



ESQUEMA 1

DE NORMA IRAM 10501 *

Geotecnia

Determinación del límite líquido (LL) y del límite plástico (LP) de una muestra de suelo. Índice de fluidez (IF) e índice de plasticidad (IP)

Determination of the liquid limit (LL) and the plastic limit (LP) of a soil sample. Fluency index (IF) and Plasticity index (IP)

**LAS OBSERVACIONES DEBEN
ENVIARSE CON EL FORMULARIO DE LA
ETAPA DE DISCUSIÓN PÚBLICA**

* Corresponde a la revisión de la IRAM 10501:1968.

Prefacio

El Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) es una asociación civil sin fines de lucro cuyas finalidades específicas, en su carácter de Organismo Argentino de Normalización, son establecer normas técnicas, sin limitaciones en los ámbitos que abarquen, además de propender al conocimiento y la aplicación de la normalización como base de la calidad, promoviendo las actividades de certificación de productos y de sistemas de la calidad en las empresas para brindar seguridad al consumidor.

IRAM es el representante de la Argentina en la International Organization for Standardization (ISO), en la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y en la Asociación MERCOSUR de Normalización (AMN).

Esta norma IRAM es el fruto del consenso técnico entre los diversos sectores involucrados, los que a través de sus representantes han intervenido en los Organismos de Estudio de Normas correspondientes.

Corresponde a la revisión de la IRAM 10501:1968.

Índice

	Página
1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN	4
2 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTA.....	4
3 MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO	4
4 MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10
5 INFORME	11
Anexo A (Informativo) Bibliografía	12
Anexo B (Informativo) Integrantes del organismo de estudio	Error! Marcador no definido.

Geotecnia

Determinación del límite líquido (LL) y del límite plástico (LP) de una muestra de suelo. Índice de fluidez (IF) e índice de plasticidad (IP)

1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los métodos para la determinación del límite líquido y del límite plástico de una muestra de suelo, y la obtención del índice de fluidez y del índice de plasticidad.

2 DOCUMENTOS NORMATIVOS PARA CONSULTA

Los documentos normativos que se indican a continuación son indispensables para la aplicación de este documento.

Para los documentos normativos en los que se indica el año de publicación, se aplican las ediciones citadas.

Para los documentos normativos en los que no se indica el año de publicación, se aplican las ediciones vigentes, incluyendo todas sus modificaciones.

IRAM 1501-2/NM-ISO 565 - Tamices de ensayo. Tela de tejido metálico, chapa metálica perforada y lámina electroformada. Tamaños nominales de abertura.

IRAM 10510 - Mecánica de suelos. Definiciones.

IRAM 10515 - Mecánica de suelos. Preparación de muestras para análisis sedimentométrico y para determinación de las constantes físicas.

IRAM 21322 - Agua para análisis. Requisitos y métodos de ensayo.

UNE 53549:1991 - Determinación de la dureza en grados internacionales de los elastómeros.

3 MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

3.1 Se establecen las variantes siguientes:

- a) **Procedimiento mecánico**, según 3.5.1.1/3.5.2.5, que ofrece un resultado basado en la determinación de la línea de fluidez, con un mínimo de tres intentos. Este procedimiento se recomienda para determinaciones corrientes;
- b) **Procedimiento acelerado (de un solo punto)**, según 3.6.11/3.6.2.3, que llega al resultado por cálculo, luego de una sola determinación. Este procedimiento se recomienda para determinaciones corrientes, con las salvedades impuestas en su procedimiento;
- c) **Procedimiento de control**, según 3.7.1.1/3.7.2, que trata de eliminar la incidencia que tienen en los resultados el contenido inicial de humedad y el tiempo requerido para el ensayo. Este procedimiento se recomienda para casos de peritaje o para ensayos de investigación.

3.2 Instrumental

Para la determinación del límite líquido se usa el siguiente instrumental:

- a) un tamiz IRAM 425 μm ;
- b) un dispositivo mecánico tipo aparato de Casagrande, de dimensiones similares a las indicadas en la figura 1, cuya cuchara de latón pesa 205 g \pm 5 g;

- c) un acanalador de material metálico no corrosible, de rigidez suficiente para conseguir un surco uniforme;
- d) una cápsula de material no absorbente, de aproximadamente 100 mm de diámetro;
- e) una espátula flexible rectangular, de acero inoxidable;
- f) una balanza que permita pesar el 0,01 g;
- g) una estufa capaz de mantener una temperatura de $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- h) un pesafiltro;
- i) elementos de uso habitual en laboratorio.

