

GUIA DE LABORATORIO DE GEOMECANICA

OBJETIVOS

- Aplicar los conceptos vistos en clases respecto de los ensayos uniaxial, triaxial, la obtención de la densidad y la porosidad de un testigo de roca intacta.
- Determinar los parámetros del macizo rocoso en estudio, en base a los ensayos realizados sobre los testigos de roca intacta.

ELEMENTOS DE SEGURIDAD PERSONAL

- Zapatos de seguridad.
- Delantal u Overol.
- Antiparras o Lentes de Seguridad.
- Guantes.

EQUIPOS E INSUMOS DE LABORATORIO

- Horno de secado.
- Balanza de precisión.
- Sistema de peso suspendido.
- Parafina sólida.
- Recipiente con agua.
- Pie de metro
- Plumón permanente.
- Toalla absorbente.
- Prensa de compresión.
- Protector de rejilla.
- Cámara o celda triaxial.
- Bomba hidráulica.
- Manómetro.
- Camisa de goma o mangas de látex.
- Medidor de paralelismo.
-

1. ETAPA I: DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE LA ROCA**PROCEDIMIENTO**

1. Se prepararan las muestras, en este caso se trabajará con probetas que cumplan la norma ASTM D4543-85
2. Se secan las muestras en el horno de secado a 105°C durante 24 horas, según la norma ASTM E145
3. Se procede a pesar las muestras obteniéndose el Peso Aire Seco (PAS)
4. Se prepara la parafina de acuerdo a la norma ASTM 2216-98
5. Se sumergen las muestras en la cera, hasta que la cera crea una capa alrededor de los trozos de testigo.
6. Se pesan las muestras , obteniéndose el Peso Aire con cera (PAP)
7. Se obtuvo el peso de la muestra Suspendido con cera (PSP)
8. Con estos datos se procede a determinar la densidad

Se utiliza la siguiente fórmula para calcular la densidad de la roca intacta:

$$\rho = \frac{PAS}{\left[\frac{(PAP - PSP)}{\rho_{H_2O}} - \frac{(PAP - PAS)}{\rho_P} \right]}$$

Donde:

- ρ : Densidad (aparente) de la roca intacta [gr/cc]
 ρ_{H_2O} : Densidad del agua ≈ 1 [gr/cc] a T = 20 °C
 ρ_P : Densidad de la parafina $\approx 0,9$ [gr/cc] a T = 20 °C
 PAS : Peso de la probeta de roca seca [gr]
 PAP : Peso de la probeta cubierta en parafina seca [gr]
 PSP : Peso de la probeta cubierta en parafina sumergida en agua [gr].

RESULTADOS

1. Descripción litológica de la roca, origen, tipo de roca, parámetros pertinentes (GSI,etc)
2. Números de muestras a ensayar.

3. Diámetro y altura.
4. Resultados en planilla y grafico de desviación estándar.

2. ETAPA II: DETERMINACIÓN DE LA POROSIDAD DE LA ROCA

PROCEDIMIENTO

1. Se sumergen las probetas en agua por 24 horas, hasta alcanzar la saturación.
2. Se pesan las probetas saturadas obteniendo los pesos en el aire de cada probeta
3. Se obtiene el peso suspendido en agua de cada probeta.
4. Se secan las probetas según la norma ASTM E145 y recomendaciones de la ISRM (secar a $105^{\circ}\pm 5^{\circ}\text{C}$ por 24 horas)
5. Se obtiene el peso seco en el aire de cada probeta.

Para determinar la porosidad de la roca intacta, se calcula la diferencia entre los volúmenes de la muestra cuando se encuentra seca y totalmente saturada por algún líquido, en este caso agua, y la diferencia entre el peso de la muestra saturada y suspendida en agua. A través de la siguiente fórmula se obtiene la porosidad:

$$\text{Porosidad } [\%n] = \left(\frac{vp}{vt} \right) \cdot 100$$

Donde:

vp : Es el volumen de los espacios vacíos de la muestra, en cm^3 , obtenido de la diferencia entre el peso saturado y el peso seco, todo dividido por la densidad del agua.

vt : Es el volumen total de la muestra, en cm^3 , obtenido de las diferencia entre el peso saturado y el peso suspendido, todo por la densidad del agua.

La densidad de la roca intacta se puede calcular con los datos medidos para la determinación de la porosidad, siendo igual a:

$$\rho = \frac{Peso_{seco}}{Peso_{saturado} - Peso_{suspendido}} \cdot \rho_{H_2O}$$

RESULTADOS

1. Descripción litológica de la roca, , origen, tipo de roca, parámetros pertinentes (GSI,etc)
2. Números de muestras a ensayar.
3. Sacar densidad según este método y compararlo con método de recubrimiento (parafina)
4. Resultados en planilla y grafico de desviación estándar.

