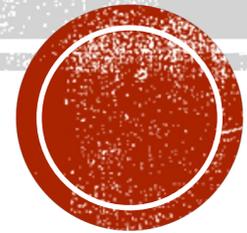


ESFUERZO CORTANTE DE LOS SUELOS



INTRODUCCIÓN

Uno de los puntos fundamentales de la mecánica de suelos es la dificultad en la determinación de la resistencia al esfuerzo cortante.

Los suelos, como cualquier material, bajo ciertas sollicitaciones, se comportaran como materiales elásticos, pero en muchas ocasiones tendrá deformaciones mayores de las normales.

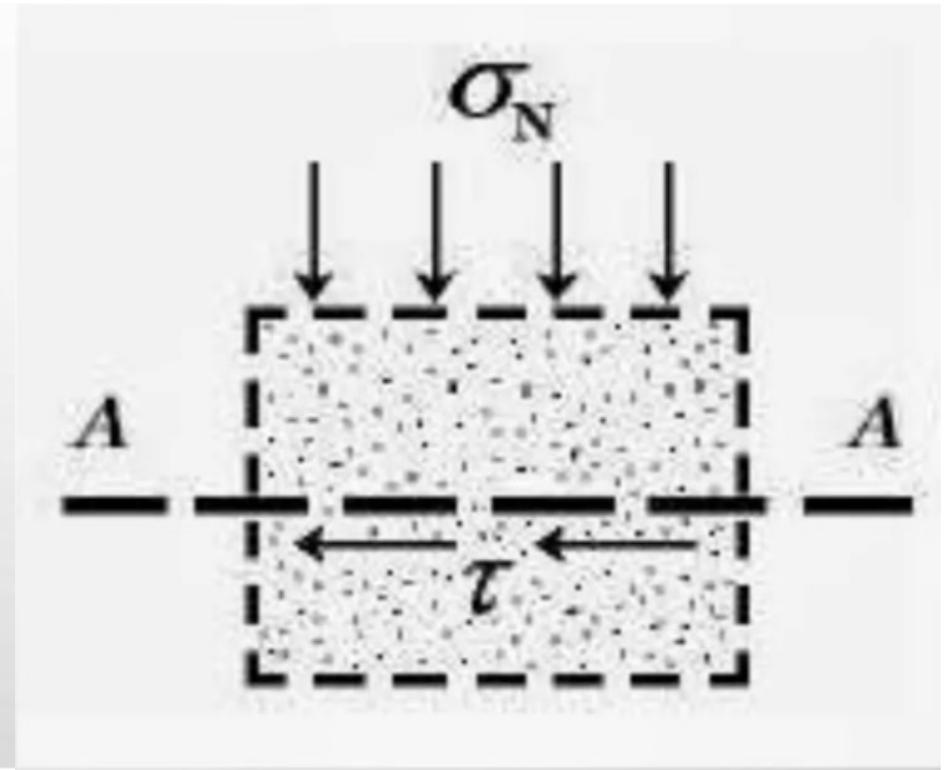
Cuando el suelo experimenta una acción bajo esfuerzo normal constante con velocidad de corte constante, en el elemento de suelo se desarrolla un esfuerzo constante.



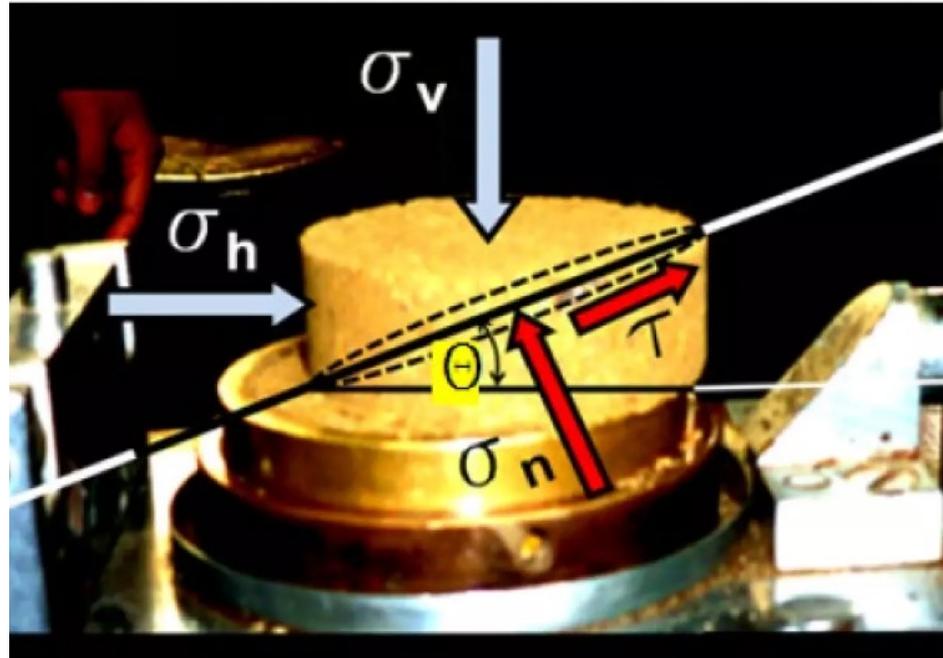
DEFINICIÓN:

El esfuerzo cortante es una fuerza interna que desarrolla el suelo, en respuesta a una fuerza cortante, y que es tangencial a la superficie sobre la que actúa.

