RA1. [Caracterizar] [propiedades físicas, químicas y mecánicas de suelos y rocas] [con la finalidad de resolver problemas geotécnicos] [en base a procedimientos establecidos por las Normas IRAM vigentes y usando estándares de la sociedad internacional de mecánica de suelos ISSMGE y sociedad internacional de mecánica de rocas ISRM].

LABORATORIO Nº 1

A) Determinación de Limites de Consistencia de Suelos. Límites de Atterberg.

A.1) Objetivos del Ensayo:

Determinar el límite liquido de un suelo por el método de Casagrande.

A.2) Normas de referencia:

- IRAM 10519 "Método de laboratorio para la determinación de la humedad".
- IRAM 10501 "Métodos de determinación del límite líquido y del índice de fluidez".
- DNV Norma de Ensayo VN-E2-65 "Limite Liquido".
- ASTM D 4318-00 "Standard test methods for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils".

A.3) Descripción y procedencia del material a ensayar.

El material a utilizar para este ensayo es una dama de suelo extraída de la zona de

.

Fecha de extracción: / / . Es una dama extraída de cm de profundidad.

A.4) Definiciones:

El ***límite líquido*** es el contenido de humedad por debajo del cual el suelo se comporta como un material plástico, y está a punto de cambiar su comportamiento al e un fluido viscoso.

Se lo utiliza ampliamente en todas las regiones del mundo a los efectos de identificar y clasificar los suelos

En la Figura 1 se muestra la localización relativa de los limites definidos por Atterberg.

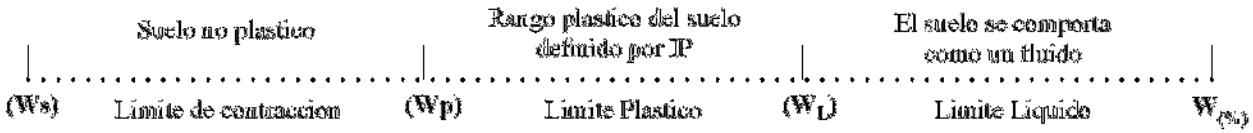


Figura 1

Para poder establecer valores comparables y reproducibles de estos límites, se propuso que el límite líquido (W_L) se definiera arbitrariamente como el contenido de humedad al cual una masa de suelo húmedo colocada en un recipiente en forma de cazuela de bronce, separada en dos por la acción de una herramienta para hacer la ranura patrón, y dejada caer desde una altura de 1 cm, sufra después de dejarla caer 25 veces un cierre de la ranura en una longitud de 12,7 mm. (Ver ***Figura 10***)

Pueden enumerarse algunas variables que afectan el resultado de la prueba o el número de golpes requeridos para cerrar la ranura patrón en una longitud de 12,7 mm:

- Tamaño de la masa de suelo contenido en la cazuela de bronce (espesor y cantidad);
- Velocidad con los que se dan los golpes (deberían ser 120 revoluciones por minuto);
- Tiempo de reposo del suelo en la cazuela antes de comenzar la cuenta de golpes, y estado de limpieza de la misma antes de colocar la pasta de suelo;
- Humedad del laboratorio y rapidez con la que se hace el ensayo;
- Ajuste o calibración de la altura de caída de la cazuela (debe ser exactamente 1 cm);
- Tipo de material utilizado como base del aparato o sea superficie contra la cual se debe golpear la cazuela (comúnmente se usa caucho duro);
- Tipo de herramienta utilizada para hacer la ranura (tipo ASTM o tipo Casagrande);
- Condición general del aparato del límite líquido (pasadores desgastados, conexiones que no estén firmemente apretadas);

Los ensayos de límites de Atterberg deben hacerse sobre suelos tamizados a través del tamiz Nº 40. Comúnmente el suelo extraído del campo se encuentra en un estado de humedad demasiado alto para pasar a través del tamiz Nº 40. Es entonces permisible secar al aire el suelo para obtener la fracción que pasa por el tamiz Nº 40. Si en cambio, el suelo es secado a estufa, el valor del límite liquido obtenido por este procedimiento, generalmente disminuye, y, por consiguiente, deben evitarse como técnica.

Las investigaciones han demostrado que secando al aire el suelo, el límite liquido disminuye el 2 % a 6 % de su valor real. Se ha encontrado también que la mayoría de los suelos secados al aire recuperan sus límites originales si se les permite, luego de mezclados con agua y dejados en curado un tiempo de 24 a 48 horas antes de hacer el ensayo.