3. ETAPA III: ENSAYO DE COMPRESIÓN UNIAXIAL SIMPLE UCS

PROCEDIMIENTO

1. Se miden las dimensiones de las probetas con el pie de metro
2. Se instala la probeta al centro de la prensa de compresión
3. Se acciona el sistema hidráulico
4. Se regula la velocidad de carga según recomendaciones de ISRM, es decir la carga aplicada debe ser constante y debe estar entre los 0,5 a 1 [Mpa/seg]. Por otro lado se regula la duración del ensayo según la norma ASTM 2938-95
5. Se registra la carga de ruptura
6. Se debe observar el tipo de ruptura y las características geológicas y geotécnicas de la muestra de roca.

Para calcular el esfuerzo de compresión uniaxial se utiliza la siguiente relación:

$$\sigma_c = \frac{p}{\frac{\pi D^2}{4}}$$

Con σ_c = resistencia a la compresión uniaxial

p =carga de ruptura (N)

D= diámetro de la probeta (mm)

RESULTADOS

1. Descripción litológica de la roca, , origen, tipo de roca, parámetros pertinentes (GSI,etc)
2. Orientación para el eje de carga con respecto a la anisotropía de la probeta (por ejemplo, planos de estratificación, foliación, etc.).
3. Numero de probetas ensayadas.
4. Diámetro y altura de la probeta,
5. Fecha de ensayo y descripción del equipo de ensayo.
6. Forma de rotura (por ejemplo, cizallamiento, fracturación axial, etc.),foto o croquis.
7. Resistencia a la compresión uniaxial para cada probeta junto con el resultado promedio para la muestra expresada con un decimal. Estos promedios se realizaran sobre probetas de características similares de las mismas muestras.

4. ETAPA IV: ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

PROCEDIMIENTO

1. Se miden las dimensiones de las probetas con el pie de metro.
2. Se cubre la probeta con una manga de látex
3. Se instala la probeta cubierta de látex dentro de la celda triaxial
4. Se coloca la celda triaxial en la prensa de compresión
5. Se aplica posteriormente la presión de confinamiento
6. Se regula la velocidad de carga según recomendaciones de ISRM
7. Se registra la carga de ruptura

La resistencia a la compresión triaxial es el cociente o razón entre la carga máxima resistida por la probeta confina y el área de la muestra:

$$\sigma_{ct} = \frac{Q}{A}$$

Donde:

σ_{ct} : Resistencia a la compresión triaxial [Kg/cm²]

Q : Carga máxima de compresión o ruptura [Kg]

A : Área en que se aplica la carga [cm²]

RESULTADOS

1. Descripción litológica de la roca, , origen, tipo de roca, parámetros pertinentes (GSI,etc)
2. Orientación para el eje de carga con respecto a la anisotropía de la probeta (por ejemplo, planos de estratificación, foliación, etc.).
3. Numero de probetas ensayadas.
4. Diámetro y altura de la probeta
5. Fecha de ensayo y descripción del equipo de ensayo.
6. Forma de rotura (por ejemplo, cizallamiento, fracturación axial, etc.), foto o croquis.
7. Valores de la carga aplicada, tensión y deformación, como resultados tabulados o registrados sobre un grafico.
8. Duración del ensayo y velocidad aplicada.
9. Resistencia a la compresión triaxial para cada probeta.
10. Usar Rock-Lab para determinar propiedades de la roca.

5. ETAPA V: ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA-ENSAYO BRASILEÑO-

1. Se mide con el pie de metro el diámetro y altura de los 6 discos.
2. Se debe instalar cada disco lo más centrado con respecto a las piezas que la comprimirán.
3. Se regula la velocidad de carga de forma manual, según las recomendaciones de la ISRM, las cuales indican que debe ser continua y constante hasta que falle cada disco.
4. Se anotar la carga de ruptura y las posibles estructuras y/o alteraciones observadas en cada disco.

La resistencia a la tracción indirecta se calcula según la siguiente ecuación.

$$T_I = \frac{-2 \cdot P}{\pi \cdot t \cdot D}$$

Donde:

T_I : Resistencia en tracción indirecta

P : Carga de ruptura del disco

t : Espesor del disco

D : Diámetro del disco

RESULTADOS

1. Descripción litológica de la roca, , origen, tipo de roca, parámetros pertinentes (GSI,etc)
2. Orientación para el eje de carga con respecto a la anisotropía de la probeta (por ejemplo, planos de estratificación, foliación, etc.).
3. Numero de probetas ensayadas.
4. Diámetro y altura de la probeta
5. Fecha de ensayo y descripción del equipo de ensayo.
6. Forma de rotura (por ejemplo, cizallamiento, fracturación axial, etc.),foto o croquis.
7. Carga de ruptura y resistencia a la tracción.

PAUTA DE INFORME DE LABORATORIO

1. Resumen Ejecutivo

Debe incluir los resultados más importantes de la experiencia

2. Introducción

Objetivos generales.

Objetivos específicos.

Alcances de la experiencia.

3. Marco Teórico

Debe incluir las materias pertinentes al laboratorio, a modo de contextualizar la experiencia.

Información respecto al equipo de ensayo.

4. Procedimientos Experimentales

5. Resultados

Debe incluir como mínimo lo aconsejado en cada etapa (detallado previamente)

6. Análisis de Resultados

7. Conclusiones

8. Anexos

Tablas, cálculos y análisis de errores.

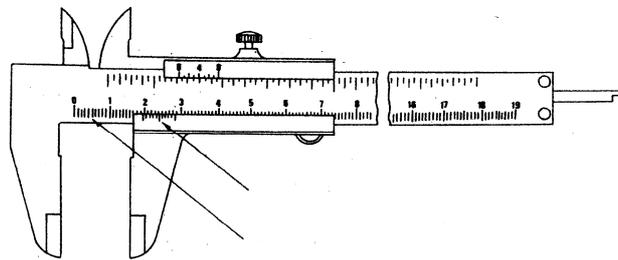
9. Bibliografía

Anexos : equipo utilizado para los distintos ensayos

1. PIE DE METRO

Es un instrumento para medir longitudes que permite lecturas en milímetros y en fracciones de pulgada, a través de una escala llamada Nonio o Vernier.

Se utiliza para hacer mediciones con rapidez, con grados de precisión de 0,05 mm, 0,02 mm. 1/128", 0,001".



2. ENSAYO DE COMPRESION UNIAXIAL

El equipo utilizado para este tipo de ensayos de compresión consiste en una prensa hidráulica. El marco de cara cuenta con marcos oscilantes donde se apoya la probeta, que aseguran la perpendicularidad de la sección basal de esta con respecto al eje de carga durante el ensayo, este equipo aplica carga compresiva al testigo hasta que este sufra su ruptura.

La velocidad de carga aplicada depende del tipo de roca ensayada.



Fig 2.1. Equipo utilizado en el ensayo de compresión uniaxial

3. ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL

El equipo utilizado en el ensayo de compresión triaxial, permite la aplicación simultánea de compresión mediante una prensa hidráulica y presión de confinamiento mediante un líquido a presión (aceite).

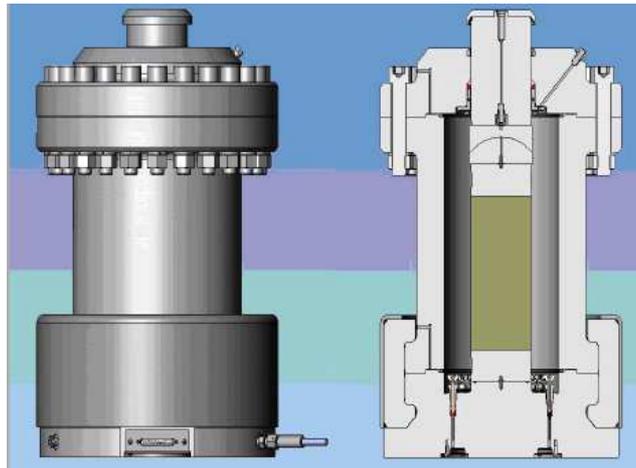


Fig 3.1. Equipo utilizado en el ensayo de compresión triaxial

4. ENSAYO DE TRACCIÓN INDIRECTA(O ENSAYO BRASILEÑO)

Este ensayo consiste en someter a compresión diametral una probeta cilíndrica, aplicando una carga de manera uniforme a lo largo de dos líneas o generatrices opuestas hasta alcanzar la rotura.

Esta configuración de carga provoca un esfuerzo de tracción relativamente uniforme en todo el diámetro del plano de carga vertical, y esta tracción es la que agota la probeta y desencadena la rotura en el plano diametral .

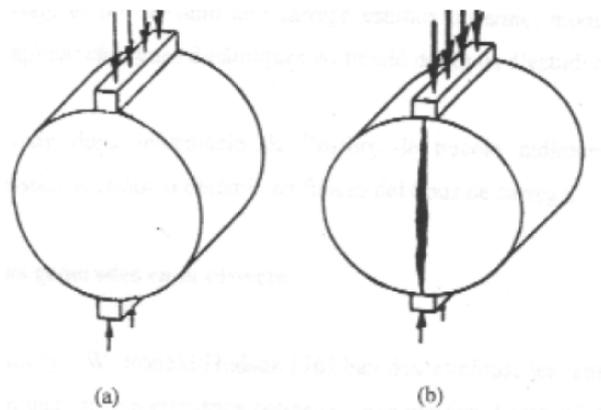


Fig 4.1. (a) Distribución de la carga. (b) Rotura de la probeta.

GEOTECNIA MINERA MI46B-1

Laboratorio de Geomecánica.



Fig 4.2. Equipo utilizado en el ensayo de tracción directa.