



RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN INCONFINADA EN MUESTRAS DE SUELOS

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL:

- Determinar la resistencia a la compresión no confinada de especímenes de suelos cohesivos, mediante la aplicación de una carga axial bajo una deformación controlada.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar el ensayo compresión inconfinada de suelos, siguiendo el procedimiento establecido en la norma INV E-152-13.
- Calcular la resistencia a la compresión no confinada del espécimen ensayado, con el fin de evaluar las propiedades mecánicas del suelo y su aptitud para las condiciones de diseño establecidas.
- Graficar la curva esfuerzo-deformación obtenida durante el ensayo e identificar el tipo de falla presentada en el espécimen.

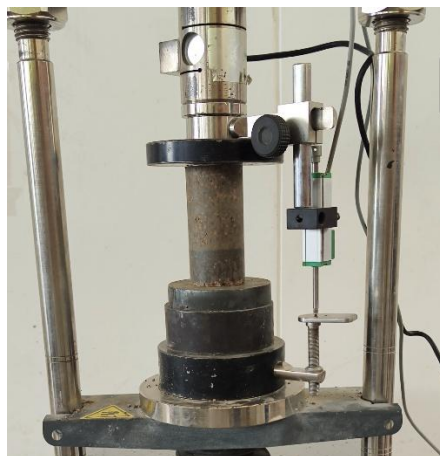
INTRODUCCIÓN

La compresibilidad de los suelos se refiere a la capacidad del material para disminuir su volumen cuando está sometido a una carga. Esta propiedad está relacionada con el tipo de suelo, el contenido de humedad, estructura interna y su nivel de compactación, ya que por ejemplo los suelos finos como las arcillas se consideran altamente compresibles, mientras que los gruesos como las gravas y las arenas presentan una compresibilidad muy baja. Cuando se aplica una carga sobre suelos saturados, se produce un fenómeno conocido como consolidación, que es el proceso donde el agua que está contenida dentro de los poros del material empieza a salir lentamente, lo que produce una reducción en el volumen del suelo y puede generar asentamientos en las estructuras (Constructivo, 2025).

El ensayo de compresión no confinada también llamado de compresión simple o compresión uniaxial, es un procedimiento que consiste en el moldeo de un espécimen de prueba cilíndrico a partir de unas condiciones de compactación y humedad controladas. La carga es aplicada uniformemente sobre la superficie de la probeta, la cual tiene la libertad para deformarse en cualquier dirección sin ninguna restricción. Se tiene en cuenta que el suelo no es un material elástico, pero se admiten los análisis con un comportamiento elástico-lineal, para definir sus

parámetros de resistencia mecánica. A partir de este ensayo se obtiene el esfuerzo de falla del suelo, conocido como resistencia a la compresión inconfiada (q_u), valor que se relaciona directamente con la cohesión no drenada del material (González, 2012).

Figura 1. Ensayo de compresión inconfiada del suelo.



Fuente. Rivera (2026).

La resistencia a la compresión del suelo se toma como el valor más alto de carga registrado por unidad de área durante la realización del ensayo, o también puede considerarse como la carga por unidad de área que se alcanza al llegar a un 15% - 20% de deformación del espécimen. Este ensayo se realiza principalmente sobre suelos cohesivos, los cuales no deben expulsar agua y deben mantener su resistencia intrínseca hasta finalizar la compresión, teniendo en cuenta que no puede aplicarse en arenas, limos, turbas, materiales fisurados, entre otros materiales con baja cohesión y compresibilidad. Este ensayo puede considerarse como una variante del ensayo de compresión triaxial, con un esfuerzo lateral nulo; sin embargo, dado que no logra reproducir fielmente las condiciones naturales del terreno, sus resultados deben utilizarse únicamente como valores preliminares para el diseño de una estructura (Tommasi, 2022).

