

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ITEM: ENSAYO DE CORTE TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO

UNIDAD: Ensy.

CODIGO: GM-ENS-ENS-0018



1.- DESCRIPCIÓN

Este ítem consiste en realizar el ensayo de compresión triaxial, consolidado, no drenado de los suelos; este ensayo es un método de medición de las propiedades mecánicas de muchos sólidos deformables, especialmente suelos (e.g., arena, arcilla y roca además de otros materiales granulares), de medición de presiones neutras para determinar los parámetros de ángulo de fricción interna y la cohesión, de resistencia al corte y del suelo, de suelos que se encuentren a criterio de la Supervisión en una condición in situ consolidada no drenada. El ensayo está basado en la Norma ASTM D2850 y ASTM D4767. Este ensayo será realizado en los sectores previamente coordinados con el Supervisor, de acuerdo a la descripción del proyecto y/o instrucciones del Supervisor de Obra.

2.- MATERIALES, HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

MATERIALES:

- ENSAYO DE CORTE TRIAXIAL CONSOLIDADO NO DRENADO

EQUIPO Y MAQUINARIA:

- CAMIONETA

Sin embargo, el listado precedente no puede ser considerado restrictivo o limitativo en cuanto a la provisión de cualquier otro material, herramienta y/o equipo adicional necesario para la correcta ejecución y culminación de los trabajos. En todo caso, el empleo de insumos adicionales a los señalados en la propuesta y que resultasen necesarios durante el periodo de ejecución de la obra, correrán por cuenta del Contratista a fin de que se garantice que los trabajos sean ejecutados y culminado de manera adecuada y a satisfacción de la Supervisión de Obra, aclarando que este aspecto no implicará en ningún caso un costo adicional para la Entidad.

Este tipo de pruebas son de mayor confiabilidad al momento de determinar la resistencia del suelo y dan opción de conocer en forma más completa las características mecánicas de un suelo.

El objetivo del ensayo es determinar los parámetros efectivos c' y ϕ , ya que estos gobiernan la resistencia al corte del suelo y determinar también algunas características respecto al cambio de volumen y rigidez del suelo.

El ensayo de compresión triaxial deberá contar como mínimo con los componentes mencionados a continuación y tener las siguientes características:

- Dispositivo de carga axial capaz de medir con una precisión de 1.1 N (0.25 lb) o a valores de carga dentro del 1.0 % de la carga anticipada, cualquiera sea la mayor.
- Indicador de deformación: el indicador de deformación deberá ser un extensómetro de dial con graduaciones equivalentes a 0.02 mm (0.001") y que tenga un recorrido mínimo de 20 % de la longitud de la probeta de ensayo y otro dispositivo de medida que cumpla con estos requisitos.
- Equipo para tallar las probetas: Este equipo incluye un marco, herramientas apropiadas para desbastar y tallar, calibrador Vernier que pueda medir las

dimensiones de la muestra con precisión de 0,25 mm (0.01"), un cortador de muestras, un dispositivo para cortar los extremos, y un extractor de muestras.

- Aparato de presión de poros: este aparato puede consistir en un manómetro cerrado, un indicador de cero presiones, o un transductor de presión. Cuando se emplee este último, podrá utilizarse con el mismo equipo electrónico usado para monitorear las cargas.
- Horno para secamiento: Un horno termostáticamente controlado que pueda mantener una temperatura de 110 ± 5 °C (230 ± 9 °F) para determinar el contenido de humedad de los especímenes.
- Balanzas: Para muestras cuyo peso sea inferior a 100 g, deberá utilizarse una balanza con precisión de 0,01 g, y para muestras de 100 g o más, una balanza con precisión de 0,1 g.
- Cámara de compresión triaxial: Empleada para contener el espécimen y el fluido de confinamiento, durante el ensayo. Las partes accesorias asociadas con la cámara incluyen: placa para base de la muestra, piedra porosa, dos placas lubricadas para base, anillos "O" u otro tipo de sellos, válvulas de cierre, placa superior, tubos de plástico para drenaje resistentes a la temperatura, tapa superior, pistón de carga, membrana de caucho, papel de filtro, dial con su soporte, etc.
- Aparatos misceláneos: Estos incluyen una bomba de vacío y un aparato de presión con sus respectivos manómetros y reguladores, un dilatador de membrana, recipientes para determinaciones de humedad, y los formatos de Informe que se requieran.

