



UNIVERSIDAD  
DE LOS ANDES  
MERIDA-VENEZUELA

LABORATORIO

# PRÁCTICA N° 3

## LIMITES DE CONSISTENCIA

**LABSP**  
Laboratorio  
de Suelos y Pavimento  
Universidad de Los Andes

Mérida 2017

## PRÁCTICA N° 3

### MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LOS LÍMITES DE CONSISTENCIA.

MÉTODO DE ENSAYO	
ASTM	AASHO
D 4318	T 89-90

#### 1. OBJETIVO

Determinar los límites y estados de consistencia en una masa de suelo.

#### 2. APLICACIÓN

Se aplica a partículas pasante por el tamiz N° 4 que incluyen arenas finas, limos y arcillas.

Los límites de consistencia permiten identificar y clasificar un suelo; así como también dan información respecto a las propiedades cohesivas de un suelo y la cantidad de agua capilar que puede retener.

#### 3. DEFINICIONES

**3.1. Plasticidad:** Es la propiedad que tienen algunos suelos de deformarse sin agrietarse, ni producir rebote elástico.

**3.2. Consistencia:** Es el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura.

Atterberg (1911) propone los siguientes estados de consistencia:

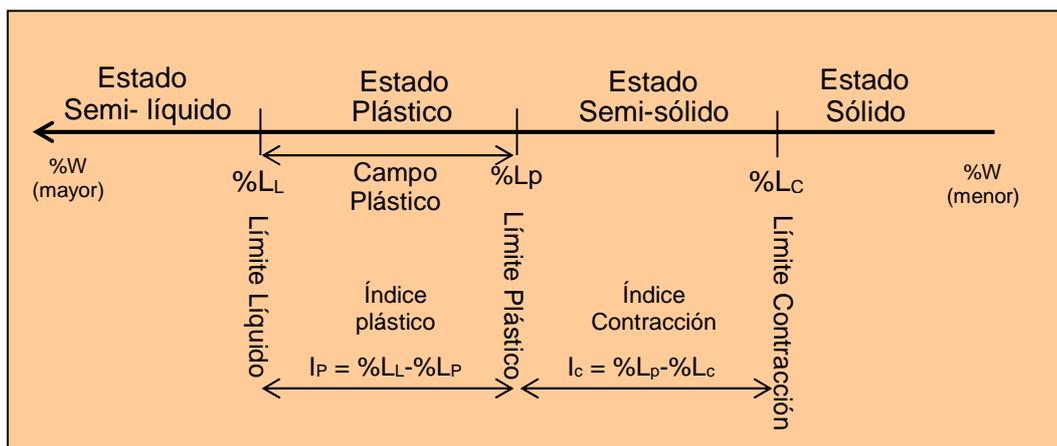
- **Estado semi-liquido:** En este estado de humedad el suelo no ofrece resistencia a soportar cargas o esfuerzos.
- **Estado plástico:** El suelo ofrece un rango de valores de resistencia dependiendo de la humedad que posea, con la característica del material a no agrietarse y capacidad de moldearse, así como también cambiar de forma (acepta deformaciones)

- **Estado semi-sólido:** El suelo ofrece alta capacidad a soportar cargas con la característica que se contrae cuando pierde humedad. El material se agrieta y no se puede moldear, se desmorona y pierde plasticidad.
- **Estado sólido:** Alta resistencia a soportar cargas, el suelo puede perder humedad sin disminución del volumen por secado.

Además, definió la frontera de los cuatro estados de consistencia en términos de “límites”

- **Límite líquido (%LL o %WL):** Es la frontera entre los estados semi-líquido y plástico. Contenido de humedad a partir del cual el suelo arcilloso ofrece una nula o baja resistencia.
- **Límite Plástico (%Lp o %Wp):** Frontera entre los estados plástico y semi-sólido. Contenido de humedad por debajo del cual el suelo pierde su plasticidad.
- **Límite de contracción (%Lc o %Wc):** Frontera entre los estados sólidos y semi-sólido. Contenido de humedad por debajo del cual el suelo pierde humedad sin cambiar de volumen.

La representación gráfica de los estados, se hace de la siguiente manera:



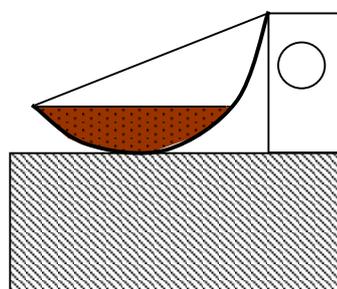
#### 4. REALIZACIÓN DEL ENSAYO EN EL LABORATORIO

**Materiales:** Muestra de material pasante por el tamiz N° 40 (arenas finas, limos y arcillas). La muestra debe estar humedecida por aproximadamente 12 horas.

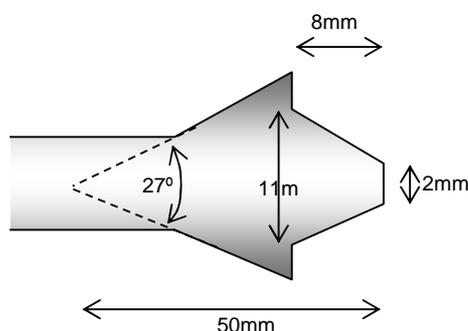
- **LÍMITE LÍQUIDO ( $%L$  o  $%W_L$ ):** Contenido de humedad de un suelo, para el cual dos secciones de una misma muestra separadas por una ranura de dimensiones standard, alcanzan apenas a tocarse, sin unirse, al someterla al impacto de 25 golpes bien definidos en el aparato de A. Casagrande.

La copa de casa grande consiste en una copa de bronce o latón y una base de hule duro, La copa se deja caer sobre la base por una leva operadora por una manivela. Para la prueba del límite líquido se coloca la muestra de suelo en la copa. Se corta una ranura en el centro de la muestra, usando el ranurador. Luego con la leva operadora por la manivela, se levanta la copa y se deja caer desde una altura de 10mm a un ritmo de 2 golpes por segundo. El contenido de agua, en porcentaje requerido para cerrar una distancia de 12,7 mm a lo largo del fondo de la ranura a los 25 golpes se define como límite líquido.

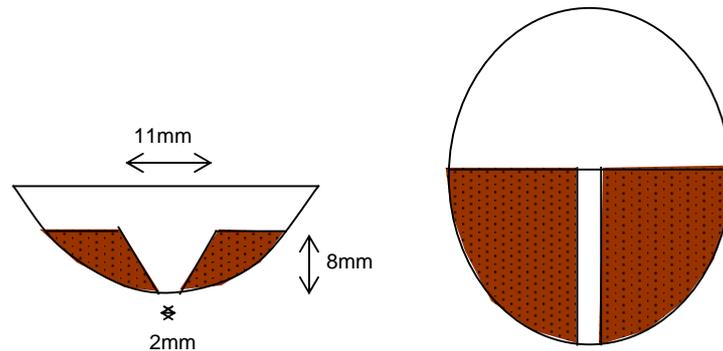
Casagrande (1932) concluyó que cada golpe en la copa de casagrande, corresponde a una resistencia cortante del suelo de aproximadamente  $1\text{gr}/\text{cm}^2$  ( $0,1\text{kN}/\text{m}^2$ ). Por consiguiente, el límite líquido de un suelo fino, da el contenido de agua para el cual la resistencia cortante del suelo es aproximadamente de  $25\text{gr}/\text{cm}^2$  ( $2,5\text{kN}/\text{m}^2$ )



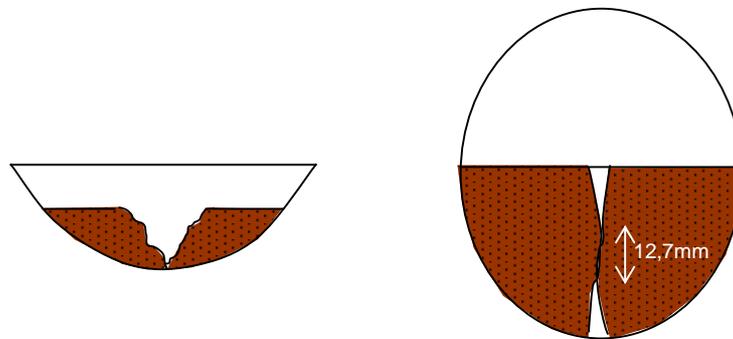
Copa de Casa Grande.



Ranurador.

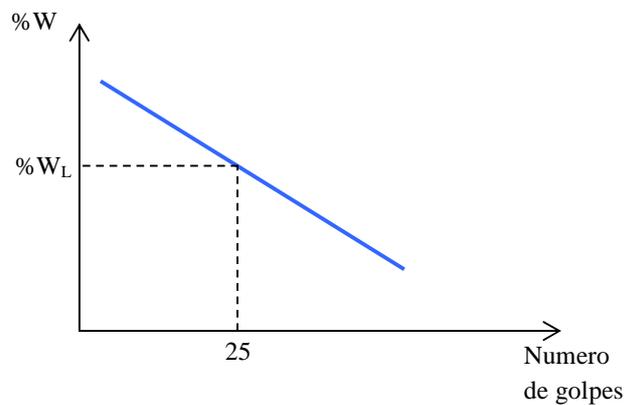


Muestra de suelo antes de la prueba.

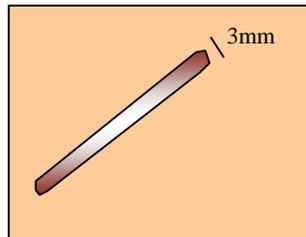


Muestra de suelo después de la prueba.

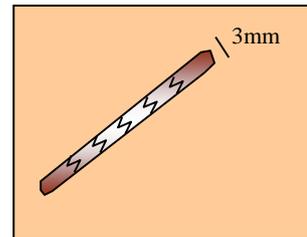
Se determina el límite líquido realizando el ensayo de 3 a 5 veces para diferentes contenidos de humedad. El número de golpes debe encontrarse entre el rango de 15<sup>a</sup> 35 golpes. Luego se construye la curva de fluidez, contenido de humedad (%W) en escala natural, vs. el número de golpe a escala logarítmica y, entrando a la gráfica con 25 golpes se determina el límite líquido %W<sub>L</sub>.



- **LÍMITE PLÁSTICO (%L<sub>p</sub> o %W<sub>p</sub>):** Es el mínimo contenido de humedad que permite amasar un suelo en cilindros de 3 milímetros de diámetro sin que se rompan o desmorone.



Muestra de suelo que se amasa hasta formar cilindros de 3mm de espesor.



Muestra de suelo agrietada

El límite plástico se determina realizando de 2 a 3 veces el ensayo a la muestra a estudiar, hallándose el contenido de humedad promedio:

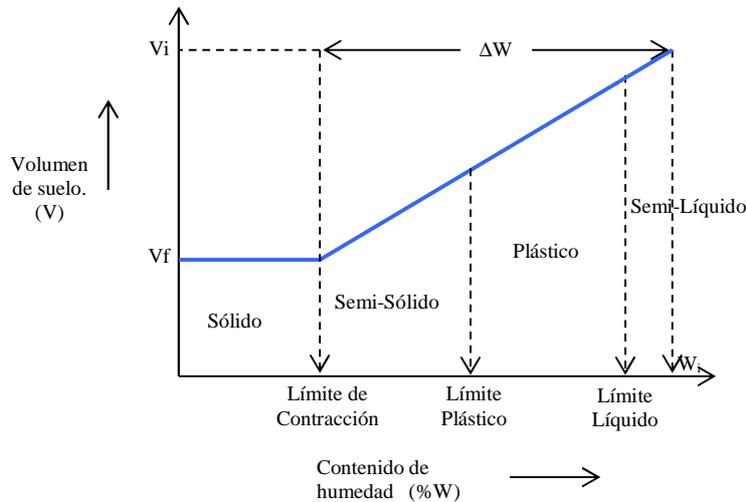
$$\% W_p = \% L_p = \frac{\% W_1 + \% W_2 + \% W_3}{3}$$

La plasticidad es una característica de los suelos cohesivos que les permite sufrir deformaciones considerables de corte sin romperse, sin presentar agrietamiento en la superficie, sin rebote elástico y sin sufrir cambios de volumen apreciables.

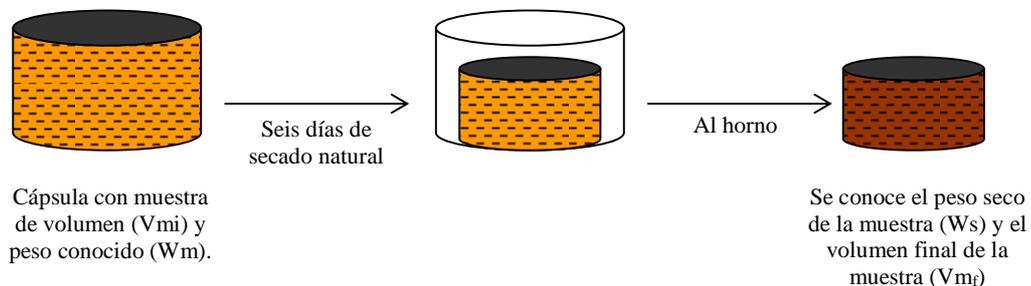
La importancia práctica, es debido a que la manipulación del suelo y en la ejecución de obras de tierra, en el estado plástico es más fácil. La excavación del material se realiza con el menor trabajo.

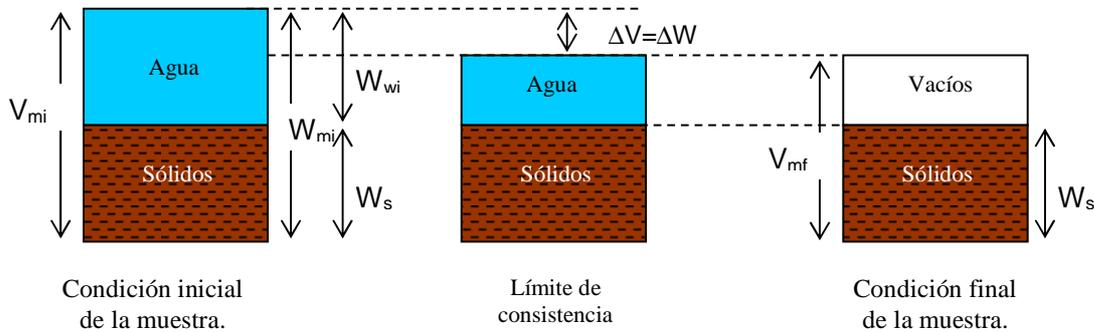
- **LÍMITE DE CONTRACCIÓN (%L<sub>c</sub> o %W<sub>c</sub>):** Es el contenido de humedad para el cual cesa la disminución del volumen de la masa de suelo, aun cuando el contenido de agua continúe disminuyendo (evaporándose).

La masa de suelo se contrae conforme se pierde gradualmente el agua del suelo. Con pérdida continua de agua se alcanza una etapa de equilibrio en la que más pérdida de agua conducirá a que no haya cambio de volumen. El contenido de agua, en porcentaje, bajo el cual el cambio de volumen de la masa del suelo cesa, se define como límite de contracción.



La muestra de suelo se coloca en una cápsula de dimensiones y peso conocido. Se da unos golpecitos sobre la mesa para sacar todos los vacíos que se introducen al colocar la muestra, luego se deja secar a temperatura ambiente por un lapso de 6 días, por último se introduce en el horno y se seca la muestra, determinándose el peso final y el volumen final de la muestra.





El límite de contracción se determina por medio de:

$$\%L_c = \frac{W_w}{W_s} \cdot 100$$

$$W_w = W_{wi} - \Delta W_w$$

$$\text{Como: } W_w = W_{wi} - \Delta V_w \gamma_w$$

$$W_w = (W_{mi} - W_s) - \Delta V_w \gamma_w$$

Y la variación de volumen de agua es:  $\Delta V_w = V_{mi} - V_{mf}$

$$\text{Por lo tanto: } \%W_c = \%L_c = \frac{(W_{mi} - W_s) - (V_{mi} - V_{mf})\gamma_w}{W_s} \cdot 100$$

**Nota:** Para el caso de los suelos a ser utilizados en la estructura del pavimento o como subrasante de la vía la norma no hace ninguna restricción con respecto al índice de contracción, por lo tanto este ensayo no se realiza.

➤ **Índice de Plasticidad:** Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico.

$$I_p = \%L_L - \%L_P$$

Aquellos suelos que no poseen límite plástico no tienen plasticidad (NP) como por ejemplo la arena. El índice de plasticidad de un suelo es una medida de su capacidad de

desarrollar cohesión. Mientras mayor sea la plasticidad, valores más elevados podrá alcanzar la cohesión del suelo.

➤ **Índice de Contracción:** Es la diferencia entre los límites plásticos y de contracción.

$$I_C = \% L_P - \% L_C$$

➤ **Índice de Liquidez (o fluidez):** Es la relación agua – plasticidad.

$$IL = \frac{W_n - W_P}{W_L - W_P}$$

donde:  $W_n$  = contenido de humedad natural del suelo.

- Si,  $W_n = W_P \Rightarrow I_L = 0$  (suelo con alta resistencia). La consistencia del suelo es semi-dura.

- Si,  $W_n < W_P \Rightarrow I_L < 0$  (suelo con muy alta resistencia). La consistencia del suelo es dura a muy dura.

- Si,  $W_n > W_L \Rightarrow I_L > 1$  (suelo con resistencia nula). La consistencia del suelo es fluida.

# PLANILLA DE ENSAYO