3.3 Procedimiento

Para calibrar el aparato se gradúa el tornillo A (figura 1) para lograr que la máxima altura de caída libre, del punto de la cuchara que golpea sobre la plancha de ebonita o de caucho con una dureza durométrica Shore A de 78 a 88 y una elasticidad tal que, dejando caer sobre la base una bola de acero de 8 mm de diámetro desde una altura de 25 cm, el rebote debe estar dentro de un ámbito de 77% a 90%. El ajuste se logra por medio de una barra de sección rectangular, de 10 mm de altura, que se coloca debajo de la cuchara del aparato. Para dicha operación se puede utilizar el cabo del acanalador. Después de ajustado el aparato, se aprieta el tornillo B, que impide se desajuste el A durante el ensayo.

3.4 Amasado de la muestra

Se toman aproximadamente 200 g de la muestra de suelo obtenidos de acuerdo con la IRAM 10515 a través del tamiz IRAM 425 μm . Se colocan en la cápsula, se añade agua para análisis poco a poco y se mezcla el conjunto con ayuda de la espátula hasta obtener una masa plástica y uniforme, exenta de grumos.

Para suelos muy plásticos se recomienda preparar la muestra con 24 h de antelación para lograr la homogeneización de la mezcla suelo-agua.

3.5 Procedimiento mecánico

3.5.1 Se coloca la pasta amasada, obtenida según 3.4, en la cuchara del aparato y con ayuda de la espátula se modela una superficie lisa que sea horizontal cuando la cuchara esté apoyada y cuyo espesor, en el centro, sea de aproximadamente 10 mm.

3.5.2 Con el acanalador se practica un surco en la muestra, evitando despegarla de la cuchara de manera que su plano de simetría coincida con el del aparato, procurando que la herramienta, al producir la acanaladura, esté sensiblemente normal a la superficie de la cuchara (ver figura 2).

3.5.3 Se coloca la cuchara en el aparato y, aproximadamente a los 30 s de realizado el surco, se gira la manivela a razón de dos vueltas por segundo, contándose los golpes necesarios para que los dos bordes de la muestra se junten en el fondo del surco en una longitud de aproximadamente 12 mm (ver figuras 3 y 4), como consecuencia de la fluencia del suelo y no por deslizamiento entre suelo y cápsula.

3.5.4 Del lugar donde se juntan los bordes de la muestra se toma una porción de aproximadamente 20 mm de largo por el ancho de la espátula y se coloca en un pesafiltro tarado, tapándolo inmediatamente a fin de reducir al mínimo la evaporación. Se pesa y se deduce el valor m_h ; luego se lleva a estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta masa constante, deduciendo el valor m_s .

3.5.5 Se efectúan así tres ensayos comprendidos entre 40 y 10 golpes. Estos ensayos deben estar separados entre sí por una diferencia mayor de 8 golpes.

3.5.6 El amasado de la muestra, para efectuar los distintos ensayos, debe hacerse únicamente mediante el aumento progresivo de la humedad.

3.5.7 Cálculo

3.5.7.1 La humedad se determina empleando la fórmula indicada a continuación, expresándola con dos decimales:

$$H = \frac{m_h - m_s}{m_s} 100$$

siendo:

- H la humedad, en por ciento;
- m_h la masa del suelo húmedo, obtenido según 3.5.4, en gramos;
- m_s la masa del suelo seco, obtenido según 3.5.4, en gramos.

3.5.7.2 Con los datos obtenidos se confecciona un gráfico cartesiano ortogonal, representando en las abscisas el número de golpes en escala logarítmica y en las ordenadas la humedad porcentual en escala aritmética. De esta manera se determina un punto para cada ensayo efectuado.

3.5.7.3 Los puntos así obtenidos, tres como mínimo, se encuentran aproximadamente sobre una recta, denominada *línea de fluidez*.

3.5.7.4 La humedad correspondiente al punto en que la línea de fluidez corta a la ordenada correspondiente a 25 golpes es el que corresponde al límite líquido.

3.5.7.5 El índice de fluidez (IF) se obtiene como el incremento de humedad correspondiente al número de golpes representado por un intervalo logarítmico unitario. Por ejemplo 1-10; 10-100.

3.6 Procedimiento acelerado

3.6.1 El procedimiento es similar al indicado precedentemente en 3.5.1 a 3.5.4.

3.6.2 La humedad de la muestra debe ser tal que se requieran entre 20 y 30 golpes para la unión de los bordes de la muestra. Como medida de seguridad y ajuste deben realizarse dos intentos consecutivos antes de extraer la muestra para determinar el contenido de humedad. Nunca debe agregarse suelo seco a la pasta.

3.6.3 Cálculos

3.6.3.1 La humedad se calcula según lo indicado en 3.5.7.1.

3.6.3.2 El límite líquido (LL) se calcula con dos decimales, utilizando la fórmula siguiente:

$$LL = H (N/25)^{0,12}$$

siendo:

- LL el límite líquido, en por ciento;
- H la humedad, en por ciento, calculada según 3.5.7.1;
- N el número de golpes requeridos para unir los bordes inferiores del suelo, con un contenido de humedad H.

3.7 Procedimiento de control

3.7.1 Se mezcla con la espátula la muestra de suelo con agua durante 5 min para los suelos poco plásticos y 20 min para los muy plásticos.

3.7.2 Se deja reposar la pasta en cámara húmeda durante 30 min.

3.7.3 Antes de colocar la pasta en la cápsula de latón se revuelve con la espátula, agregando 1 ml de agua y mezclando durante 1 min, las veces que fuera necesario para que la pasta requiera entre 25 y 35 golpes para la unión de los bordes, procediendo luego según lo indicado en 3.5.1 a 3.5.4.

3.7.4 Se lavan la cápsula y el acanalador, se agrega agua a la pasta y se vuelve a mezclar durante 3 min.

3.7.5 Se repiten las operaciones indicadas en 3.7.3 hasta obtener por lo menos tres resultados que hubiesen requerido más de 15 y menos de 35 golpes. En ningún caso se agrega suelo seco a la mezcla estacionada que se está ensayando.

3.7.6 Cálculo

Se calcula según lo indicado en 3.5.7.1 a 3.5.7.5.

