dispararse golpea un émbolo de acero en contacto con la superficie del hormigón. Debe funcionar con una velocidad fija y reproducible. La distancia del rebote se mide en una escala lineal adosada a la envoltura del instrumento.

Los hormigones que se van a comparar deben ser del mismo tipo con un espesor igual o mayor a 100 mm., tener aproximadamente la misma edad y estado de humedad; la superficie debe ser de una textura similar evitando nidos de piedra y zonas escamosas o muy ásperas. En el área seleccionada debe marcarse una superficie cuadrada de a lo menos 200 mm. Por lado, la que, en caso de ser áspera, blanda o con mortero suelto, debe ser emparejada con piedra abrasiva. La superficie a ensayar debe ser humedecida totalmente por 24 hrs. previas al ensayo. Además de la manutención periódica a la que debe ser sometido, el martillo debe calibrarse antes de su empleo, accionándolo hacia abajo sobre un yunque especial colocado sobre una base firme. El valor de rebote debe ser entre 78 y 82.

(ACI, 1990)

## **OBJETIVOS GENERALES**

1. Conocer el funcionamiento del martillo de rebote para concreto.
2. Realizar una prueba no destructiva sobre concreto.

## **MATERIALES**

1. Martillo de rebote para concreto
2. Yunque de calibración
3. Muro y losa de reacción

## **PROCEDIMIENTO**

### ***Primera parte: Martillo de rebote***

1. Obtenga el coeficiente de calibración mediante 10 tiros sobre un yunque de calibración.
2. Determine los puntos que se van a evaluar sobre la estructura.
3. Observe si la superficie posee alguna inclinación.
4. Realice medición en puntos predefinidos en la estructura.
5. Repita las mediciones
6. Compare datos y descarte posibles errores.
7. Determine la resistencia del concreto.

### ***Fin del laboratorio***

## **TABLAS O GRÁFICAS**

No serán necesarias para este ensayo de laboratorio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

ACI Manual of Concrete Practice, 1990, parte 1  
*Materials and general properties of concrete*



FOTO 37: CALIBRACIÓN DEL MARTILLO DE REBOTE



FOTO 38: TOMA DE LECTURAS CON EL MARTILLO DE REBOTE

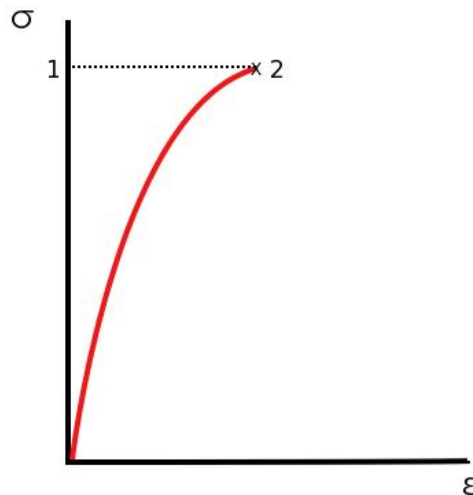
**ENSAYOS EN MADERA  
MÓDULO DE ELASTICIDAD  
PRÁCTICA # 4**

**RESUMEN**

La relación lineal entre el esfuerzo y la deformación unitaria en una barra sometida a tensión o compresión simple se expresa por la ecuación:

$$\sigma = E\varepsilon$$

en donde  $\sigma$  es el esfuerzo axial,  $\varepsilon$  es la deformación unitaria axial y E es una constante de proporcionalidad llamada módulo de elasticidad del material. El módulo de elasticidad es la pendiente del diagrama esfuerzo-deformación unitaria en la región elástica lineal.



Puesto que la deformación unitaria es adimensional, las unidades de E son las mismas que las del esfuerzo. Las unidades características de E son psi o ksi en unidades inglesas y pascales en unidades del SI.

(Gere, 2002)

**OBJETIVOS GENERALES**

1. Conocer y describir la variación volumétrica de la madera como consecuencia de la presencia de agua en las muestras.
2. Llegar a determinar el módulo de elasticidad E para las muestras de madera.

## **MATERIALES**

1. Secciones de madera (diferentes tipos)
2. Cubos de madera (diferentes tipos)
3. Compresora manual
4. Compresora eléctrica
5. Deformímetro
6. Balanza manual
7. Vernier (Pie de Rey)
8. Horno eléctrico
9. Sistema de distribución de soportes
10. Barra de hierro (concentrador de carga)

## **PROCEDIMIENTO**

### ***Primera parte: Módulo de elasticidad***

1. Entender el funcionamiento del deformímetro y de la compresora manual.
2. Elaborar un sistema de dos apoyos con carga concentrada en el centro del claro de la viga.
3. Coloque los deformímetros a manera de obtener al menos una medición directa de la madera.
4. Concentrar la carga, utilizando la barra de hierro, a fin de obtener una carga puntual en la viga.
5. Aplique la carga con la compresora.
6. Realice las lecturas en los deformímetros.
7. Inspeccione visualmente la muestra.
8. Repita el procedimiento anterior para otras muestras de madera.
9. Compare resultados obtenidos.