Esta prueba considera:

- a. Información sobre el comportamiento esfuerzo – deformación unitaria del suelo, que no suministra la prueba de corte directo.
- b. Permite condiciones más uniformes de esfuerzo que la prueba de corte directo con sus concentraciones de esfuerzos a lo largo del plano de falla.
- c. Provee más flexibilidad en términos de trayectorias de carga.

El ensayo se encuentra normalizado y respaldado en la Norma ASTM D2850 y ASTM D4767.

3.- FORMA DE EJECUCIÓN

El ensayo se realizará en un laboratorio cuyo equipo debe estar calibrado por el Instituto Boliviano de Metrología (IBMETRO). El Contratista debe adjuntar una fotocopia simple del certificado emitido por IBMETRO, donde figure la marca, modelo y N° de Serie del equipo utilizado, por el laboratorio que preste los servicios, para realizar estos ensayos.

El ensayo deberá realizarse en un laboratorio de reconocida solvencia técnica que deberá ser aprobado previamente por el Supervisor, caso contrario si el Contratista realizara el ensayo de manera arbitraria en cualquier laboratorio sin la aprobación del Supervisor, el ensayo será rechazado. En caso de que el Supervisor considere que se debe cambiar de laboratorio de manera objetiva para la obra, el Contratista debe acceder a dicho cambio.

El Contratista a instrucciones de la Supervisión podrá hacerse cargo de la extracción y envío de la muestra al laboratorio correspondiente a nivel nacional, tomando las previsiones necesarias para conservar las condiciones inalteradas de la muestra, sin que ello implique un costo adicional para la ENTIDAD.

PREPARACION DE PROBETAS

Toma de la probeta.

Los especímenes deberán tener un diámetro mínimo de 33 mm (1.3") y el mayor tamaño de partícula dentro de la muestra de ensayo deberá ser menor que 1/10 de su diámetro. Para muestras con diámetro de 71 mm (2.8") o más, la partícula mayor deberá ser menor que 1/6 del diámetro. Si después de la conclusión del ensayo de una muestra inalterada, se encuentran partículas de mayor tamaño, deberán hacerse las anotaciones correspondientes en el Informe. La relación altura - diámetro (H/D) debe estar entre 2 y 3, siendo preferible 2, valor que puede disminuirse hasta 1,25 cuando se usen placas lubricadas. Deberán efectuarse las mediciones con precisión de 0,10 mm (0.05") empleando un calibrador Vernier u otro dispositivo adecuado.

Muestras inalteradas

Podrán obtenerse muestras inalteradas a partir de muestras de mayor tamaño o de muestras obtenidas de acuerdo a la Norma ASTM D1587.

a) Los tubos con muestras, se sacan por extrusión mediante un gato u otro método que no las altere.

b) Se tomarán las muestras para determinar la humedad, y se cortan especímenes de la longitud deseada; se identifica el suelo visualmente con ayuda de la norma ASTM D2488 para la descripción e identificación de suelos (procedimiento visual y manual), y se recubrirán los especímenes con parafina, manteniéndolos en una cámara húmeda y fría hasta que vayan a ser ensayados.

c) Las muestras de tubo podrán ensayarse sin ser desbastadas, excepto para emparejar los extremos, si las condiciones de la muestra así lo exigen. Si es necesario desbastarlas, deberán

manejarse con cuidado para evitar su alteración y cambios en la sección transversal o pérdida de humedad. El corte, en cuanto sea posible, deberá efectuarse en una cámara con humedad controlada procurando evitar a toda costa cualquier cambio en la humedad.

El molde del desbastador de muestras se construye en tal forma que el cortador cilíndrico se mueva verticalmente, sin movimiento horizontal alguno. El diámetro interior del cortador deberá

ser alrededor de 0,13 mm (0.005") mayor que el diámetro deseado del espécimen de ensayo, excepto para una longitud de 3,2 mm (1/8") en el extremo del corte, donde dicho diámetro deberá ser igual al de la probeta. Céntrese la muestra bajo el cortador y bájese hasta la parte deseada, aflojando las tuercas de las aletas. Después de que esté en posición, empújese el cortador lentamente hacia abajo dentro de la muestra, simultáneamente recórtese el exceso de suelo empleando un cuchillo para carne. Cuando se haya bajado el marco a su posición final y se halle el cortador lleno con suelo, remuévase éste y sáquese por extrusión el espécimen mediante el bloque de extrusión. Para asegurar la menor alteración posible, el cortador deberá tener un recubrimiento de baja fricción. Si la superficie de la muestra extraída no es lisa, se emplean pedazos de los recortes de suelo para llenar cualquier vacío.

Después de esto, empújese suavemente el cortador sobre la muestra para garantizar una vez más un espécimen del tamaño adecuado. Cualquier otro método de desbaste será aceptable siempre que, para el material ensayado, sólo produzca una alteración mínima en la muestra.

Colóquese el espécimen en el aparato para cortar los extremos y desbástese de manera que éstos sean perpendiculares al eje longitudinal de la muestra circular uniforme.

d) Efectúense varias medidas del diámetro y de la altura de la muestra y determínese el peso del espécimen de ensayo. Si no se emplea la muestra completa para la determinación de humedad, tómese con este objeto una muestra representativa de los recortes y colóquese inmediatamente en un recipiente cubierto.

Muestras remoldeadas

Pueden prepararse especímenes a partir de una muestra inalterada fallada o de una alterada. El método de moldeo y la compactación pueden variarse para producir el peso unitario, la humedad y la estructura del suelo deseadas. Si las muestras no son moldeadas al tamaño requerido, el equipo empleado para desbastar muestras de suelo inalteradas puede emplearse también para las de material remoldeado. Cualquier método empleado para remoldear material que muestre resultados de ensayo similares, es satisfactorio.

PROCEDIMIENTO

Se colocará la muestra sobre una piedra porosa y se adherirá tiras de papel de filtro a lo largo de los lados de la muestra, de manera que proporcionen el sistema deseado para las trayectorias del drenaje.

Empleando un dilatador de membranas al vacío:

- Se coloca sobre la muestra una membrana delgada e impermeable;
- Se colocan anillos en "O" u otros sellos de presión alrededor de la membrana a la altura del pedestal para proporcionar un sello efectivo;
- Se colocan tiras filtrantes adicionales, piedra porosa y el cabezote superior sobre el espécimen.
- Se colocan anillos "O" u otro sello de presión alrededor de la membrana en el cabezote superior, para proporcionar un sello efectivo en la parte superior de la muestra.
- Se coloca el cilindro hueco sobre la base y asegúrese.
- Se coloca el pistón de carga dentro de la cámara por medio de las guías y bájese hasta que entre, pero sin que toque, la depresión de la parte superior. Debe asegurarse el pistón con el dispositivo fijador.

Se coloca la cámara de ensayo con la muestra en el dispositivo de carga, y se llena con fluido. Se satura la línea de drenaje antes de comenzar el ensayo, aplicando vacío a una línea de drenaje mientras que el extremo de la otra se halle sumergido en un recipiente con agua. Esto extrae el aire atrapado entre la muestra y la membrana y llena las líneas de drenaje con agua del recipiente. Deben saturarse también los cabezotes.

Se aplica una pequeña contrapresión y una presión de cámara, aproximadamente entre 7 y 14 kPa (1 a 2 lb/pul²) mayor que la contrapresión, para hacer que fluya el agua lentamente de la línea de presión de poros. Se conecta la línea de presión de poros al aparato de medida. Se debe aumentar la contrapresión y la presión de la cámara paulatinamente, hasta cuando la lectura de presión de poros indique que se ha logrado equilibrio en toda la muestra.

Se debe mantener la presión de la cámara aproximadamente 34,5 kPa (5 lb/pul²) mayor que la contrapresión para evitar flujo entre la muestra y la membrana. Se continúa aumentando la contrapresión y la presión de confinamiento hasta que la respuesta de la presión de poros indique saturación. Si no se requieren medidas de presión de poros, puede eliminarse esta etapa.

Se aumenta la presión de la cámara hasta que la diferencia entre ésta y la contrapresión iguale la presión deseada de consolidación. Se requiere un mínimo de tres presiones de consolidación

diferentes para definir una envolvente de falla. Se permite que la presión de consolidación se mantenga durante la noche o hasta que la lectura de presión de poros indique que se ha completado la fase de consolidación. Se comprueba el grado de saturación antes de aplicar la carga axial cerrando la válvula de drenaje y aumentando la presión de confinamiento en 34,5 kPa (5 lb/pul²) o más. Se calcula la relación del cambio de presión de poros con respecto al cambio de la presión de confinamiento.

Antes de aumentar la carga axial, se debe cerrar la válvula entre la cámara y la bureta, de manera que la muestra sea sometida a esfuerzo cortante en condición no drenada. Deberá medirse cualquier cambio de volumen que ocurra durante la consolidación.

Se pone en movimiento el aparato de carga y déjese funcionar unos pocos minutos a la velocidad de ensayo deseada, para compensar cualquier efecto separado o combinado por fricción del pistón o por empuje hacia arriba sobre el pistón, debido a la presión de la cámara. Se debe anotar la lectura cero de los aparatos de medida de carga y deformación cuando el pistón se ponga en contacto con la placa superior.

En el ensayo triaxial, la tasa de deformación deberá ser de tal magnitud que permita la igualación de la presión de poros (si se mide) en el espécimen; y puede emplearse la Tabla S0409_1 como una posible guía. Se deben anotar las lecturas de carga y deformación a intervalos suficientemente pequeños para definir exactamente la curva esfuerzo - deformación.

TABLA N° 1

Permeabilidad cm/seg	Tasa Típicas de deformación para el Ensayo	
	Coefficiente de Consolidación cm ² /seg	Tasa de Deformación axial (% por minuto)
1×10^{-4} a 1×10^{-6}	2×10^{-1} a 2×10^{-2}	0,08
1×10^{-6} a 1×10^{-7}	2×10^{-2} a 2×10^{-3}	0,08 con tiras filtrantes
1×10^{-7} a 1×10^{-8}	2×10^{-3} a 2×10^{-4}	0,08 – 0,04 con tiras filtrantes

El criterio de falla deberá ser el valor máximo del esfuerzo desviador en el supuesto de que ocurra un máximo. En caso de que no se presente un máximo definido y que el esfuerzo desviador se debe continuar en aumento con la deformación, deberá tomarse la falla como el esfuerzo desviador correspondiente al 20 % de deformación. Si se miden presiones de poros, la relación máxima de esfuerzos principales efectivos puede adoptarse como criterio de falla.

Después de la falla, se deben quitar todas las presiones y drénese el fluido de confinamiento de la cámara de ensayo. Se desarma el conjunto, se examina el espécimen, y se hace un esquema del modo de falla. Se pone la muestra y se coloca en un horno para secamiento con el fin de determinar la humedad y el peso unitario.

Deberán ensayarse al menos tres muestras diferentes del material con distintas presiones laterales.

Se deberán trazar los círculos de Mohr para cada muestra y trazar una línea tangente a los círculos que intersecte al eje vertical del esfuerzo de corte.

Posteriormente a la realización del ensayo, el personal encargado deberá emitir el informe correspondiente, que deberá incluir mínimamente:

- La cohesión y el ángulo de fricción interna
- Tipo y forma del espécimen (inalterado, remoldeado, cilíndrico o prismático)
- Relación altura-diámetro
- Peso unitario inicial, humedad y grado de saturación
- Tasa promedio de deformación hasta la falla en porcentaje
- círculos de Mohr y su envolvente correspondiente (línea ϕ)

4.- MEDICIÓN

La medición del presente ítem será por ENSAYO (Ensayo) correctamente ejecutado en el lugar indicado y realizado en laboratorio, con el respectivo informe de laboratorio

especializado que contenga los datos requeridos, una vez que el mismo fuera aprobado por el Supervisor de Obra.

5.- FORMA DE PAGO

El pago del ítem de hará de acuerdo a la unidad y precio presentado. Este costo incluye la compensación total por todos los materiales, mano de obra, herramientas, equipo empleado y demás incidencias determinadas por ley.