Medidas en milímetros

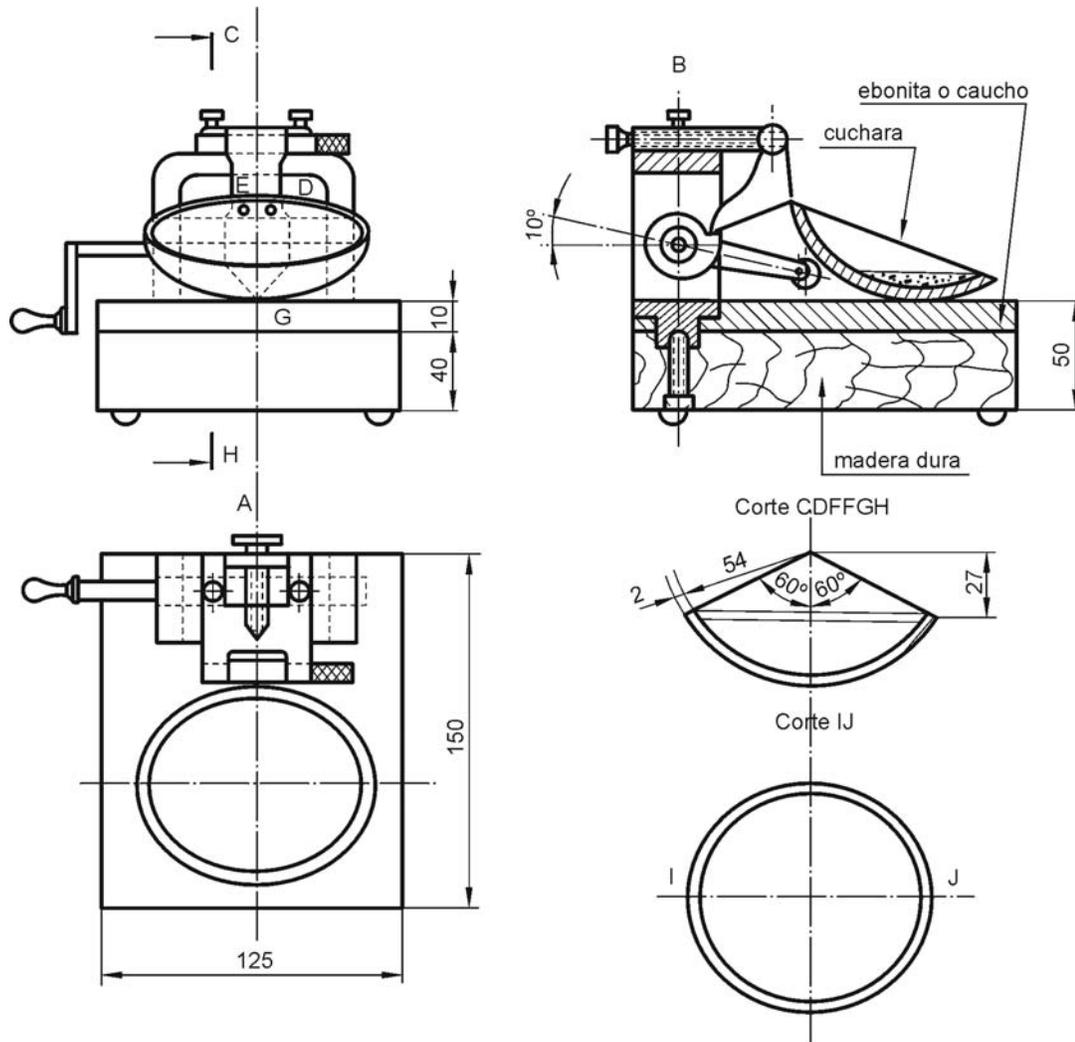


Figura 1 – Aparato de Casagrande

Medidas en milímetros

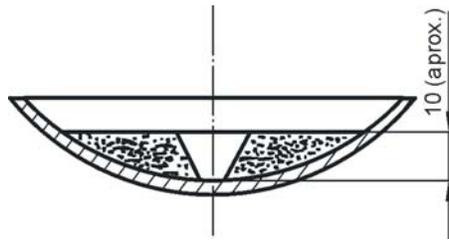


Figura 2 – Antes del ensayo

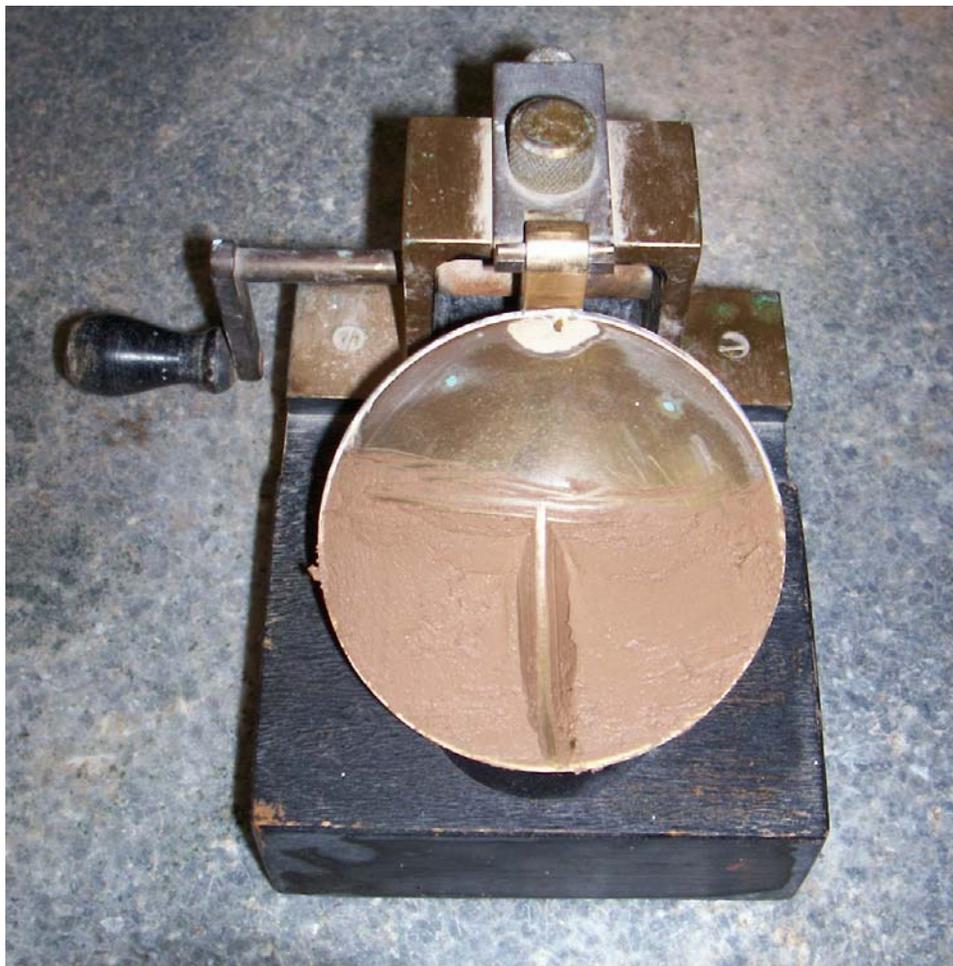


Figura 3 - Muestra de suelo en el cascador con la apertura realizada con el acanalador



Figura 4 - Muestra de suelo una vez que se ha cerrado (12 mm) la apertura que se realizó con el acanalador

4 MÉTODOS DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD

4.1 Instrumental

Para la determinación del límite plástico de un suelo se emplea el siguiente instrumental:

- a) un tamiz IRAM 425 μm ;
- b) una cápsula de material no absorbente de aproximadamente 100 mm de diámetro;
- c) espátulas de acero inoxidable de hoja de aproximadamente 80 mm x 20 mm;
- d) una superficie lisa no absorbente (vidrio, mármol, etc.);
- e) un pesafiltro;
- f) una balanza que permita pesar el 0,01 g;
- g) una estufa capaz de mantener una temperatura de $105\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$;
- h) elementos de uso habitual en laboratorio".