### ***Segunda parte: Variación volumétrica***

1. Reúna los cubos de madera.
2. Péselos y mida las dimensiones de las muestras en estado ambiental.
3. Seque las muestras en el horno a 100°C por 24 horas a fin de llevar las muestras a estado anhidro.
4. Vuelva a pesarlos y a medir las dimensiones de las muestras en estado anhidro.
5. Coloque las muestras en agua por la menos 3 días a modo de llevarlas a estado saturado.
6. Finalmente, vuelva a pesarlos y a medir las dimensiones de las muestras en estado saturado.

**TABLAS O GRÁFICAS**

No serán necesarias para este ensayo de laboratorio.

**BIBLIOGRAFÍA**

Gere, J., 2002, *Mecánica de Materiales*.  
Thomson Editores, S.A. México

#### IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las guías de laboratorio ayudan a que los ensayos se realicen más rápido y efectivamente ya que se sigue un orden lógico y muy ordenado al hacer las pruebas. Estas guías de laboratorio son una herramienta muy importante para los estudiantes de la carrera de ingeniería civil ya que pertenecen a dos de las clases más importantes del pénsum y de la carrera profesional de cada uno. Las guías de Mecánica de Suelos 1 están enfocadas a conocer las diferentes pruebas que se deben de hacer para determinar las características de un suelo para determinar si es bueno o malo. Las guías de Materiales de Construcción están enfocadas a que los estudiantes conozcan la capacidad de los materiales de resistir esfuerzos.

Para ellos se recomienda que el encargado programe la realización de los ensayos junto con el catedrático, a modo que los alumnos posean los conocimientos teóricos necesarios para entender la práctica del laboratorio.

Además, se recomienda que el estudiante revise con anterioridad las guías de laboratorio. De esta forma el encargado del laboratorio puede estar seguro que el alumno sabe de qué se trata el ensayo y sabe, en general, de qué se va a tratar la práctica de laboratorio.

Se recomienda al departamento de Ingeniería Civil de la Universidad del Valle que siempre vea la manera de invertir en equipo nuevo ya que de esta forma se puede garantizar que los alumnos sepan interpretar de la mejor forma toda la teoría que se ha visto en las aulas.

Además se recomienda que se realicen nuevos ensayos como los que se proponen a continuación:



**DETERMINACIÓN DE DENSIDADES DE CAMPO  
Y PORCENTAJES DE COMPACTACIÓN EN CAMPO  
POR EL MÉTODO DEL CONO DE ARENA  
(AASHTO T 191)**

**RESUMEN**

Tanto el método del cono de arena como el método del balón de densidad utilizan los mismos principios. O sea, se obtiene el peso de suelo húmedo de una pequeña excavación de forma algo irregular (un agujero) hecho sobre la superficie del suelo. Si es posible determinar el volumen de dicho agujero, la densidad húmeda del suelo se calcula simplemente como:

$$\gamma_{Hum} = \text{Peso del suelo húmedo} / \text{Volumen del agujero}$$

El método del cono de arena representa una forma indirecta de obtener el volumen del agujero. La arena utilizada es generalmente material que pasa el tamiz No. 20 y ésta se encuentra retenida por el tamiz No. 30. Aunque el material menor que el tamiz No. 30 y mayor que el tamiz No. 40 o el material menor que el tamiz No. 30 y mayor que el tamiz No. 50 puede también utilizarse, generalmente es deseable tener una arena uniforme o “de sólo un tamaño” para evitar problemas de segregación, de forma que en las mismas condiciones de vaciado pueda lograrse la misma estructura del suelo (de la misma densidad) y duplicación requerida.

(Bowles, J,1973)

**OBJETIVOS GENERALES**

1. Determinar la densidad de un suelo en el terreno.

**MATERIALES**

1. Cono de arena
2. Herramientas para excavar
3. Frasco plástico
4. Placa para apoyar el cono
5. Brocha para remover el suelo que caiga en la placa
6. Cuchara
7. Destornillador para excavar el hueco
8. Envase de 3lbs para guardar el suelo removido del hueco.

## **PROCEDIMIENTO**

### ***Primera parte: Trabajo de campo***

1. Pese el recipiente del aparato de cono de arena, lleno de arena y obtenga el peso  $W_j$
2. Pese las latas de cierre hermético con tapa para obtener el valor  $W_c$ .
3. Excavar un agujero utilizando la placa de base provista con el cono de arena. (Asegúrese de que la superficie de la zona de excavación sea plana)
4. Voltee, con la válvula cerrada, el aparato del cono de arena sobre la placa y abra la válvula. (Cuando la arena deje de caer en el agujero, cierre la válvula y levante el conjunto).

### ***Segunda parte: Trabajo de laboratorio inmediato***

1. Pese la lata con suelo húmedo obtenida en el campo
2. Coloque el suelo en un recipiente y luego en un horno de secado.
3. Pese el recipiente parcialmente vacío.

### ***Tercera parte: Posterior de laboratorio***

1. Pese las muestras que metió al horno luego de 24 horas y encuentre el peso seco del suelo.
2. Calcule el contenido de humedad
3. Calcule los pesos unitarios húmedos y secos respectivamente del agujero del ensayo.

## **TABLAS O GRÁFICAS**

No serán necesarias para este ensayo de laboratorio.

## **BIBLIOGRAFÍA**

Bowles, J.; 1973, *Manual de Laboratorios de Suelos en Ingeniería Civil*. McGraw-Hill Latinoamérica, S.A. Colombia. Pag.89



## EXPERIMENTO DE COMPRESIÓN INCONFINADA (AASHTO T 208)

### RESUMEN

Utilizando la construcción del círculo del Mohr, es evidente la resistencia al corte o cohesión (símbolo  $c$ ) de una muestra de suelo puede ser calculada aproximadamente como:

$$c = qu / 2$$

donde  $qu$  se utiliza siempre como el símbolo para representar la resistencia a la compresión inconfiada del suelo. Este cálculo se basa en el hecho que el esfuerzo principal menor es cero y que el ángulo de fricción interna del suelo se supone cero.

El experimento de compresión inconfiada puede hacerse con control de deformación unitario o con control de esfuerzo. El esfuerzo de deformación unitaria controlada es casi universalmente utilizado, pues es una simple cuestión de acoplar una relación de engranaje adecuada a un motor y controlar la velocidad de avance de la plataforma de carga. Un experimento de esfuerzo controlado requiere cambios en los incrementos de carga y puede causar una respuesta errática en deformaciones unitarias y/o la resistencia ultima cayendo entre dos incrementos de esfuerzo. Ambos métodos producen “una carga de impacto” a la muestra, son difíciles de aplicar, y por estas varias razones, los experimentos de esfuerzo controlado se utilizan muy raramente en cualquier tipo de experimento de suelos.

(Bowles, J, 1973)

### OBJETIVOS GENERALES

1. Determinar la resistencia al corte en suelos cohesivos.

### MATERIALES

2. Máquina de compresión inconfiada
3. Deformímetro de carátula (lectura con precisión de 0.01 mm/división)
4. Muestra de suelo cohesivo

## PROCEDIMIENTO

### *Primera parte*

1. Preparar dos muestras de tubo con relación L/d entre dos y tres. (L/d se refiere a la relación de altura / ancho de la muestra)
2. Coloque las muestras en recipientes húmedos o déjelas en cuartos húmedos para prevenir su desecamiento
3. Calcule la deformación correspondiente al 20% de deformación unitaria para las muestras mientras se espera turno para la máquina de compresión. (De esta forma se puede determinar cuando terminar el experimento si la muestra recibe carga sin mostrar un pico antes de dicha deformación unitaria suceda).
4. Calcule la densidad de las muestras.
5. Alinear cuidadosamente la muestra de la máquina de compresión.
6. Establecer el cero en el equipo de carga.
7. Encienda la compresora y tome lecturas en los deformímetros de carga y deformación hasta que ocurra una de las siguientes condiciones:
  - La carga sobre la muestra decrece significativamente
  - La carga se mantiene constante por cuatro lecturas
  - La deformación sobrepasa significativamente el 20% de la deformación unitaria.
8. Calcule la deformación unitaria, el área corregida y el esfuerzo unitario para suficientes lecturas.
9. Utilizando un papel milimetrado dibuje la curva Esfuerzo vs. Deformación Unitaria.

## TABLAS O GRÁFICAS

No serán necesarias para este ensayo de laboratorio. Papel milimetrado será entregado por el encargado del laboratorio.

## BIBLIOGRAFÍA

Bowles, J.; 1973, *Manual de Laboratorios de Suelos en Ingeniería Civil*. McGraw-Hill Latinoamérica, S.A. Colombia. Pag.133

## V. BIBLIOGRAFÍA

ACI Manual of Concrete Practice 1990, parte 1  
*Materials and general properties of concrete*

American Concrete Institute; 2005, *Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado (ACI 318)*

Anguas, Paul, *et al.* 1997. *Efecto de Rotura de Granos en Material de Balasto Bajo Carga Repetida*. Mexico (91): 25-27.

*Annual Book of ASTM Standards*. 1988. Volume 04.02  
Concrete and Aggregates. U.S.A.

Bowles, J.; 1973, *Manual de Laboratorios de Suelos en Ingeniería Civil*. McGraw-Hill Latinoamérica, S.A. Colombia

Das, B.; 2001, *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*  
Thomson Editores, S.A. México

Gere, J., 2002, *Mecánica de Materiales*.  
Thomson Editores, S.A. México

Leet, L. Judson, S.; 2001, *Fundamentos de Geología Física*  
Limusa Noriega Editores, México, 21 Reimpresión

American Association of State Highway and Transportation Officials, 2005,  
*Standard Specifications for Transportation Materials and Methods of Sampling and Testing*, 25 ed. Washington, parte 2A.

### A. Otras referencias

[http://es.wikipedia.org/wiki/Escala\\_de\\_Mohs](http://es.wikipedia.org/wiki/Escala_de_Mohs)