

**República Bolivariana De Venezuela**  
**Ministerio De Poder Popular Para La Educación Superior**  
**Aldea Universitaria**  
**“Gran Mariscal De Ayacucho”**  
**Cagua-Edo-Aragua.**  
**Construcción Civil**



**Profesor:**

**José Nicolás Ramírez**

**Bachiller:**

**José Miguel Estrada.**

**C.I: 19.516.898.**

**Materia:**

**Estabilización de Terreno.**

**Septiembre, De 2012**

## **Ensayo Triaxial**

Debido a que el suelo es un material tan complejo, ninguna prueba bastará por sí sola para estudiar todos los aspectos importantes del comportamiento esfuerzo-deformación.

El ensayo Triaxial constituye el método más versátil en el estudio de las propiedades esfuerzo-deformación. Con este ensayo es posible obtener una gran variedad de estados reales de carga.

Esta prueba es la más común para determinar las propiedades esfuerzo-deformación. Una muestra cilíndrica de un suelo es sometida a una presión de confinamiento en todas sus caras. A continuación se incrementa el esfuerzo axial hasta que la muestra se rompe. Como no existen esfuerzos tangenciales sobre las caras de la muestra cilíndrica, el esfuerzo axial y la presión de confinamiento, son los esfuerzos principal mayor y principal menor respectivamente. Al incremento de esfuerzo axial, se denomina esfuerzo desviador.

### **Objetivo**

Determinar el Ángulo de Rozamiento Interno y la Cohesión del suelo, que permitan establecer su Resistencia al Corte, aplicando a las probetas esfuerzos verticales y laterales que tratan de reproducir los esfuerzos a los que está sometido el suelo en condiciones naturales.

### **Descripción del Ensayo**

El ensayo de compresión Triaxial es el más usado para determinar las características de esfuerzo-deformación y de resistencia al esfuerzo cortante de los suelos. El ensayo consiste en aplicar esfuerzos laterales y verticales diferentes, a probetas cilíndricas de suelo y estudiar su comportamiento.

El ensayo se realiza en una cámara de pared transparente (cámara triaxial) llena de líquido, en la que se coloca la probeta cilíndrica de suelo que, salvo que se adopten precauciones especiales, tiene una altura igual a dos veces su diámetro, forrada con una membrana de caucho. Esta membrana va sujeta a un pedestal y a un cabezal sobre los que se apoyan los extremos de la probeta.

### **El Ensayo se Divide en dos Etapas:**

- La primera, en la que la probeta de suelo es sometida a una presión hidrostática de fluido, con esfuerzos verticales iguales a los horizontales. Durante esta etapa, se dice que la probeta es "consolidada" si se permite el drenaje del fluido de los poros. Alternativamente, si el drenaje no puede ocurrir se dice que la probeta es "no consolidada".

- En la segunda etapa, llamada de aplicación del Esfuerzo Desviador, se incrementan los esfuerzos verticales (desviadores) a través del pistón vertical de carga, hasta la falla. En esta etapa el operador tiene también la opción de permitir el drenaje y por lo tanto eliminar la presión neutra o mantener la válvula correspondiente cerrada sin drenaje. Si la presión neutra es disipada se dice que el ensayo es "drenado", en caso contrario se dice que el ensayo es "no drenado".

### **Así los ensayos pueden ser clasificados en:**

1. No consolidados-no drenados (UU) o rápidos (Q). Se impide el drenaje durante las dos etapas del ensayo.
2. Consolidados-no drenados (CU) o consolidados-rápidos (RC). Se permite el drenaje durante la primera etapa solamente.
3. Consolidados-drenados (CD) o lentos (S). Se permite el drenaje durante todo el ensayo, y no se dejan generar presiones neutras aplicando los incrementos de carga en forma pausada durante la segunda etapa y esperando que el suelo se consolide con cada incremento.

### **Existen tres ensayos de Triaxial que son:**

**Ensayo no drenado** - También llamado ensayo no consolidado no drenado o ensayo U. Este ensayo se hace con la válvula de drenaje cerrada para todas las fases del ensayo y antes de que la muestra tenga posibilidad de consolidarse (si  $S < s = 100\%$ ).

**Ensayo consolidado** – no drenado. También llamado ensayo consolidado rápido o CU. Este ensayo se hace después de que la muestra ha consolidado abriendo la válvula de drenaje a y bajo una presión de cámara constante. Se necesita un aparato para determinar cuando la muestra ha terminado de consolidarse. Cuando se completa la consolidación se cierran las válvulas de drenaje y se aplica el esfuerzo desviador a la muestra hasta la falla. Esta última fase es idéntica al ensayo U.

**Ensayo consolidado**. Llamado también ensayo consolidado lento o ensayo CD. En este ensayo se abre la válvula de drenaje, se aplica la presión de cámara, se controla la consolidación de la muestra, y a continuación, mientras la válvula de drenaje se encuentra abierta, se aplica el esfuerzo desviador. El esfuerzo desviador debe aplicarse a una tasa tan baja que las presiones de poros que siempre se desarrollan sean lo suficientemente pequeñas para que los parámetros del suelo no se afecten.

La Resistencia al Esfuerzo Cortante de un suelo, en función de los esfuerzos totales, se determina usando la Ley de Coulomb:

Generalmente cada prueba se realiza con tres o cinco probetas de la misma muestra de suelo, bajo esfuerzos confinantes distintos. La representación de los resultados en el diagrama de Mohr está constituida por una serie de círculos, cuya envolvente permite obtener los parámetros del suelo estudiado en el intervalo de esfuerzos considerado.

## **Equipo**

- Cámara Triaxial
- Máquina de compresión Triaxial
- Membrana de caucho
- Molde metálico
- Compresor de aire
- Bomba de vacío
- Balanza de precisión, aproximación 0,1 gr
- Calibrador
- Aro-sello de caucho
- Tallador de muestras, cuchillas y sierras
- Equipo para determinar el contenido de humedad

## **Esfuerzos principales**

En una prueba de compresión cilíndrica, la falla ocurre debido al corte, por ello es necesario considerar la relación entre la resistencia al corte y la tensión normal que actúa sobre cualquier plano dentro del cuerpo a compresión.

En una prueba de compresión, una muestra de suelo esta sujeta a fuerzas compresivas que actúa en tres direcciones, en ángulos rectos entre si, respectivamente; uno en la dirección longitudinal, los otros dos lateralmente. Los tres planos perpendiculares sobre los cuales estas tensiones actúan, son conocidos como los planos principales, y las tensiones como las tensiones principales.

Muchos de los problemas de mecánica de suelos son considerados en dos dimensiones, y solo son usadas las tensiones principales mayor y menor. A la influencia de la tensión principal intermedia se le resta importancia.

## **Circulo de Mohr**

Representación grafica de los estados de esfuerzo de una muestra de suelo, sometida a una prueba de compresión Triaxial.

La construcción grafica, para definir el lugar geométrico de un punto P, por medio de círculos, es de gran importancia en la mecánica de suelos.

## Ventajas

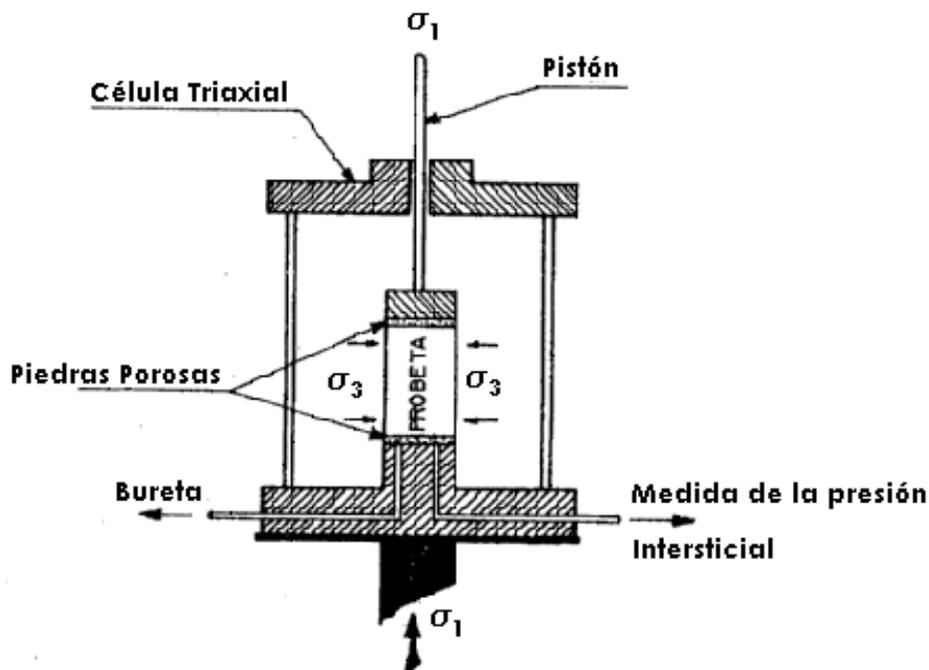
Algunas ventajas de los ensayos de compresión Triaxial son:

- La muestra no es forzada a inducir la falla sobre una superficie determinada.
- Consecuentemente, una prueba de compresión puede revelar una superficie débil relacionada a alguna característica natural de la estructura del suelo.
- Las tensiones aplicadas en pruebas de compresión en laboratorio, son una aproximación de aquellas que ocurren en situ.
- Las tensiones aplicadas son las tensiones principales y es posible realizar un estrecho control sobre las tensiones y las deformaciones.
- Las condiciones de drenaje pueden ser controladas y es posible una gran variedad de condiciones de prueba.

## Limitaciones

Algunas limitaciones de los ensayos de compresión Triaxial son:

- En algunos casos de arcilla el tamaño de la muestra puede tener importantes efectos sobre la resistencia medida.
- Se deben confeccionar o tomar muestras de diámetros que representen adecuadamente grietas y discontinuidades en una muestra de suelo.



## **Esquema de Célula Triaxial.**

### **Procedimiento**

**1.** El suelo a utilizarse se prefiere que sea inalterado, en cuyo caso se debe tallar por lo menos tres especímenes cilíndricos, teniendo muy en cuenta su estratificación y evitando destruir la estructura original del suelo.

Si la muestra es alterada, se procede a preparar los especímenes compactándose la muestra con una determinada energía, de acuerdo con las condiciones técnicas impartidas.

Las dimensiones de los especímenes dependen del tamaño de la máquina Triaxial a emplearse; debiendo tomar en cuenta que la altura de la muestra debe ser el doble del diámetro, (Se toman las medidas de los especímenes preparados).

**2.** El momento de preparar los especímenes se debe tomar muestra para determinar el contenido de humedad.

**3.** Pesamos el primer espécimen y lo colocamos en la base de la cámara Triaxial, utilizando una piedra porosa entre la muestra y dicha base.

**4.** Colocamos la membrana de caucho en el espécimen, utilizando un aparato especial para ello.

**5.** Colocamos la cabeza de plástico usando una piedra porosa entre la cabeza y el espécimen.

**6.** Aseguramos la membrana con ligas tanto en la parte superior como en la inferior.

**7.** En el caso de realizar en ensayo Triaxial en un Triaxial Soiltest, conectamos la cabeza de plástico en el tubo espiral que sale de la base y que se utiliza para el drenaje de la muestra.

**8.** Colocamos la cámara con su tapa, asegurándonos que estén bien colocados los empaques y seguidamente apretamos los tornillos que sujetan la cámara uniformemente.

**9.** Introducimos el pistón en el hueco de la cabeza de plástico.

**10.** Centramos el brazo de carga con el pistón y colocamos el dial de las deformaciones en cero.

**11.** Si la muestra no se encuentra saturada, será necesario saturarla, salvo introducciones contrarias al respecto, para lo cual abrimos las válvulas de saturación permitiendo que el agua fluya desde la base a través de la muestra.

**12.** Aplicamos presión al tanque de almacenamiento de la glicerina o agua y luego abrimos las válvulas que permiten el paso de la glicerina o agua a la cámara; la presión lateral introducida serán las indicadas anteriormente.

**13.** En estas condiciones aplicamos el tipo de Triaxial solicitado; llegando en cualquier caso a aplicar la carga hasta romper la muestra; anotándose las lecturas de las deformaciones axiales y de la carga aplicada.

**14.** Una vez terminado el ensayo se reduce la presión y se devuelve la glicerina o agua al tanque de almacenamiento, se seca la cámara y luego a la muestra con mucho cuidado con el objeto de graficar la fractura y además determinar la humedad.

**15.** Todo este proceso lo repetimos con los demás especímenes, utilizando presiones laterales diferentes.