Debido a que la determinación del límite liquido siguiendo la definición (porcentaje de humedad correspondiente al cierre de 12,7 mm de la ranura realizada con la herramienta patrón luego de 25 golpes) seria realmente fortuito el poder encontrar este contenido de humedad en un tiempo razonable, se han investigado alternativas metodológicas que insumen menor tiempo.

A.5) Equipos e instrumentos utilizados:

- Cascador de Casagrande (FI 7744) (***Figura 2***)
- Pesafiltros (***Figura 3***)
- Balanza de precisión digital, carga de máximo 3100 gr y precisión de 0,1 gr (***Figura 4***)
- Espátula (***Figura 5***)
- Recipientes de acero inoxidable (***Figura 6***)
- Horno (***Figura 7***)
- Tamiz Nº 40 (***Figura 8***)
- Mortero. (***Figura 9***).
- Rociador (***Figura 10***)
- Hoja de papel, tamaño A4 o una placa de vidrio de 3mm de las mismas dimensiones que la hoja A4. (***Figura 11***)



Figura 2 (Aparato de Casagrande)



Figura 3 (Pesa Filtro)



Figura 4 (Balanza)



Figura 5 (Espátula)

	
Figura 6 (Bowl de Acero Inoxidable)	***Figura 7*** (Horno)
	
Figura 8 (Tamiz 40)	***Figura 9*** (Mortero)
	
Figura 10 (Rociador)	***Figura 11*** (Placa de vidrio)

	
Figura 12 (Bandeja)	***Figura 13*** (Calibre)

A.6) Desarrollo del ensayo.

6.1) Se deben de verificar el funcionamiento de todos los mecanismos del aparato de Casagrande (Ver ***Figura 2 y Figura 14***), como así también calibrar la altura de caída de la cazoleta del mismo. Esta debe de ser de como máximo 10mm. Para ello empleamos el extremo del acanalador (Ver ***Figura 15***) que posee 10mm de lado (Ver ***Figura 16***).



Figura 14 (Aparato de Casagrande y acanalador)



Figura 15 (Acanalador)

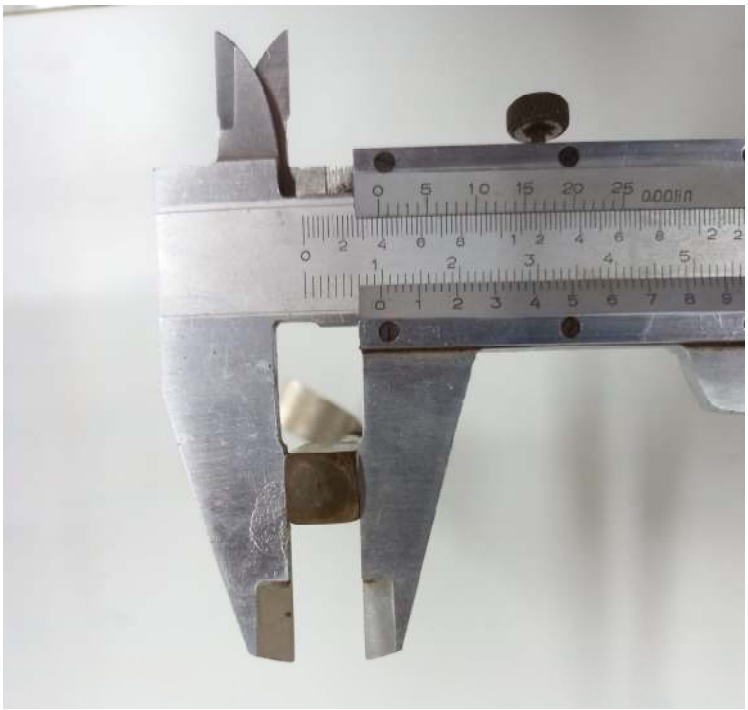


Figura 16 (Verificación de la medida del extremo del acanalador)

6.2) Se lo coloca el extremo de sección cuadrada debajo de la cazoleta del aparato de Casagrande y con la ayuda de los tortillos se verifica y/o regula la altura de caída (Ver ***Figura 17***)



Figura 17 (Verificación y calibración de la altura de caída de la cazoleta)