Los resultados del ensayo a la compresión son de vital importancia en la ingeniería geotécnica, utilizada en el diseño y análisis de diversas estructuras tales como cimentaciones, muros de contención taludes y terraplenes. Esto además permite tomar decisiones fundamentales sobre las técnicas de construcción para garantizar la seguridad y estabilidad de todas las estructuras que se construyen. Las ventajas de este ensayo es que un método rentable que proporciona resultados rápidos, donde se puede medir su capacidad de carga y sus características de deformación, lo que permite evaluar con claridad las propiedades mecánicas de rocas y suelos de grano fino (Engineering, 2024).

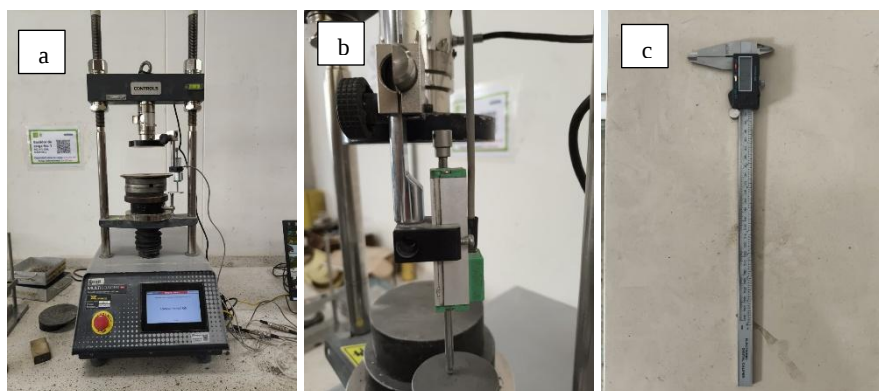
MATERIALES Y EQUIPOS

(a) Máquina de compresión (MUTILOADER)

(b) Deformímetro

(c) Calibrador o pie de rey

Figura 2. Materiales y equipos.



Nota. Registro fotográfico materiales y equipos de laboratorio.

Fuente. Rivera (2026).

PROCEDIMIENTO

- Primero se debe extraer la muestra del cuarto de curado luego de cumplir la edad de falla requerida para el ensayo, y se lleva al mesón de trabajo. Con ayuda de un paño absorbente retiramos el exceso de agua de todas las superficies de la muestra.
- Con un calibrador tomamos la medida de la altura y el diámetro de la probeta, se toman 3 mediciones en puntos diferentes para cada dato respectivamente y luego se coloca la probeta de tal manera que quede centrada sobre la platina inferior del equipo.
- Con la muestra en el equipo se ajusta el deformímetro y la celda de carga, se debe ajustar cuidadosamente hasta que la platina superior haga contacto con el espécimen y se ajusta el indicador de deformación a cero antes de iniciar el ensayo. Se debe verificar que las caras que estén en contacto con las platinas del equipo se encuentren niveladas y perpendiculares para evitar excentricidades en la aplicación de carga.



- Se deben ajustar los parámetros iniciales del ensayo en el compilador del equipo, tales como las dimensiones de la probeta, la velocidad de carga, el tiempo de duración del ensayo, el registro de datos, entre otras cosas importantes para el desarrollo de la práctica. Se debe aplicar la carga axial a una velocidad de deformación constante, generalmente entre 0,5% y 2% de deformación por minuto.

Nota: Como parámetro del laboratorio la velocidad del ensayo se puede establecer en 1,14 mm/min, sin embargo, la norma permite ajustar este valor según el tipo de suelo que se esté ensayando.

- Con todo listo se da inicio al ensayo de compresión, en este caso se observa el comportamiento de la aplicación de la carga en tiempo real desde el computador del equipo, y se registran los datos hasta que se produce la falla. El ensayo finaliza cuando se alcance un 15% de la deformación de la probeta, y se realiza un esquema o se toma una fotografía donde se observen las condiciones de falla del espécimen.

Nota: En caso de ser requerido se deben tomar muestras de la probeta una vez finalizado el ensayo para determinar el porcentaje de humedad.