4.2 Amasado

Se toman aproximadamente 60 g de muestra obtenidos de acuerdo con la IRAM 10515 a través del tamiz IRAM 425 μm , se colocan en la cápsula, se añade agua para análisis poco a poco y se mezcla el conjunto con ayuda de la espátula hasta obtener una masa plástica y uniforme, exenta de grumos.

4.3 Procedimiento

4.3.1 Se toma una porción de la pasta amasada, se hace rodar con la palma de la mano, o con una espátula, sobre la superficie indicada en 4.1 c), dándole forma de pequeños cilindros que deben presentar fisuras o signos de desmenuzamiento al llegar a 3 mm de diámetro.

4.3.2 Si al llegar los cilindros a 3 mm de diámetro no presentan fisuras o signos de desmenuzamiento, se reúnen los trozos y se amasan nuevamente, tantas veces como sea

necesario, hasta que se cumpla con la condición establecida. La operación también se repite si se presentan esos signos cuando los diámetros de los cilindros son mayores de 3 mm, incorporando para ello cantidad suficiente de agua.

4.3.3 Si durante el moldeado del cilindro, al llegar aproximadamente a los 3 mm de diámetro, aparecen fisuras o signos de desmenuzamiento, se verifica la uniformidad del amasado y se colocan en un pesafiltro tarado, tapándolo inmediatamente a fin de reducir al mínimo la evaporación. Se pesa, se obtiene el valor m_h , luego se coloca en estufa a $105\text{ }^\circ\text{C} \pm 5\text{ }^\circ\text{C}$ hasta masa constante, obteniéndose el valor m_s .

4.4 Cálculos

4.4.1 Límite plástico

4.4.1.1 El límite plástico (LP) se calcula, con dos decimales, mediante la fórmula siguiente:

$$LP = \frac{m_h - m_s}{m_s} \cdot 100$$

siendo:

LP el límite plástico, en por ciento;

m_h la masa del suelo húmedo, obtenido según 4.3.3, en gramos;

m_s la masa del suelo seco, obtenido según 4.3.3, en gramos.

4.4.1.2 Deben efectuarse dos determinaciones como mínimo, tomando la media aritmética de los resultados obtenidos.

4.4.1.3 Si los resultados obtenidos en ambas determinaciones difieren en más de tres puntos porcentuales, el ensayo debe repetirse.

4.4.2 Índice de plasticidad

El índice de plasticidad (IP) se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$IP = LL - LP$$

siendo:

- IP el índice de plasticidad, en por ciento;
- LL el límite líquido, en por ciento;
- LP el límite plástico obtenido según 4.4.1.1, en por ciento.

- b) el límite líquido (LL) redondeado al número entero más próximo, en por ciento;
- c) el límite plástico (LP) redondeado al número entero más próximo, en por ciento;
- d) el índice de plasticidad (IP), en por ciento.

NOTA 1. Cuando uno de los dos ensayos (LL ó LP) no se ha podido efectuar, se debe informar IP = 0.

NOTA 2. Una guía para el redondeo de números se indica en el anexo B de la IRAM 31-0:2000.

5 INFORME

El informe debe indicar:

- a) el método utilizado;

Anexo A (Informativo)

Bibliografía

En el estudio de este Esquema se han tenido en cuenta los antecedentes siguientes:

IRAM - INSTITUTO ARGENTINO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN

IRAM 10501:1968 - Mecánica de suelos. Métodos de determinación del límite líquido y del índice de fluidez.

IRAM 10502:1968 - Mecánica de suelos. Método de determinación del límite plástico e índice de plasticidad.

IRAM 113035:2006 - Aros de caucho. Aros y juntas para unión, en tuberías de suministro de agua potable, drenajes y desagües. Características de los materiales y requisitos.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS

ASTM D 4318-00 - Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils.

CEDEX - CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

NLT- 105/91 - Determinación del límite líquido de un suelo por el método del aparato de Casagrande.

NLT- 106/91 - Determinación del límite plástico de un suelo.