6.3) Se debe de verificar la nivelación de la balanza. Si la misma no es autonivelante, las balanzas de laboratorio cuentan con un nivel de burbujas y las patas de soporte, que son perillas de ajuste con rosca, se va variando la altura y nivelando la misma. (Ver ***Figura 18***)

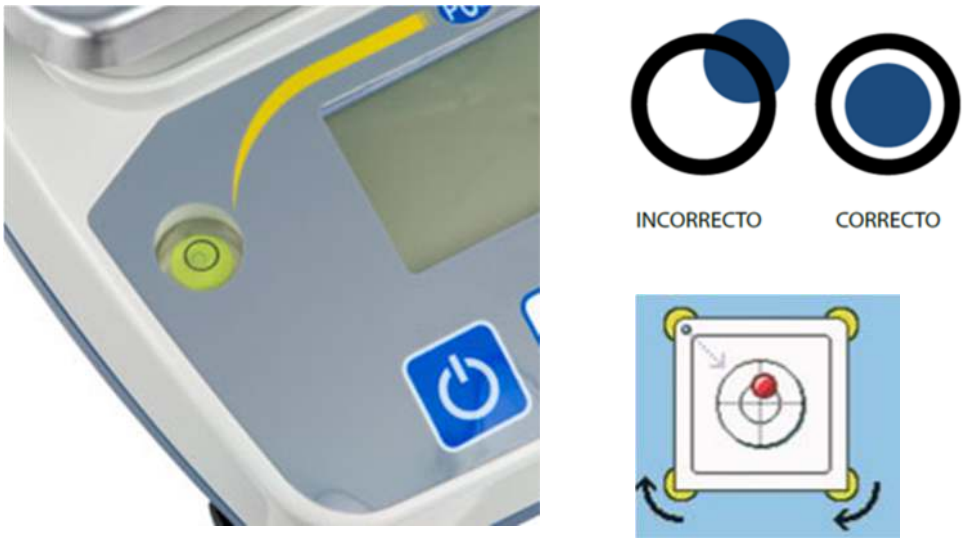


Figura 18 (Nivel de burbujas y nivelación de la balanza a emplear)

6.4) Se verifica que la capacidad y las divisiones de lectura de la balanza sean la misma que la indica por la Norma de ensayo. Por lo general las balanzas poseen plaquetas o impresiones del detalle de la precisión y capacidad. (Ver ***Figura 19***) Verificar las unidades con las que se encuentra operando.

Modelo	R31P1502	R31P3	R31P6	R31P15	R31P30
Alcance predeterminado × escalón	1,5 kg × 0,00005 kg 1500 g × 0,05 g	3 kg × 0,0001 kg 3000 g × 0,1 g	6 kg × 0,0002 kg 6000 g × 0,2 g	15 kg × 0,0005 kg 15 000 g × 0,5 g	30 kg × 0,001 kg 30 000 g × 1 g

Figura 19 (Ejemplo de descripción de las características de las balanzas)

6.5) Se verifica la temperatura, escala y funcionamiento del horno. Para ello debe de regularse la temperatura máxima a la indicada por la Norma. (Ver ***Figura 20***)



Figura 20 (Ejemplo de modo de regulación de temperatura de un horno)

6.6) Se toma una muestra parcial de suelo a ensayar, para ellos se divide en 4 partes la muestra, utilizando la espátula, y se toman las muestras de los cuadrantes opuestos, a este procedimiento se lo denomina cuarteo (Ver ***Figura 21*** y ***Figura 22***).



Figura 21 (Muestra de suelo)



Figura 22 (Cuarteo)

6.7) Se desmenuza el suelo en el mortero (***Figura 23 y Figura 24***) para eliminar las partículas de gran tamaño utilizando el pisón con el extremo de goma.





Figura 23 y ***Figura 24*** (Desmenuzado del suelo en el mortero)

6.8) Se tamiza el suelo desmenuzado por el tamiz Nº 40 (Ver ***Figura 25***) sacando una sub muestra de aproximadamente 200 gr.