ANÁLISIS DE RESULTADOS

De acuerdo con los datos registrados en el laboratorio y en la máquina de compresión:

Se deben procesar los datos registrados por la máquina, y realizar el gráfico esfuerzo (σ) vs deformación (ε) correspondiente al espécimen ensayado de la siguiente manera:

$$\sigma = \frac{P}{A_c} \quad [1]$$

$$\varepsilon_i = \frac{\Delta L}{L_0} \times 100 \quad [2]$$

$$A_c = \frac{A_0}{1 - \left(\frac{\varepsilon}{100}\right)} \quad [3]$$

Donde:

σ = Esfuerzo de compresión (kPa)

ε_i = Deformación axial unitaria para una carga dada (%)

P = Carga axial aplicada (kN)

ΔL = Cambio de longitud del espécimen (mm)

L_0 = Longitud inicial del espécimen (mm)

A_0 = Área transversal inicial medida (m²)

A_c = Área transversal corregida (m²)

Calcular la relación altura/diámetro (H/D), determinar la deformación y el esfuerzo en el instante de la falla, para determinar la resistencia a la compresión inconfina (qu).

La resistencia al corte (Su) se puede estimar de la siguiente manera:

$$Su = 0,5 \times qu \quad [4]$$

A partir de los resultados obtenidos se deben responder las siguientes preguntas:

- Con base en la curva esfuerzo–deformación obtenida, ¿la falla del espécimen ocurrió antes o después de alcanzar el 15% de deformación axial?
- ¿Por qué es necesario corregir el área de la sección transversal durante el ensayo, en lugar de usar el área inicial del espécimen para todos los cálculos de esfuerzo?
- Describa el tipo de falla observado en el espécimen y relacione esta observación con el contenido de humedad y la plasticidad del suelo ensayado.



BIBLIOGRAFÍA

- Constructivo, R. (2025, August 5). *Compresibilidad y Consolidación del Suelo: Teoría y Aplicaciones en la Ingeniería Geotécnica*. Revista Constructivo. <https://constructivo.com/noticia/compresibilidad-y-consolidacion-del-suelo-teoria-y-aplicaciones-en-la-ingenieria-geotecnica-1754403118>
- González, M. (2012, 31 de enero). *Mecánica de suelos – Compresibilidad – Ensayos de compresión*. La Guía 2000. <https://fisica.laguia2000.com/dinamica-clasica/fuerzas/mecanica-de-suelos-compresibilidad-ensayos-de-compresion>
- Tommasi, M. (2022, 26 de septiembre). *Ensayo de resistencia a compresión simple: procedimiento y cálculos*. Geotecnia Fácil. <https://geotecniafacil.com/ensayo-resistencia-compresion-simple/>
- Engineering, A. (2024, February 27). Unconfined compressive strengths in Geotech engineering — AWM Engineering. AWM Engineering. <https://www.awm-engineering.com/blog/unconfined-compressive-strengths-in-geotech-engineering>
- Instituto Nacional de Vías. (2013). *Compresión inconfiada en muestras de suelos* (INV E-152-13). INVIAS.



FORMATO TOMA DE DATOS

Tabla 1. Toma de datos dimensiones de la probeta.

DATOS DE LA PROBETA				
ID	Descripción	Medida		
D_{sup}	Diámetro superior (mm)			
D_{med}	Diámetro medio (mm)			
D_{inf}	Diámetro inferior (mm)			
D_{prom}	Diámetro promedio (mm)			
H	Altura de la probeta (mm)			
H_{prom}	Altura promedio de la probeta (mm)			
W	Peso muestra (kg)			
A_0	Área de la probeta (mm^2)			
VT	Volumen total (mm^3)			

Tabla 2. Toma de datos resultados del ensayo.

RESULTADOS RESPUESTA MECANICA MÁXIMA		
ID	Descripción	Medida
$P_{máx}$	Fuerza máxima [kN]	
ΔL	Desplazamiento máximo al momento de la falla [mm]	
$\varepsilon_{máx}$	Deformación máxima al momento de falla [%]	
$\sigma_{máx}$	Esfuerzo máximo [kN/m ²]	
A_c	Área corregida [mm ²]	

OBSERVACIONES: