



U.N.N.E. - Facultad de Ingeniería

## CÁTEDRA: GEOTECNIA

Integrantes:

Prof. Titular: Ing. Arturo Borfitz

Prof. Adjunto: Ing. Dante Bosch

Auxiliares: Ing. Guillermo Arce

Ing. Hugo Casco

Ing. Daniel Nuñez

Edición y Maquetación:  
Tec. Nelson J. Rodriguez

Año: 2008

# TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO N° 7: TRIAxIAL - MODALIDAD: RAPIDO CON ESCALONAMIENTO DE PRESIONES DE CONFINAMIENTO

## 1. INTRODUCCIÓN

Este ensayo tiene como objetivo determinar las propiedades tensión-deformación y resistencia de un suelo, mediante el ensayo de una probeta cilíndrica sometida a esfuerzos de corte crecientes. Entre otros resultados, el ensayo permite estimar los valores del intercepto cohesivo “c” y el ángulo de fricción interna “ $\phi$ ”, siendo éstos los parámetros resistentes del suelo ensayado.

## 2. EQUIPO NECESARIO

1. Equipo de ensayo triaxial: el equipo de ensayo triaxial utilizado para realizar el ensayo rápido con escalonamiento de presiones de confinamiento consta de las siguientes partes:

⊕ Cámara triaxial: está conformada por un cilindro, una base y una tapa. El cilindro está construido con un material transparente que puede soportar altas presiones internas, la base es metálica y posee tres conexiones al exterior con sus correspondientes válvulas y la tapa, también metálica, posee una válvula de purga de aire.

⊕ Prensa de compresión: es de accionamiento mecánico y posee un dispositivo que permite variar la velocidad con que se aplica la carga vertical sobre la probeta.

⊕ Sistema para aplicar la presión de confinamiento: consiste fundamentalmente de dos partes: un compresor de aire que es accionado eléctricamente y posee un tanque de reserva de aire comprimido y un tanque intermedio en donde la presión de aire es transmitida al agua que se utiliza para llenar la cámara triaxial y aplicar la presión de confinamiento.

⊕ Elementos de medición: los mismos se utilizan para medir la presión de confinamiento y vertical aplicadas sobre la probeta, como así también el acortamiento que sufre la misma durante la ejecución del ensayo. La presión de cámara se mide mediante un manómetro analógico, la presión vertical mediante una célula de carga eléctrica y el acortamiento de la probeta mediante un extensómetro analógico.

2. Balanza con una precisión de 0.01 g.

3. Calibre.

4. Horno de secado.

5. Elementos menores: moldeador de probeta, cuchillo, membrana, colocador de membrana, bandas elásticas y pesafiltro, entre otros.

### 3. PROCEDIMIENTO

1. Moldeo de la probeta: para este ensayo se utilizará una probeta de suelo cohesivo compactado mediante el procedimiento del ensayo Harvard miniatura.
2. Una vez moldeada la probeta, pesar y medir el diámetro y la altura de la misma, obteniendo "Po", "Do" y "Ho" correspondientemente.
3. Montaje de la probeta: colocar la probeta sobre el cabezal inferior, localizado en la base de la cámara triaxial, y luego el cabezal superior. A continuación colocar la membrana y las bandas elásticas. Para colocar la membrana se recurre al auxilio de un dispositivo especial que permite expandir la membrana y ubicarla sobre la probeta minimizando de esta forma la perturbación de la misma. Para asegurar el correcto aislamiento entre la probeta y el líquido de la cámara triaxial, deben colocarse bandas elásticas que ajusten la membrana contra los cabezales inferior y superior.
4. Armado de la cámara triaxial: luego de montada la probeta, proceder a colocar el cilindro transparente y la tapa de la cámara triaxial, ajustando luego las tuercas de los tensores en forma uniforme.
5. Colocar a continuación el pistón de carga de manera que quede perfectamente alineado con el cabezal superior de la probeta.
6. Llenar la cámara triaxial con agua abriendo la válvula que conecta la base de la cámara con el tanque intermediario, dejando abierta la válvula de la tapa que permite la salida del aire hasta que por la misma salga agua.
7. Coloca la célula de carga entre el pistón de carga y el vástago de la prensa.
8. Accionar la prensa hasta que el pistón de carga toque el cabezal superior de la probeta, deteniéndola en el momento justo en que se comience a registrar aumento de carga sobre la probeta.
9. Montar el extensómetro que medirá las deformaciones axiales de la probeta, colocándolo en lectura cero.
10. Incrementar lentamente la presión de cámara hasta alcanzar el valor correspondiente al primer escalón de carga " $\sigma_{C1}$ ".
11. Registrar la lectura de la célula de carga.
12. Comenzar a aplicar la carga axial con una velocidad constante igual a 1 % de deformación axial de la probeta por minuto.
13. Cada 0,10 mm de deformación axial, registrar el valor de la carga. Continuar el ensayo hasta que la carga aplicada tienda a permanecer constante, en este punto detener la aplicación de la carga.
14. Disminuir la carga axial hasta volver a la lectura de carga cero, en este punto registrar el valor de la deformación axial indicada en el extensómetro.
15. Aumentar lentamente a presión de cámara al valor escogido para el segundo escalón de carga " $\sigma_{C2}$ ".
16. Repetir los pasos 11 a 14
17. Aumentar lentamente a presión de cámara al valor escogido para el tercer escalón de cargas " $\sigma_{C3}$ ".
18. Repetir los pasos 11 a 13 con la diferencia que ahora se debe continuar el ensayo hasta que se produzca la rotura de la probeta. Si el suelo de la probeta presenta un comportamiento de pico en el diagrama tensión-deformación, la rotura se manifiesta porque se produce un descenso brusco en la carga axial aplicada. En caso contrario, la carga continuará aumentando lentamente debiéndose llegar en este caso al 20 % de deformación axial.
19. Disminuir lentamente la presión de cámara y evacuar el agua de la cámara hacia el tanque intermediario.

20. Desarmar la cámara triaxial y desmontar la probeta.
21. Observar el tipo de rotura y esquematizarlo.
22. Con una porción de suelo de la probeta determinar la humedad de la misma.

#### 4. CÁLCULOS Y REPRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

##### Cálculos:

Los valores que se deben registrar durante la realización del ensayo son los siguientes:

Antes de montar la probeta en la cámara triaxial:

- Po : Peso inicial de la probeta.  
 Do : Diámetro inicial de la probeta.  
 Ho : Altura inicial de la probeta.

En cada escalón de carga:

- $\square$ ci: Presión de confinamiento.  
 Hi : Altura inicial de la probeta.  
 $\square$ Hi : Deformación axial de la probeta en cada punto de interés, obtenida del extensómetro correspondiente.  
 Pi : Carga axial sobre la probeta correspondiente a cada lectura Li, obtenida de la célula de carga.  
 $\square$ Hf : Deformación axial de la probeta al retornar la carga a cero al finalizar el primero y segundo escalón de carga.

Al finalizar el ensayo:

- Wf : Humedad final de la muestra.

Con estos valores calcular:

❖ Superficie inicial de la probeta:

$$A_o = \square * D_o / 4$$

⊕ Deformación axial unitaria expresada en porcentaje:

$$\square i = \square H_i / H_i * 100$$

a) Superficie transversal en cada punto de interés:

$$A_i = A_o / (1 - \square$$

1- Tensión desviadora en cada instante:

$$p_i = P_i / A_i$$

1- Tensión principal menor:

$$\square_3 = \square_c$$

a) Tensión principal mayor:

$$\sigma_1 = p_i + \sigma_3$$

### **Resultados**

Con los valores antes calculados se deben realizar los siguientes gráficos:

- Curva tensión – deformación: graficando en los valores de “ $\sigma_i$ ”, en el eje “x”, y “ $p_i$ ”, en el eje “y”.
- Círculos de Mohr: utilizando los valores de “ $\sigma_3$ ” y “ $\sigma_{1max}$ ” para cada escalón de carga.
- Sobre este último gráfico trazar la envolvente de falla y estimar los parámetros resistentes.