Figura 25 (Tamizado del suelo desmenuzado por el tamiz 40)

6.9) La sub-muestra tamizada, se la divide en 2 recipientes, una de las muestras se la deja de reserva, por si hay algún percance en el desarrollo del ensayo (***Figura 26)***



Figura 26 (Muestras parciales tamizadas)

6.10) Se toma uno de los recipientes y se le añade agua al suelo por medio de un rociador (Ver ***Figuras 27 y Figura 28***) hasta que el mismo adquiere cierta humedad que a criterio del operador satisfaga la cantidad de golpes que se busca según la norma, se va mezclando mediante una espátula de manera de homogeneizar la mezcla (Ver ***Figura 29***).





Figura 27 y ***Figura 28*** (Agregado de humedad y mezclado para homogeneizar)



Figura 29 (Muestra homogeneizada, con humedad lista para el ensayo)

6.11) A continuación, se coloca la muestra homogeneizada de suelo en la cazoleta con la ayuda de una espátula. La cantidad debe ser tal que como mínimo, luego de enrasada la muestra dentro de la cazoleta, su espesor sea de de 10mm de espesor, medido desde el fondo de la cazoleta. (Ver ***Figura 30***)

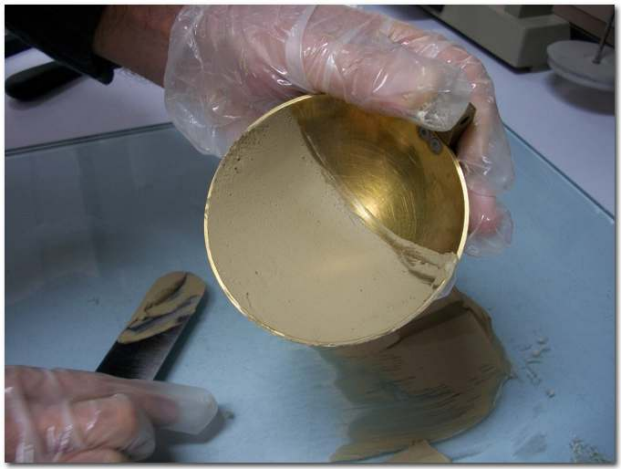


Figura 30 (Cazoleta del cascador cargada con el suelo)

6.12) Luego se procede a realizar un canal en el centro de la muestra con la ayuda del acanalador del aparato de Casagrande (Ver ***Figura 31***). Debe de realizarse con un solo movimiento seguro, sin que el suelo se desplace o se pegue al acanalador. (Ver ***Figura 32***)

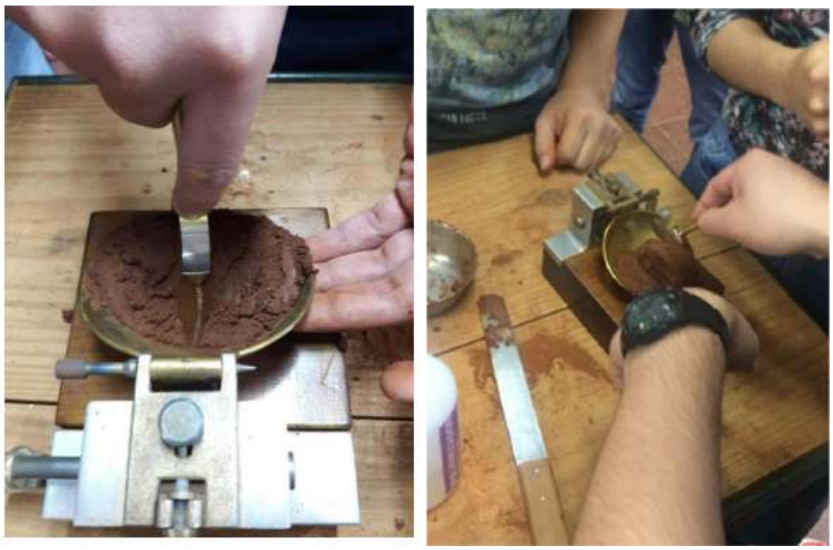


Figura 31 (Acanalado del suelo)



Figura 32 (Suelo acanalado)

6.13) En el paso siguiente se procede a dar vuelta la manivela del cascador a velocidad constante aproximadamente a ***2 golpes por segundo*** hasta que las paredes del surco se cierran en una longitud alrededor de 13 mm (Ver ***Figura 33 y Figura 34***).