Esta resistencia del suelo determina factores como la estabilidad de un talud, la capacidad de carga admisible para una cimentación y el empuje de un suelo contra un muro de contención.



ESFUERZO CORTANTE:

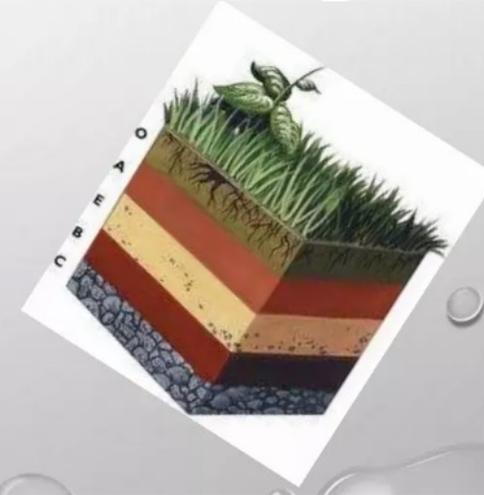


Esfuerzos normal y cortante, en el interior de un bloque de suelo, producidos por esfuerzos externos: vertical y horizontal.

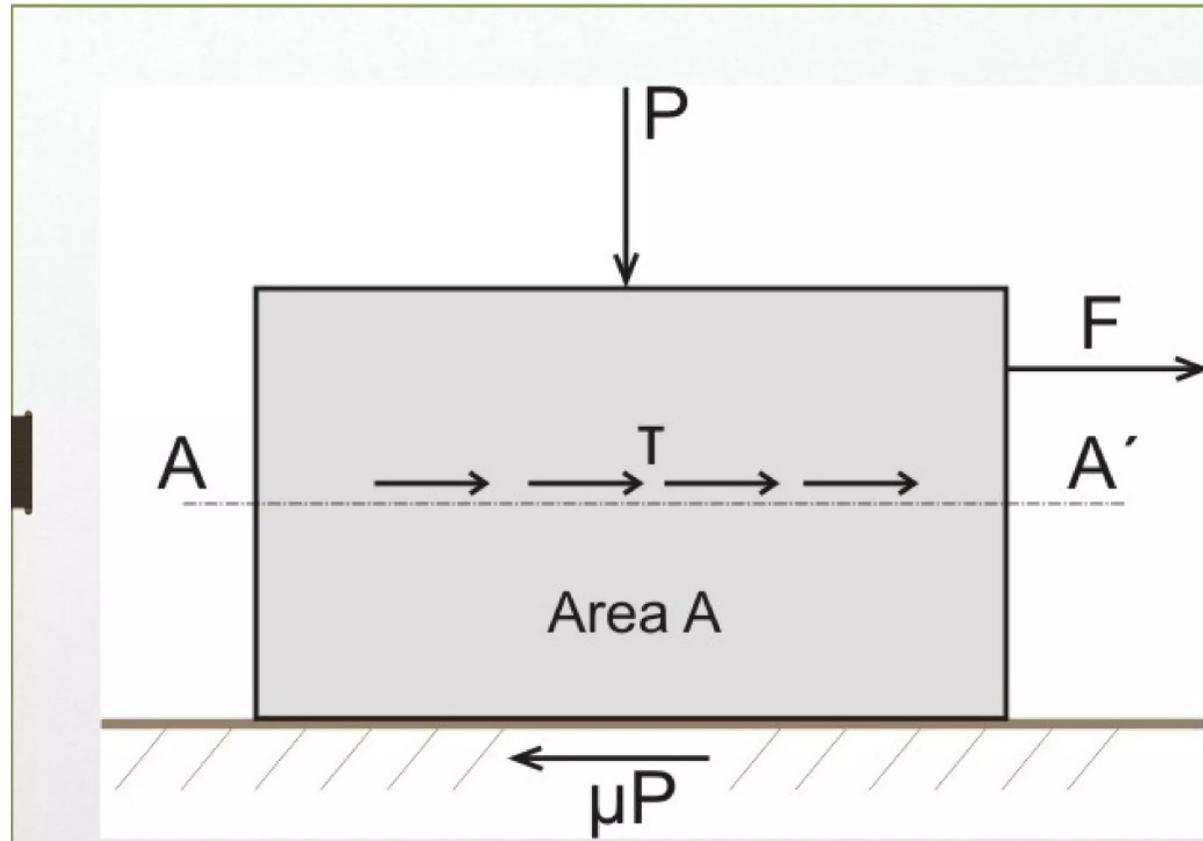


IMPORTANCIA:

Teniendo en cuenta la forma de vida de la sociedad actual, la industrialización, el auge de la globalización y el desarrollo que ha dado lugar a mega construcciones, debe entenderse la importancia del factor del suelo en el medio de la construcción y de aquí surge la necesidad de analizar las propiedades mecánicas de este recurso con el fin de obtener en los ensayos, resultados mas cercanos a la realidad que permitan realizar mejores proyectos.



$$\frac{F}{A} = S = \tau_{\text{máx}} = \sigma \tan \phi$$



PARAMETROS FUNDAMENTALES:

Ángulo de Fricción:

Es la representación matemática del coeficiente de rozamiento, depende de una gran de factores, algunos de los mas importantes son:

- Tipo de mineral de las partículas.
- Tamaño de los granos o partículas.
- Forma de los granos o partículas.
- Densidad.
- Permeabilidad.

SIMBOLO

ϕ

Cohesión:

Es una medida de la cementación o adherencia entre las partículas del suelo, es utilizada para representar la resistencia cortante producida por la cementación de partículas.

SIMBOLO

C

Resistencia Pico y Residual.

Presión de Poros.



LEY DE COULOMB

Coulomb observó que si el empuje de un suelo contra un muro produce un desplazamiento en el muro, en el suelo retenido se forma un plano recto de deslizamiento. Él postuló que la Máxima Resistencia al corte está dada por:

$$\tau = c + \sigma \tan \phi$$

σ = Es el esfuerzo normal total en el plano de falla.

ϕ = Es el ángulo de fricción del suelo.

c = Es la cohesión del suelo.

MODIFICACION DE TERZAGUI

En 1925 Terzagui estableció, que en la ecuación anterior la presión normal total debería sustituirse por la presión interna granular, entonces se modificó por:

$$\tau = c + (\sigma - \mu) \tan \phi$$



RELACIONES DE ESFUERZOS PRINCIPALES

El material falla cuando el valor del esfuerzo cortante adquiere un valor de S:

$$\tau = S = \sigma \tan \phi$$

$$\Theta = 45 + \frac{\phi}{2}$$

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) + 2 c \tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$



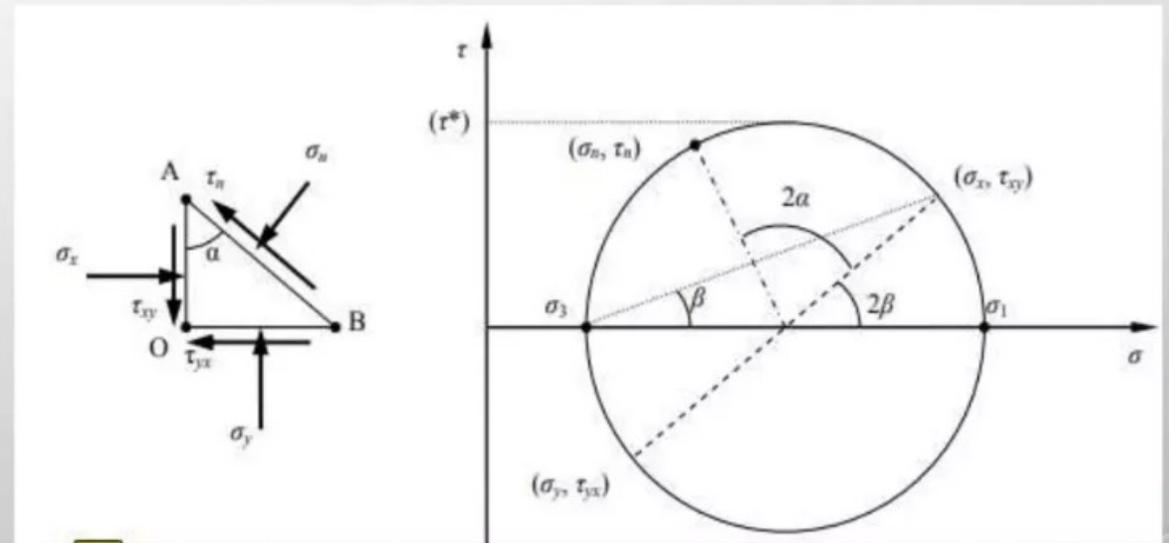
CIRCULO DE MOHR

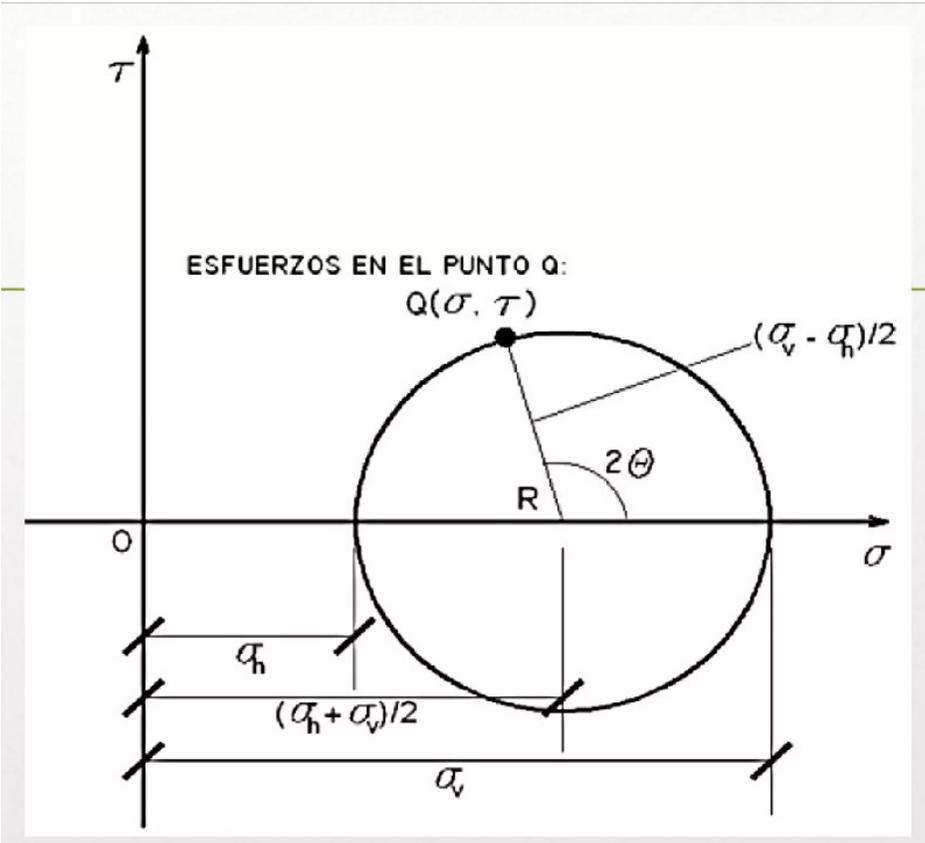
El círculo de Mohr Es una técnica utilizada para representar un estado de esfuerzos aplicados a un elemento. Esta herramienta nos permite analizar los esfuerzos provocados en cualquier plano de acción del elemento. Este método fue desarrollado por Christian Otto Mohr en 1882.

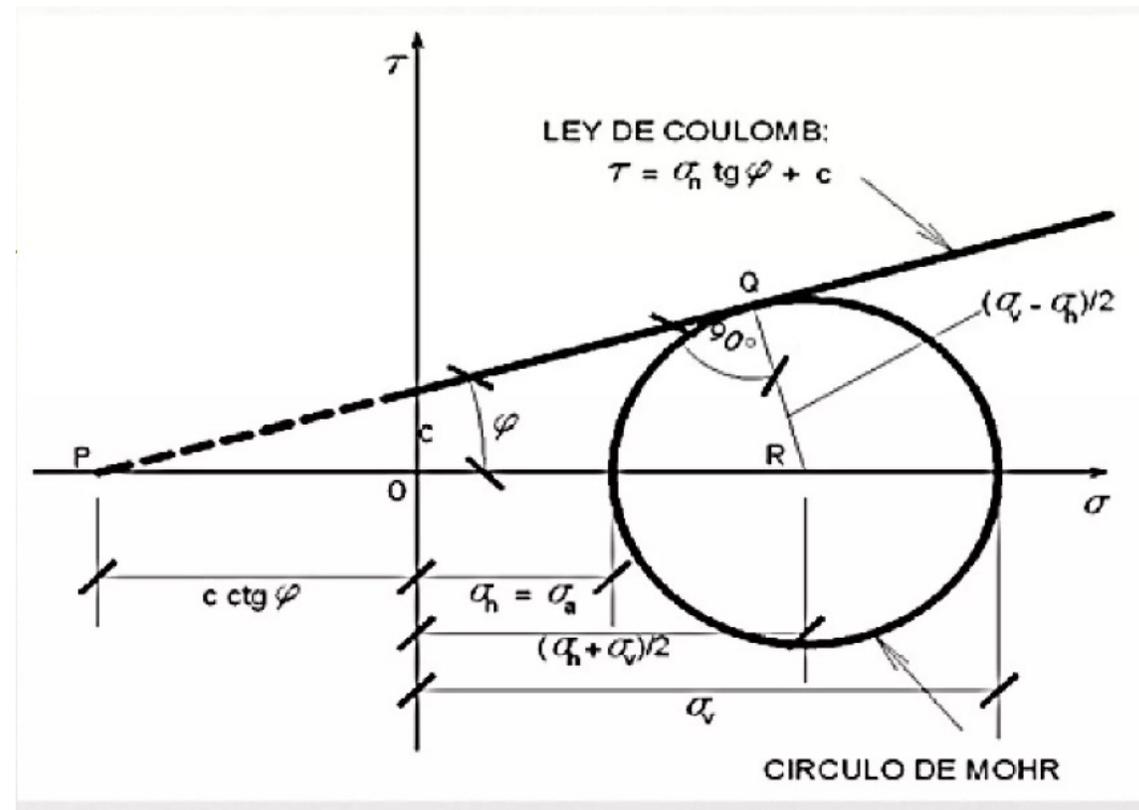
Al analizar el equilibrio del elemento para el plano θ se obtienen las ecuaciones de esfuerzo cortante τ_n y esfuerzo normal σ_n como se muestra a continuación:

$$\sigma = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} + \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} * \cos 2\theta$$

$$\tau = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2} * \sin 2\theta$$







MÉTODOS:

MÉTODOS DIRECTOS

ENSAYOS DE LABORATORIO

- Corte Directo
- Compresión Triaxial
- Compresión no confinada
- Consolidación Isotrópica

MÉTODOS INDIRECTOS

ENSAYOS “IN SITU”

- Aparato de Veleta de Corte
- Ensayo de Penetración Estándar (SPT)
- Ensayo de Penetración con Cono Holandés (CPT)
- Ensayo de Carga Directa
- Ensayo de Corte Directo In situ



ENSAYO DE CORTE DIRECTO:

(Método Directo)

OBJETIVO:

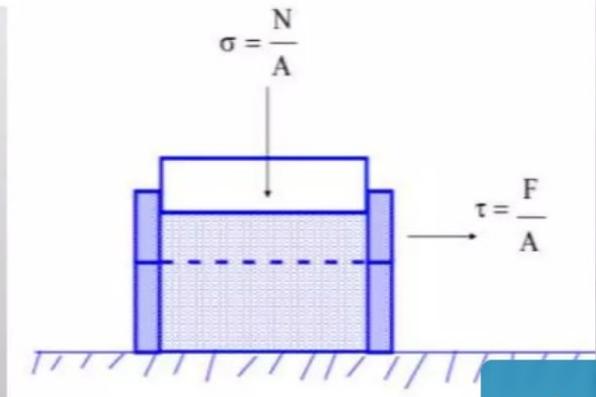
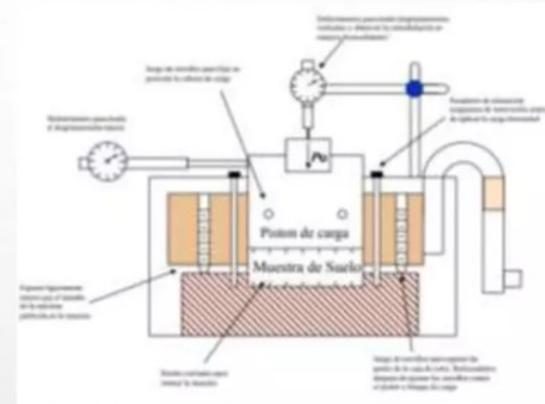
Medir la resistencia cortante de suelos granulares.

EQUIPO:

Se utiliza el aparato de Corte Directo (caja partida, una fija y la otra con movimiento horizontal con una fuerza horizontal aplicada).

PROCEDIMIENTO:

- Colocar el espécimen al interior de la caja.
- Aplicar esfuerzo vertical.
- Aplicar esfuerzo horizontal hasta la falla.



ENSAYO DE CORTE DIRECTO:

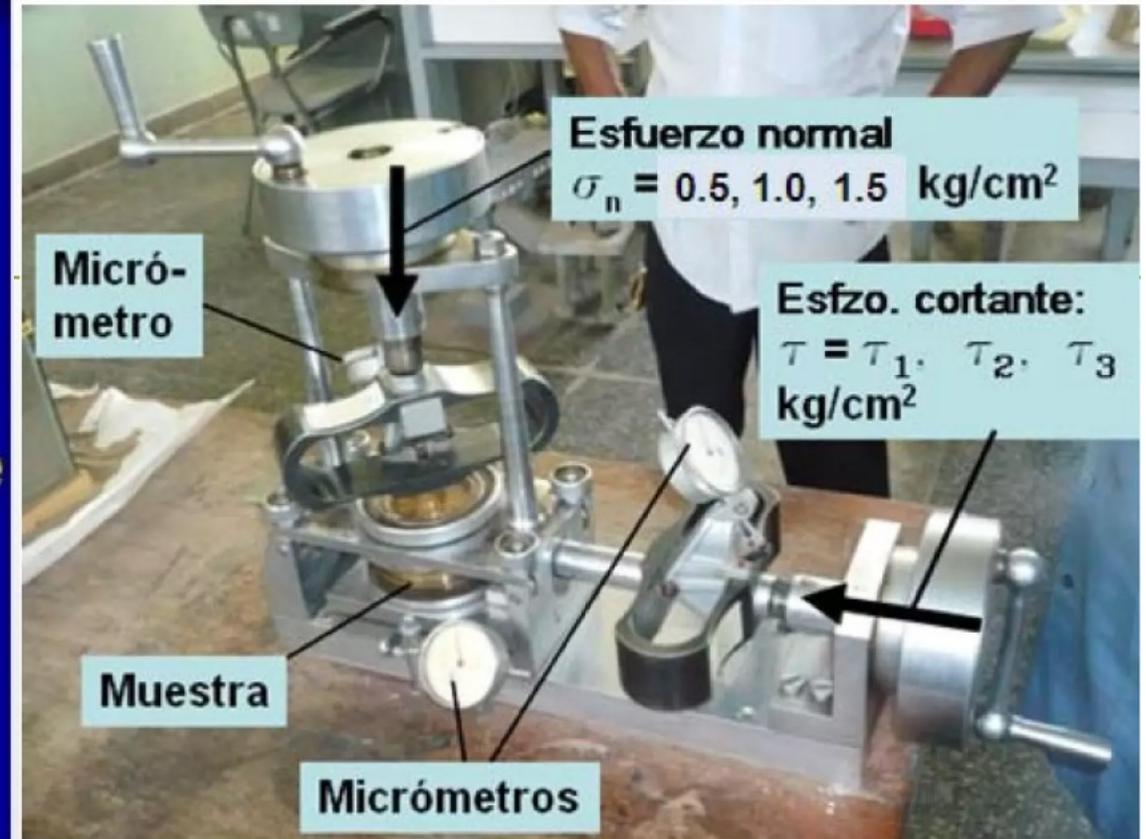
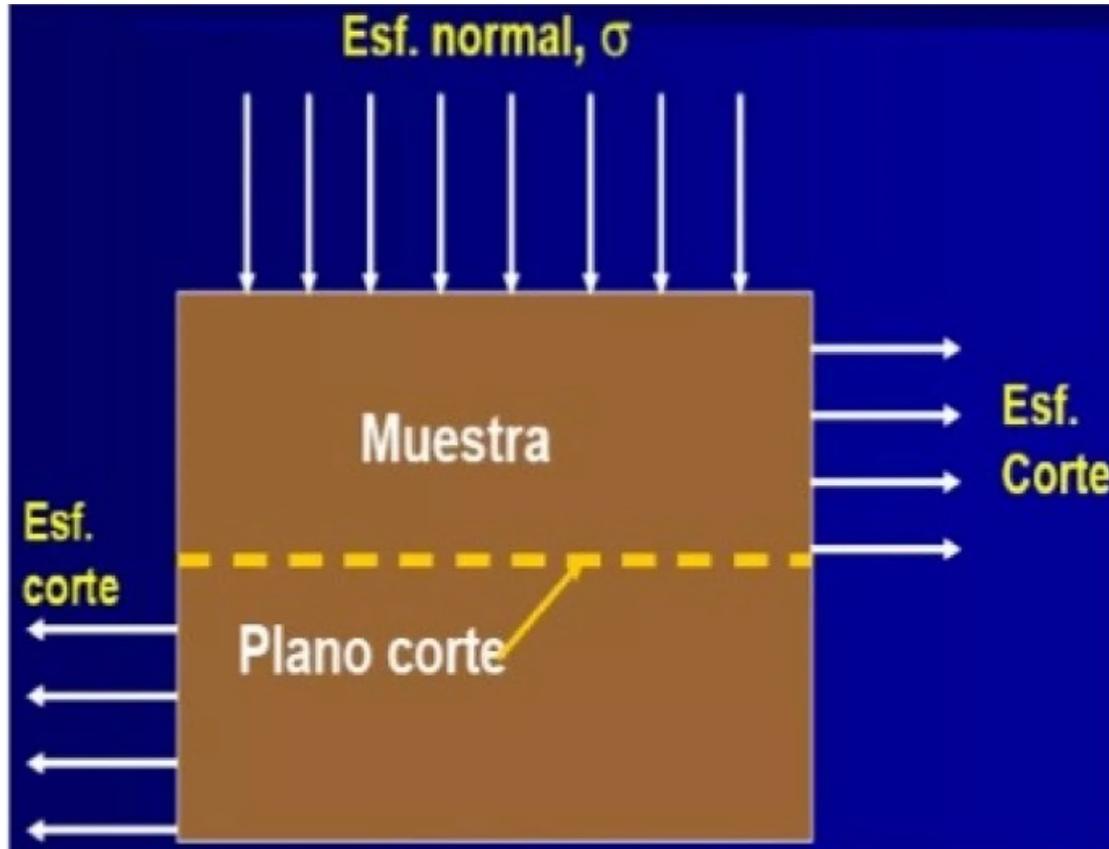
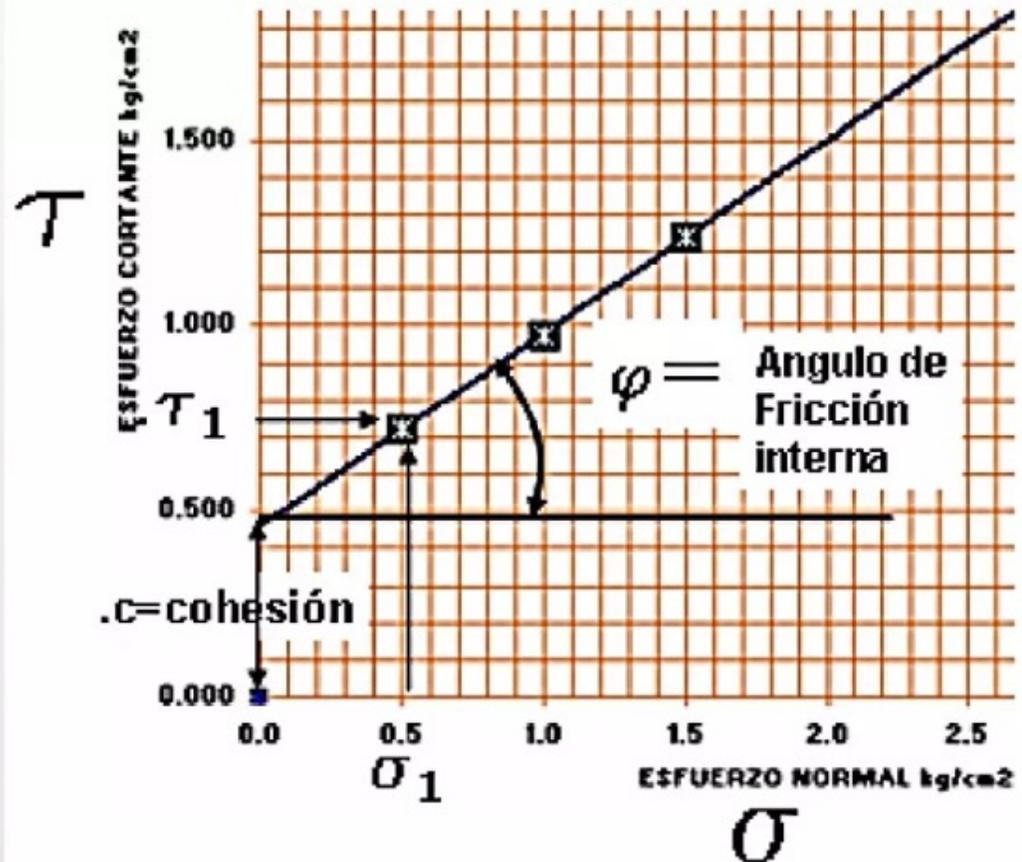


DIAGRAMA DE ESFUERZO CORTANTE VS ESFUERZO NORMAL

Para hallar la cohesión y la fricción se grafican los datos de esfuerzo normal y esfuerzo máximo.



ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE:

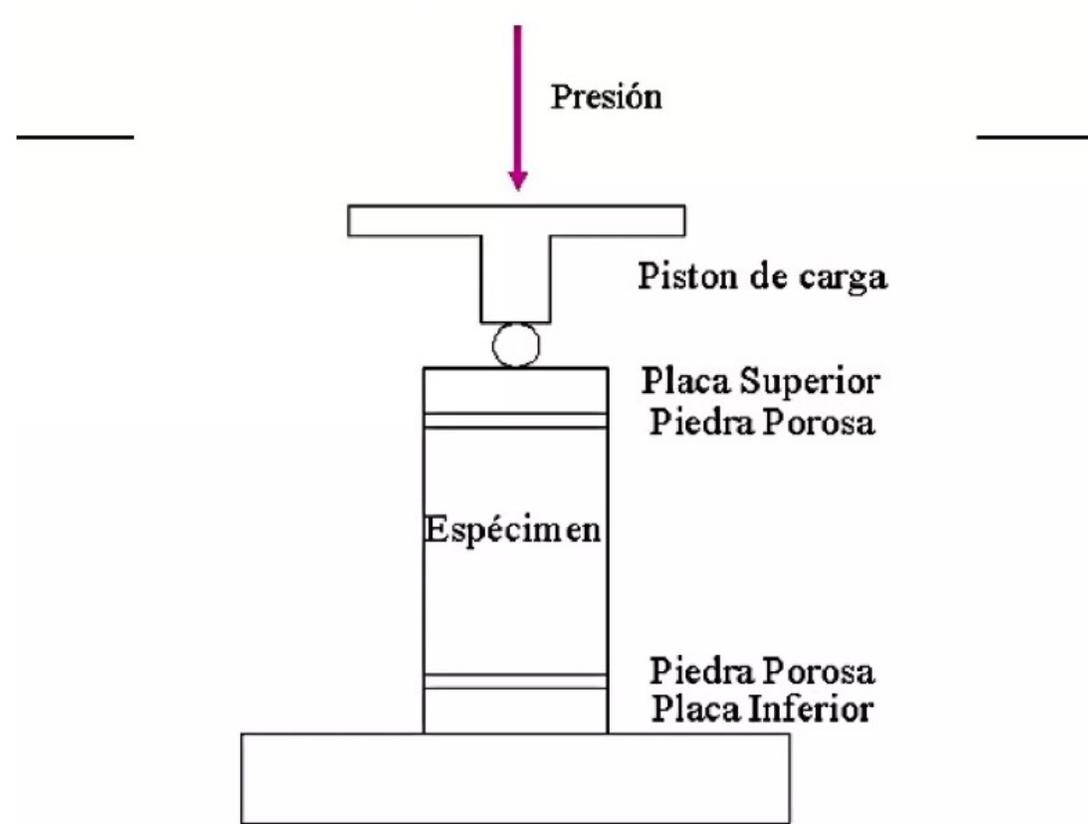
Se utiliza en suelos arcillosos este ensayo permite obtener en forma cuantitativa valores de la resistencia a la compresión(q_u) y por ende la resistencia al esfuerzo cortante.

Referencias ASTM D-2166-98.

La muestra debe ser inalterada de 4cm de diámetro y 6cm de longitud se debe determinar la densidad natural y el contenido de humedad de la muestra luego se determina la deformación axial unitaria. Los resultados se dibujan en escala natural.



ENSAYO DE COMPRESION SIMPLE:

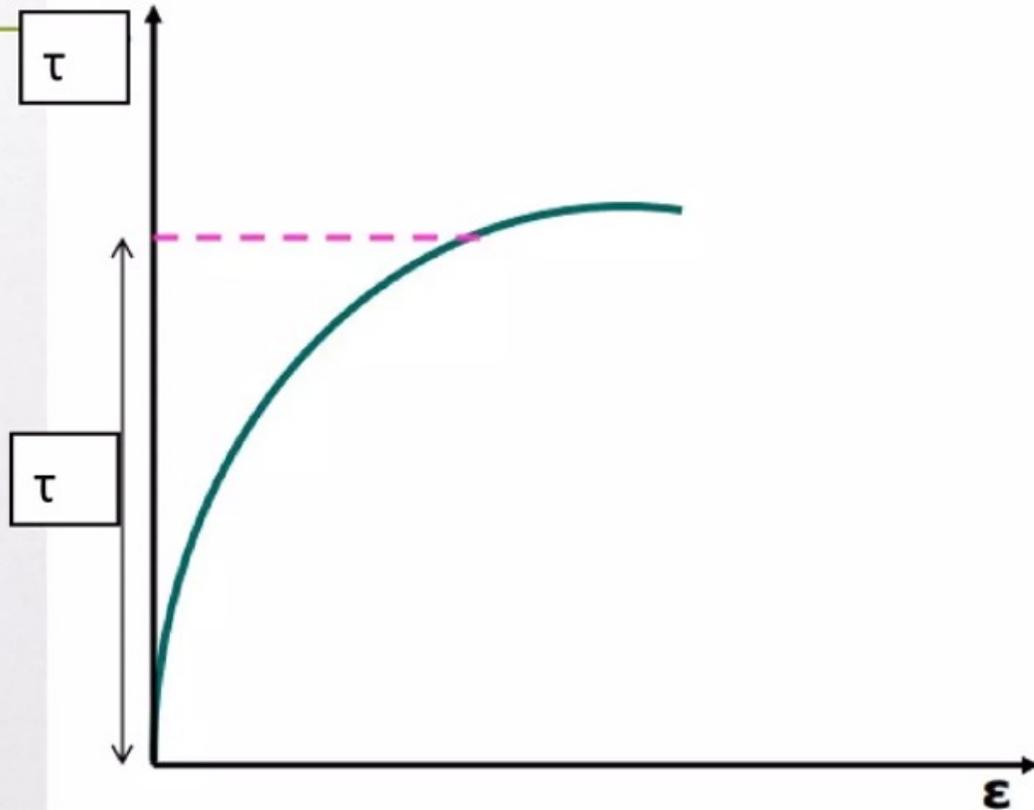


Esquema del Ensayo de Compresión Simple



DIAGRAMA DE ESFUERZO CORTANTE VS. DEFORMACIÓN

Se debe considerar el esfuerzo normal de 0.5kg/cm² luego de 1 kg/cm² y de 1.5kg/cm² así como la deformación durante el ensayo.



CURVA ESFUERZO vs. DEFORMACIÓN



ENSAYO DE SPT

(Método Indirecto)

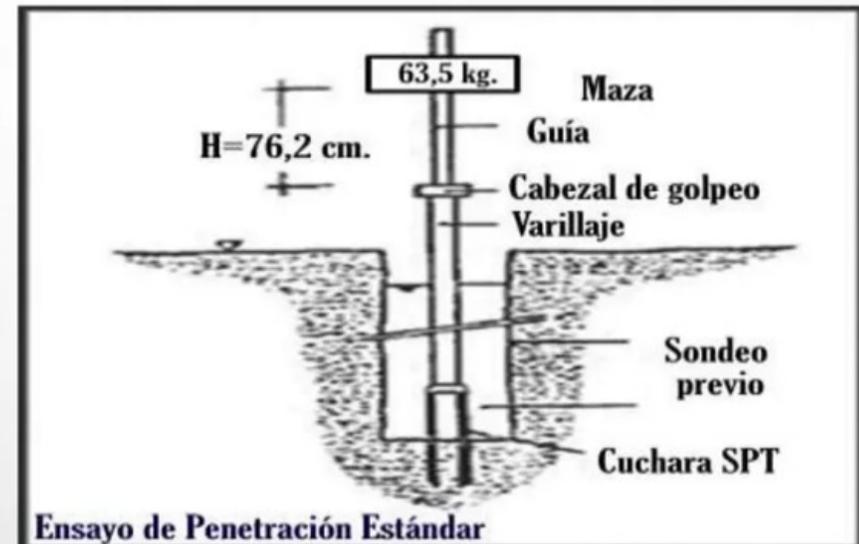
Es el ensayo "In Situ" más popular y económico para obtener información geotécnica del subsuelo. Se estima que el 85% al 90% de los diseños de las cimentaciones convencionales de Norte y Sur de América se basan en los valores medidos en SPT.

OBJETIVO:

Obtener la medida de la resistencia a la penetración.
Tomar muestras representativas.

EQUIPO:

Equipo de perforación
Varillas de muestreo
Muestreador de tubo partido



PROCEDIMIENTO:

El ensayo consiste en hincar el tubo partido para que penetre 30 cm en el terreno, ayudados de un martillo, contabilizando el número de golpes.



ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL:

Con este ensayo se estudia con mayor precisión los suelos finos saturados, superando inconvenientes que presenta el aparato de corte directo.

El tamaño de la muestra que se ensaya en el aparato de corte triaxial depende del modelo de aparato. La altura de la muestra es el doble del diámetro.



ENSAYO DE COMPRESION TRIAXIAL

Descripción.-

Es el mas usado para determinar las características de esfuerzo-deformación y de resistencia al esfuerzo cortante.

Objetivo.-

Determinar el Ángulo de Rozamiento Interno y Cohesión del suelo, que permitan establecer su resistencia al corte.

Existen 3 ensayos de Triaxial

NO CONSOLIDADO-NO DRENADO

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

CONSOLIDADO-NO DRENADO

Este ensayo se hace después de que la muestra ha consolidado abriendo la válvula de drenaje a y bajo una presión de cámara constante.

CONSOLIDADO-DRENADO

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



Terremoto en Loma Prieta, CA, 1989

- El daño que causó la Licuefacción de suelos en las instalaciones de una línea de costa, enterró en el área de la bahía tuberías y estructuras.
- Se observaron numerosos sandboils. Estos dieron una irrefutable evidencia de la ocurrencia de licuefacción.



Terremoto en Kobe, Japón 1995

- Fuertes vibraciones en el suelo producen licuefacción de suelos causó el colapso de la Autopista Hanshin.



Niigata, terremoto en Japón , 1964



Hundimiento de zonas de arena en la localidad de Niigata después del sismo

Niigata, terremoto en Japón , 1964



- El desplazamiento de las cimentaciones de los pilares causan el desprendimiento de la superestructura del puente.

Niigata, Japan Earthquake, 1964



- Falla por la disminución de la capacidad portante del suelo
- Ocurrió cerca al Banco Río Shinano
- Los edificios por si mismos sufrieron daños estructurales.

Desprendimiento del suelo por licuefacción



1957 Lago Merced



EJERCICIOS:

