

MECANICA DE SUELOS:

■ 1 CONCEPTO:

En Ingeniería, es la Aplicación
de las leyes de la física y las ciencias naturales,
a los problemas que involucran las cargas impuestas,
a la capa superficial de la corteza terrestre.

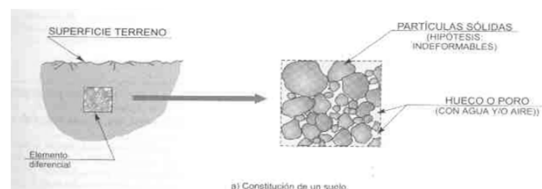
Esta ciencia fue fundada por Karl Von Terzaghi (1925).

La Mecánica de Suelos, es la Aplicación
de las leyes de la mecánica y la hidráulica,
a los problemas de ingeniería,
que tratan con sedimentos y otras acumulaciones
no consolidadas de partículas sólidas.

Ing. Civil Daniel Videla

■ 2 DEFINICION DE SUELO:

Sedimento de partículas sólidas,
producto de la desintegración mecánica
o descomposición química de las rocas,
independientemente de que tengan o no materia orgánica.

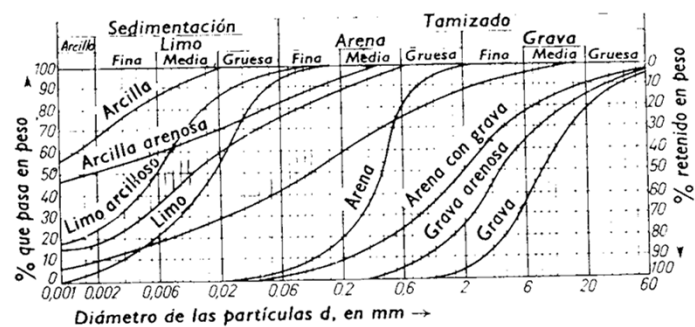


■ 3 CLASIFICACION (Clases de Suelo):

GRAVAS:	P.T. N° 3 y R.T.N° 4.
ARENAS:	P.T. N° 4 y R.T.N° 200.
LIMOS:	P.T.N° 200 → NO SIRVEN (son erosionables y susceptibles a las heladas y difícil de compactar.
ARCILLAS:	P.T.N° 200 → Plásticas y Cohesivas.
COLOIDES:	De poco uso.
LOAM:	Mezcla de Arena, Limo y Arcilla.
TURBA:	Contenido de Materia Orgánica > 20% del suelo → Disminuye la estabilidad del suelo.
TOSCA:	Limos de origen eólico – fluvial.

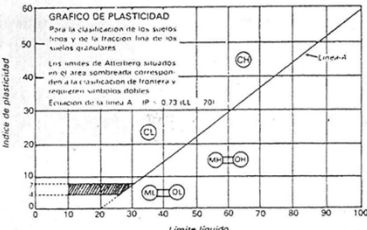


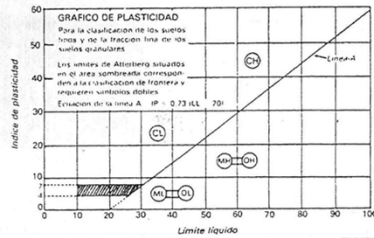
■ 3 CLASIFICACION (Clases de Suelo):



■ 5 CLASIFICACION UNIFICADA:

Tabla 1.6. Sistema de clasificación unificado (ASTMD-2487-69). Copyright ASTM. Reimpresa con autorización.

DIVISION PRINCIPAL		SIMBOLO DEL GRUPO		NOMBRES TÍPICOS		CRITERIO DE CLASIFICACION	
SUELOS DE GRANDES GRUESOS 50% o más de la fracción gruesa para por el tamiz No. 200	GRANVAS 50% o más de la fracción gruesa para por el tamiz No. 200	GW	GRANVAS LIMPIAS	Gravas bien gradadas y mezclas de arena y grava con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \geq 4$ $C_c = \frac{D_{30} - D_{10}}{D_{60} - D_{30}}$ Mayor que 4 Entre 1 y 3	Si los criterios para GW no se cumplen Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4. Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7.	
		GP	GRANVAS CON FINOS	Gravas y mezclas de gravas y arenas mal gradadas con pocos finos o sin finos			
		GM	GRANVAS CON FINOS	Gravas limosas, mezclas de grava - arena y limo			
		GC	GRANVAS CON FINOS	Gravas arcillosas, mezclas de grava - arena y arcilla			
	ARENAS Máx del 50% de la fracción gruesa para por el tamiz No. 200	SW	ARENAS LIMPIAS	Arenas y arenas gravosas bien gradadas con pocos finos o sin finos	$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \geq 6$ $C_c = \frac{D_{30} - D_{10}}{D_{60} - D_{30}}$ Superior a 6 Entre 1 y 3	Si los límites de Atterberg se localizan en el área sombreada se debe clasificar utilizando símbolos dobles	
		SP	ARENAS CON FINOS	Arenas y arenas gravosas mal gradadas con pocos finos o sin finos			
		SM	ARENAS LIMOSAS	Arenas limosas, mezclas de arena y limo			
		SC	ARENAS ARCILLOSAS	Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla			
SUELOS DE GRANDES FINOS 50% o más pasa por el tamiz No. 200	LIMOS Y ARCILLAS Limoso y arcilloso 50% o inferior	ML	Limos inorgánicos, arenas muy finas, polvo de roca, arenas finas limosas o arcillosas	Clasificación basada en el porcentaje de finos Menos del 5% pasa por el tamiz No. 200 GW, GP, SW, SP, GM, GC, SC (5% a 12% pasa por el tamiz No. 200) Para clasificación de fronteras se necesitan símbolos dobles	Límites de Atterberg localizados bajo la línea "A" o índice de plasticidad inferior a 4. Límites de Atterberg sobre la línea "A" e índice de plasticidad superior a 7.		
		CL	Arcillas inorgánicas de plasticidad baja o media, arcillas gravosas, arcillas arenosas, arcillas limosas, suelos sin mucha arcilla				
		OL	Limos orgánicos y arenas limosas orgánicas de baja plasticidad				
		MH	Limos inorgánicos, arenas finas o limos micaceos o de diatomas limos elásticos				
	LIMOS Y ARCILLAS Limoso y arcilloso superior a 50%	CH	Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas grases		Para la identificación visual y manual, véase ASTM norma D 2488		
		OH	Arcillas orgánicas de plasticidad alta o media				
		PT	Turba, esfenoso y otros suelos altamente orgánicos				
		PT	Turba, esfenoso y otros suelos altamente orgánicos				



■ 5 CLASIFICACION UNIFICADA:

Tipo de Suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	Bien gradada	W
Arena	S	Pobrememente gradada	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Símbolos utilizados en la Clasificación SUCS.

G : Grava	(Gravel)	W : Bien graduado.	(well)
S : Arena	(Sand)	P : Mal graduado.	(poor)
M : Limo	(Moh)	H : Alta plasticidad.	(high)
C : Arcilla	(Clay)	L : Baja plasticidad.	(low)
geoxnet.com		O : Orgánico.	(organic)

El sistema Unificado de clasificación de suelos, utiliza como identificación los siguientes símbolos:

Símbolo	G	S	M	C	O	Pt	H	L	W	P
Descripción	Grava	Arena	Limo	Arcilla	Limos o arcillas orgánicas	Turba y suelos atamene orgánicos	Alta plasticidad	Baja plasticidad	Bien graduado	Mal graduado

Primera letra

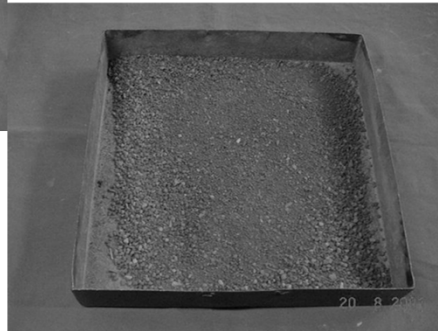
Suelo Altamente orgánico o turba

Segunda letra

■ 3 CLASIFICACION (Clases de Suelo):



Suelo granular grueso (Grava)



Suelo granular fino (Arena)

■ 3 CLASIFICACION (Clases de Suelo):



■ Ejemplos de Suelos:

SUELO BLANDO

Es de baja resistencia.

Se caracteriza por ser arcilloso y suele presentar nivel freático. Para cimentar se recomienda pilotes o losas de cimentación.



SUELO SEMIBLANDO

Es de resistencia media.

Se caracteriza por ser arcilloso y se puede presentar arena, el nivel freático no es muy frecuente.

Para cimentar se recomienda losa de cimentación o zapatas.

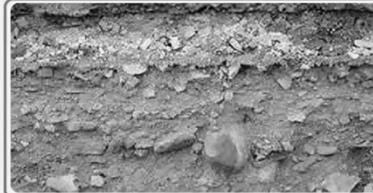


SUELO DURO

Es de alta resistencia media.

Se caracteriza por ser de arena compacta o rocoso.

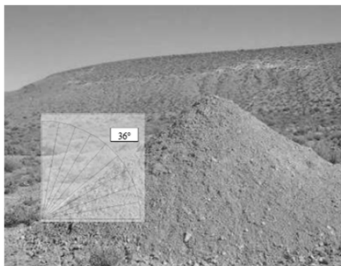
Para cimentar se recomienda zapatas corridas, combinadas, con vigas de conexión o aisladas.



■ 4 PROPIEDADES MECANICAS:

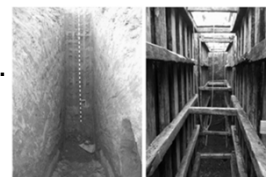
4-1 VINCULADAS A LA RESISTENCIA DEL SUELO (CORTE):

- **FRICCION INTERNA (ϕ)** → Debido al contacto entre partículas y resistencia al deslizamiento. Función de (granulometría, densidad, forma partículas).



Tierra, marga	de 30° a 45°
Grava	de 30° a 40°
Arena seca	de 25° a 35°
Cenizas	de 25° a 40°
Arena hidratada.....	de 30° a 45°
Carbón coquizado.....	de 30° a 45°
Arena húmeda	de 15° a 30°
Carbón de piedra.....	de 25° a 35°
Tierra compacta.....	de 35° a 40°

- **COHESION (c)** → Verdadera: atracción molecular.
Aparente: agua que rodea a las partículas (adsorción).
Función de (características físico-químicas partículas y contenido de Humedad (%)).



4.2 VINCULADAS A LA DEFORMACION:

- **PLASTICIDAD** = $f(H) \rightarrow$ Propiedad que deja a los suelos moldearse, sin agrietarse o sin variación de volumen (ΔV) apreciable.



- **ELASTICIDAD** \rightarrow Propiedad de recuperar su forma, una vez cesada la deformación (módulo edométrico E_o).

- **COMPRESIBILIDAD** \rightarrow Disminución de volumen por carga. Función de (permeabilidad, capilaridad).

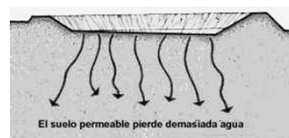
Tipo de Suelo	Módulo E_o (kg/cm ²)
Limo	300 a 1000
Arena seca o húmeda suelta (NSPT 3 a 9)	160 - Z a 480 - Z
Arena seca o húmeda media (NSPT 9 a 30)	480 - Z a 1600 - Z
Arena seca o húmeda densa (NSPT 30 a 50)	1600 - Z a 3200 - Z
Grava fina con arena fina	1070 - Z a 1330 - Z
Grava media con arena fina	1330 - Z a 1600 - Z
Grava media con arena gruesa	1600 - Z a 2000 - Z
Grava gruesa con arena gruesa	2000 - Z a 2660 - Z
Grava gruesa firme	1070 - Z a 1330 - Z
Arcilla blanda (qpi 0,25 a 0,50 kg/cm ²)	150 a 300
Arcilla media (qpi 0,50 a 2,00 kg/cm ²)	300 a 900
Arcilla compacta (qpi 2,00 a 4,00 kg/cm ²)	900 a 1800

Falla en la capacidad de soporte

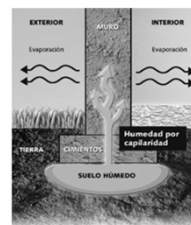


4.3 VINCULADAS AL CONTENIDO DE AGUA DEL SUELO:

- **PERMEABILIDAD** \rightarrow Propiedad de dejar atravesar el agua (gravedad). Función de la (porosidad).



- **CAPILARIDAD** \rightarrow Elevación o movimiento del agua en los intersticios de un suelo debido a fuerzas capilares.



- **RESISTENCIA** \rightarrow Propiedad de soportar cargas.

- **EXPANSION** \rightarrow Aumento de volumen por variación de Humedad, hasta un 3% (aceptable).



■ 6 RESISTENCIA AL CORTE:

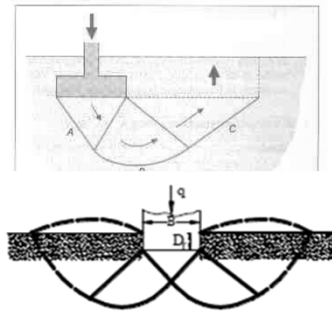
6-1 GENERALIDADES:

PROBLEMAS A RESOLVER:

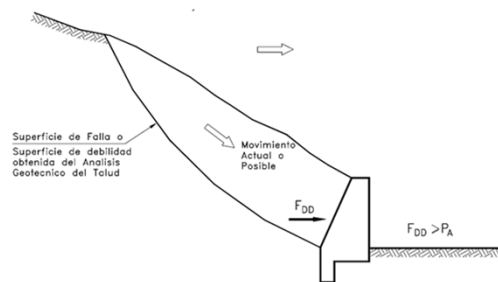
- ESTUDIO DE DEFORMACIONES.
- PLANOS DE ROTURA O FALLA.

6-2 PLANOS DE FRACTURA O ROTURA:

CARGAS DE HUNDIMIENTO.

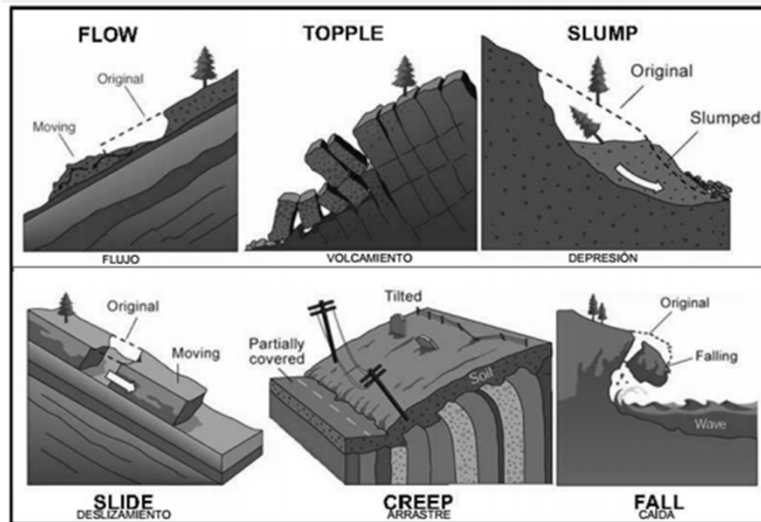


PLANOS DE FALLA EN TERRAPLEN (MUROS DE CONTENCIÓN).



FALLA EN TALUD O TERRAPLEN

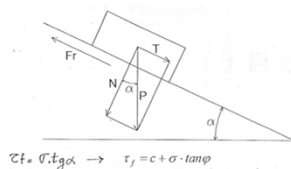




LA ROTURA SE PRODUCIRÁ CUANDO LAS TENSIONES DE CORTE, PRODUCIDAS EN LA SUPERFICIE MAS DESFAVORABLE, SUPEREN EL VALOR DE SU RESISTENCIA PROPIA (CORTE).

6-3 PROPIEDADES QUE DEFINEN RESISTENCIA AL CORTE:

RESISTENCIA = f (rugosidad entre ambos materiales, valor de la fuerza normal).
Estos definen la **RESISTENCIA POR FRICCION.**



$$\tau_f = \sigma \cdot \tan \alpha \rightarrow \tau_f = c + \sigma \cdot \tan \phi$$

Si no hay fuerza N , y aún existe resistencia al deslizamiento se tiene:

RESISTENCIA POR COHESION.

Es propia de los Suelos Finos.

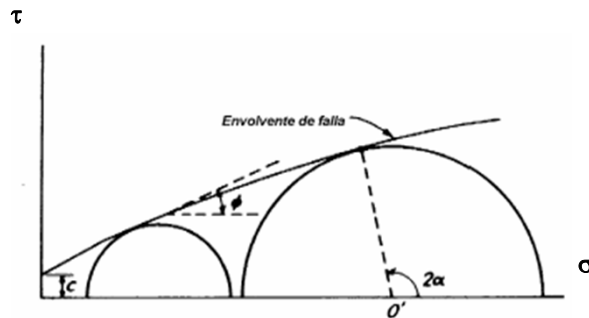


6-4 TEORIA DE COULOMB:

Estableció una relación lineal, entre resistencia al corte y la presión normal, en un plano de fractura o falla.

$$\tau = c + \sigma \cdot \operatorname{tg} \phi$$

Hay que tener en cuenta, que la rotura se produce cuando en alguna superficie, se alcanza una combinación de la tensión normal y la tensión tangencial.



6-5 CIRCULO DE MOHR:

ENSAYOS: → SOLO GENERAN ESFUERZOS NORMALES
⇒ SE PUEDEN GENERAR ESFUERZOS PRINCIPALES

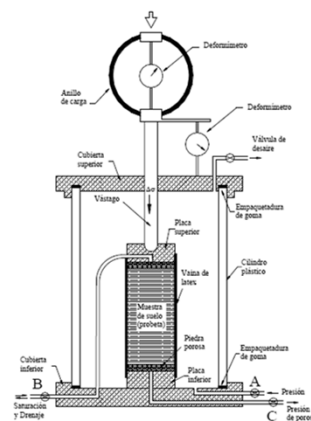
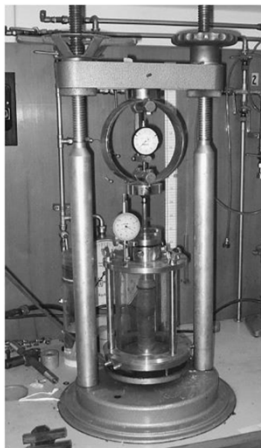
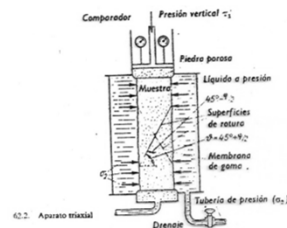


Figura 6-45. Cámara o celda triaxial.



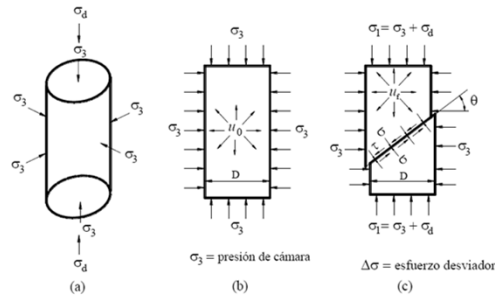


Figura 6.51. Variación de la presión de poros durante la compresión (Whitlow, 1994).
(a) Esfuerzos durante la compresión. (b) Presión de poros inicial. (c) Presión de poros de falla.

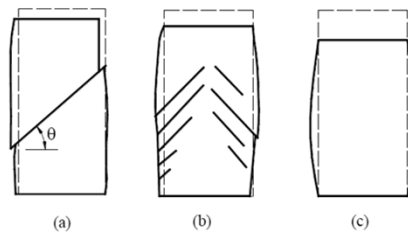
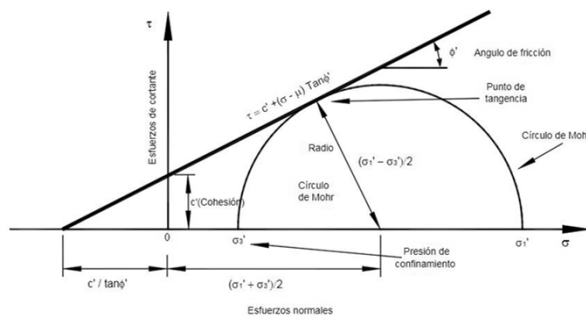


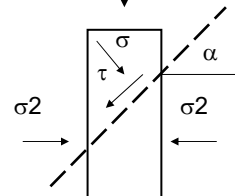
Figura 6.52. Tipos de falla en ensayos triaxiales (Whitlow, 1994).
(a) Falla frágil (corte). (b) Falla parcial al corte. (c) Falla de flexibilidad plástica o en barril.

Mediante el círculo de Mohr o circunferencia de tensiones.

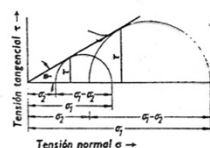
El estado de tensión en otro plano, que no sea uno de los principales, se obtiene indirectamente.



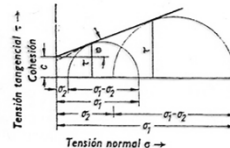
$$\alpha = 45^\circ + \phi / 2$$



Masa de suelo sometido a esfuerzos principales σ_1 y σ_2



63.1. Interpretación del ensayo triaxial en suelos granulares



63.2. Interpretación del ensayo triaxial en suelos cohesivos