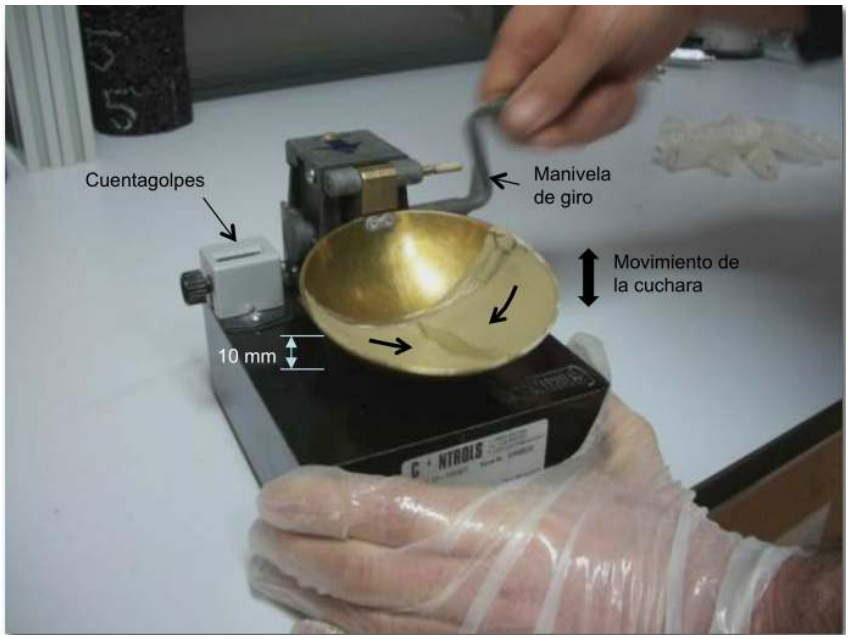


Figura 33 (Accionamiento del aparato de Casagrande)

6.14) Cada intento tiene como objetivo en cerrar el surco hecho en el suelo con una determinada cantidad de golpes en el cascador. Esta cantidad de golpes está directamente relacionada con el contenido de humedad del suelo. Por ello para en cada intento se debe variar el contenido de humedad agregando más suelo (para disminuir humedad), o más agua con el rociador (para aumentar humedad), de modo que el número de golpes obtenido haya variado entre 15 y 35 (Ver ***Figura 34***).

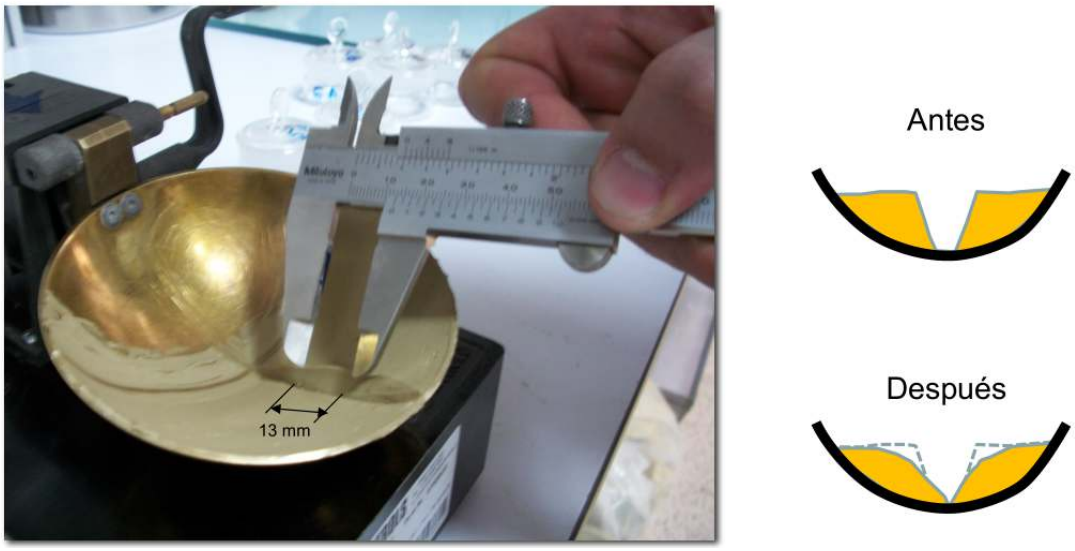


Figura 34 (Suelo cerrado, se detienen los golpes cuando se cierra 13mm)

6.15) En cada prueba realizada, en dónde el suelo se haya cerrado entre los 15 y 35 golpes, se toma una muestra representativa (del centro del volumen de suelo del cascador), colocándolas en Pesafiltros. (Ver ***Figura 35***)



Figura 35 (Extracción de la muestra para llevar al horno, como mínimo entre 10g y 15 g, o como mínimo el equivalente del peso del pesafiltro)

6.16) Se coloca la muestra extraída en el pesafiltros, se los pesa y se los lleva al horno El procedimiento de pesaje se debe de realizar con el pesafiltro tapado, de manera que la humedad que contenga el suelo no se evapore durante el procedimiento de pesaje. (Ver ***Figura 36***)



Figura 36 (Pesaje del pesafiltro con la muestra)

6.17) Posteriormente serán llevados a estufa, para así determinar el contenido de humedad. (Ver ***Figura 37***)



Figura 37(Pesafiltros con muestras a secar dentro del horno)

6.18) Una vez dejado secar 24 horas, aproximadamente, o cuando tres pesadas consecutivas de la muestra del suelo y el pesafiltro arrojen el mismo resultado, se obtiene la masa del suelo seco. (Ver ***Figura 38***).



Figura 38 (Pesaje de la muestra seca)

A.7) Resultados obtenidos:

Se representas los valores en un gráfico de Humedad (W%) en función del número de golpes con el eje horizontal en escala logarítmica.

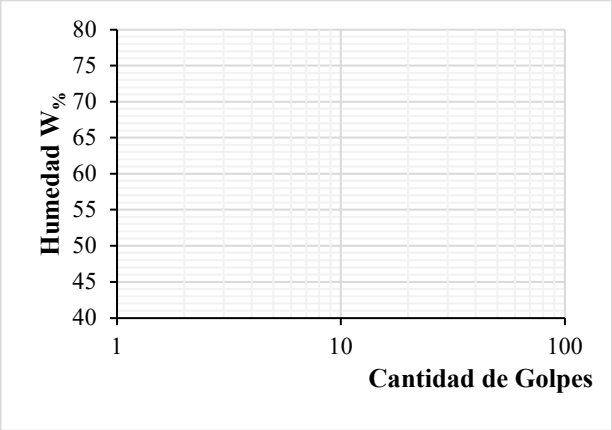


Figura 39 (Representación logarítmica de los datos)

Ensayos	
Golpes	**Humedad [%]**

Tabla 1-datos obtenidos-

Mediante la recta (Línea de Tendencia) que mejor se ajusta sacamos el valor para los 25 golpes, según la norma nos dará el valor del límite líquido.

Tipo de ensayo		**LL**				
Numero de Golpes						
Pesafiltros Nº						
(A) Peso Mat. Hum. + Pesafiltro	[gr]					
(B) Pesafiltro Mat. Seco + Pesafiltro	[gr]					
(C) Pesafiltro	[gr]					
(A-B) Peso de Agua	[gr]					
(B-C) Peso Material Seco	[gr]					
Humedad [(A-B)/(B-C)]·100	[%]					
Limite Liquido	[%]					

B) Determinación de Limites Plástico.

B.1) Objetivos del Ensayo:

Determinar el límite plástico de un suelo por el método de Casagrande.

B.2) Normas de referencia:

- IRAM 10519 "Método de laboratorio para la determinación de la humedad".
- IRAM 10502 "Método de determinación del límite plástico e índice de plasticidad".
- DNV Norma de Ensayo VN-E3-65 "Limite Plástico – Índice de Plasticidad".
- ASTM D 4318-00 "Standard test methods for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils".

B.3) Descripción y procedencia del material a ensayar.

El material a utilizar para este ensayo es una dama de suelo extraída de la zona de .

Fecha de extracción: / / . Es una dama extraída de cm de profundidad.

B.4) Definiciones:

El ***límite plástico*** es el contenido de humedad del suelo al cual un cilindro bastoncito se rompe o resquebraja de entre 0 a 1,5 mm.

B.5) Equipos e instrumentos utilizados:

- Pesafiltros (***Figura 3***)
- Balanza de precisión digital, capacidad máxima 3100 gr y precisión de 0,1 gr (***Figura 4***)
- Espátula (***Figura 5***)
- Recipientes de acero inoxidable (***Figura 6***)
- Horno (***Figura 7***)
- Tamiz Nº 40 (***Figura 8***)
- Mortero. (***Figura 9***).
- Rociador (***Figura 10***)
- Hoja de papel, tamaño A4 o una placa de vidrio de 3mm de las mismas dimensiones que la hoja A4. (***Figura 11***)

B.6) Desarrollo del ensayo.

6.1) Se toma una muestra de suelo de aproximadamente 25 gr, sobrante del ensayo de limite líquido. Del punto ***6.6***), de la parte A (***Página 6 de 19***), del ensayo de Límite Líquido.

6.2) Se amasa la muestra hasta alcanzar la consistencia deseada (al hacer la esfera, que la misma no se pegue demasiado a los dedos) (Ver ***Figura 40***).



Figura 40 (Esferas de suelo moldeadas a mano, tamaño de una aceituna aproximadamente)

6.3) Con estas esferas, se hacen pequeñas barritas o cilindros de 3 mm de diámetro amasando con los dedos sobre un papel o un vidrio, de manera que vayan perdiendo paulatinamente la humedad. (Ver ***Figura 41***)

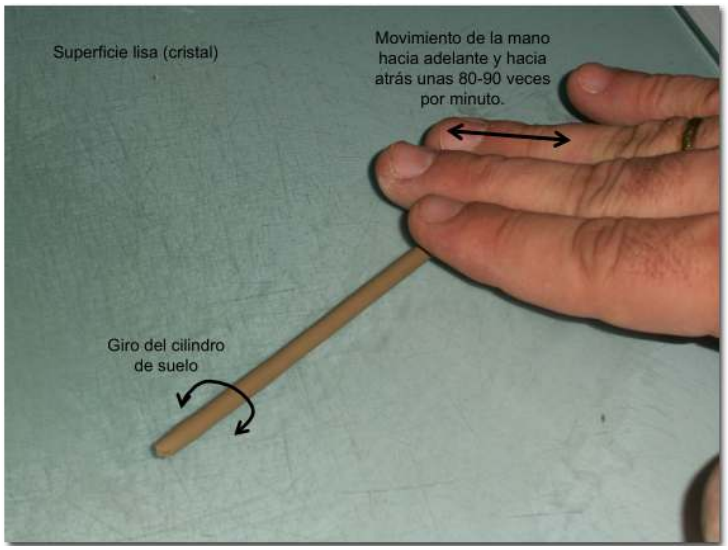


Figura 41 (Moldeo de los cilindros de suelo)

6.4) Si al llegar a los 3 mm la barrita no se ha agrietado, se vuelve a hacer el proceso agregando más suelo, para disminuir el contenido de humedad. Cuando el suelo alcanza los 3mm aproximadamente y se resquebrajan, el suelo alcanzó el Límite Plástico. (Ver ***Figura 42***).

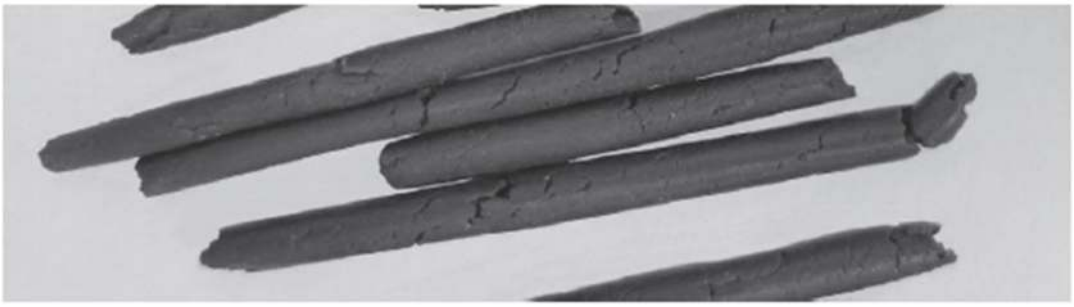


Figura 42 (Cilindros de suelo resquebrajados que han alcanzado el Límite Plástico)

6.5) Cuando tenemos una muestra representativa de suelo (preferiblemente el mismo peso que el pesafiltro) se pesa el pesafiltro y se lo lleva a horno donde se lo deja hasta que alcance peso constante. (Ver ***Figura 43***)



Figura 43 (Pesaje del pesa filtro con la muestra)

6.6) Posteriormente serán llevados a estufa, para así determinar el contenido de humedad. (Ver ***Figura 44***)



Figura 44 (Pesafiltros con muestras a secar dentro del horno)

6.7) Una vez dejado secar 24 horas, aproximadamente, o cuando tres pesadas consecutivas de la muestra del suelo y el pesafiltro arrojen el mismo resultado, se obtiene la masa del suelo seco. (Ver ***Figura 45***).



Figura 45 (Pesaje de la muestra seca)

B.7) Resultados obtenidos:

Pesafiltros Nº			
(A) Peso Mat. Hum. + Pesafiltro	[gr]		
(B) Pesafiltro Mat. Seco + Pesafiltro	[gr]		
(C) Pesafiltro	[gr]		
(A-B) Peso de Agua	[gr]		
(B-C) Peso Material Seco	[gr]		
Humedad [(A-B)/(B-C)]·100	[%]		
Limite Plástico	[%]		

Analizando con el *Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)*:

- Porcentaje de pasante tamiz Nº 200=
- Limite Liquido (LL)=

Analizando la carta de plasticidad:

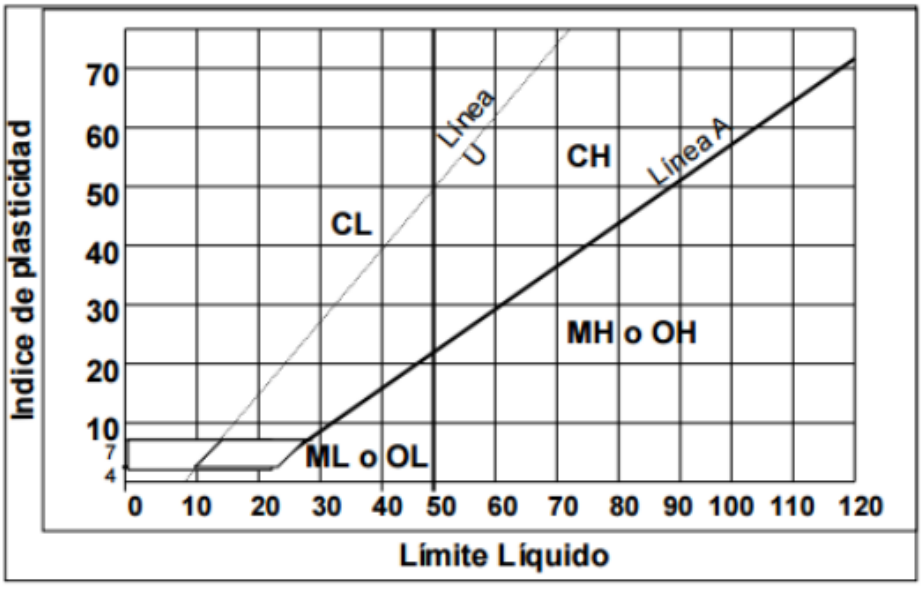


Figura 46 (Carta de plasticidad)

Informe Técnico.

Normas de referencia:

- IRAM 10519 "Método de laboratorio para la determinación de la humedad".
- IRAM 10501 "Métodos de determinación del límite líquido y del índice de fluidez".
- DNV Norma de Ensayo VN-E2-65 "Limite Liquido".
- IRAM 10502 "Método de determinación del límite plástico e índice de plasticidad".
- DNV Norma de Ensayo VN-E3-65 "Limite Plástico – Índice de Plasticidad".
- ASTM D 4318-00 "Standard test methods for liquid limit, plastic limit and plasticity index of soils".

Ubicación:

Profundidad: Designación:

Fecha: / / Laboratoristas:

Muestra Pasante tamiz Nº 4=

DETERMINACIÓN DE LIMITES LIQUIDO Y PLÁSTICO E INDICE DE PLASTICIDAD

Tipo de ensayo		**LL**					**LP**	
Numero de Golpes							-	-
Pesafiltros Nº								
(A) Peso Mat. Hum. + Pesafiltro	[gr]							
(B) Pesafiltro Mat. Seco + Pesafiltro	[gr]							
(C) Pesafiltro	[gr]							
(A-B) Peso de Agua	[gr]							
(B-C) Peso Material Seco	[gr]							
Humedad [(A-B)/(B-C)]·100	[%]							

Sistema Unificado de Clasificacion de Suelos (S.U.C.S.)		
Pasante Tamiz Nº 200 [%]		
Limite Liquido (LL)		
Limite Plástico (LP)		
Índice de Plasticidad (IP)		
El suelo es =>		

Observaciones-Conclusión: