

LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

PARTE: 1. SUELOS Y MATERIALES PARA TERRACERÍAS

TÍTULO: 04. Contenido de Agua

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento para determinar el contenido de agua en los materiales para terracerías a que se refieren las Normas N-CMT-1-01, *Materiales para Terraplén*, N-CMT-1-02, *Materiales para Subyacente* y N-CMT-1-03, *Materiales para Subrasante*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar el contenido de agua en los materiales para terracerías, con el fin de obtener una idea cualitativa de su consistencia o de su probable comportamiento. La prueba consiste en secar una muestra del material en el horno y determinar el porcentaje de la masa del agua, con relación a la masa de los sólidos. La determinación del contenido de agua se efectúa siguiendo el procedimiento descrito en la Cláusula E.; sin embargo, cuando se requiera una determinación rápida con menor precisión, se podrá aplicar la prueba rápida que se describe en la Cláusula F. de este Manual.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con las siguientes:

	NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Materiales para Terraplén		N-CMT-1-01
Materiales para Subyacente		N-CMT-1-02
Materiales para Subrasante		N-CMT-1-03
Muestreo de Materiales para Terracerías		M-MMP-1-01

D. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

De la muestra de material para terracerías, obtenida según se establece en el Manual MMP-1-01, *Muestreo de Materiales para Terracerías*, se toma una porción de tamaño aproximado al indicado en la Tabla 1 de este Manual, según el tamaño máximo del material. Cuando se trate de obtener el contenido de agua del material en el sitio del muestreo, es recomendable que al tomar la muestra en campo, se determine inmediatamente la masa del material húmedo.

TABLA 1.- Masas mínimas para la muestra

Tamaño máximo del material ^[1]		Masa mínima de la muestra g
Designación de la malla	Abertura de la malla mm	
2"	50	1 000
1"	25	500
Nº4	4,75	100

[1] El material pasa por las mallas indicadas

E. PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA**E.1. EQUIPO**

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes.

E.1.1. Balanzas

- Con aproximación de 0,01 g, para muestras de hasta 100 g.
- Con aproximación de 0,1 g para muestras entre 100 y 1 000 g.

E.1.2. Horno

Eléctrico o de gas, con termostato capaz de mantener una temperatura constante de $105 \pm 5^\circ\text{C}$.

E.1.3. Recipientes

Con tapa y dimensiones suficientes para contener la porción de la muestra que será probada, de material resistente a la corrosión y a las altas temperaturas.

E.1.4. Desecador

De cristal, como el mostrado en la Figura 1 de este Manual, de tamaño adecuado para contener los recipientes a que se refiere el Inciso anterior y con cloruro de calcio anhidro como elemento desecador.



FIGURA 1.- Desecador de cristal

E.2. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

E.2.1. Se obtiene la masa del recipiente limpio y seco, con su tapa y se anota como W_r , en g.

E.2.2. Se coloca la porción de la muestra húmeda en el recipiente, se tapa e inmediatamente después, se determina la masa del conjunto y se registra como W_1 , en g.

E.2.3. Posteriormente se quita la tapa del recipiente y se introduce la muestra en el horno para mantenerla a una temperatura de $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta obtener masa constante, lo cual ocurre en un lapso aproximado de 16 h. En caso de materiales que contengan materia orgánica o minerales como el yeso que contienen agua en su composición, la temperatura de secado no será mayor de 60°C .

E.2.4. Una vez secada la muestra, se saca del horno y se coloca en el desecador, dejándola enfriar hasta la temperatura ambiente; se obtiene la masa en su recipiente original, previamente tapado y se anota como W_2 , en g.

E.3. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Se calcula y reporta como el contenido de agua, el resultado obtenido mediante la siguiente expresión:

$$\omega = \frac{W_1 - W_2}{W_2 - W_t} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

ω = Contenido de agua, (%)

W_1 = Masa de la muestra húmeda más la masa del recipiente y su tapa, (g)

W_2 = Masa de la muestra seca más la masa del recipiente y su tapa, (g)

W_t = Masa del recipiente y su tapa, (g)

W_w = Masa del agua, (g)

W_s = Masa de los sólidos, (g)

E.4. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se observarán las siguientes precauciones:

E.4.1. Que la prueba se realice en un lugar cerrado, con ventilación indirecta, limpio y libre de corrientes de aire que puedan provocar la pérdida de partículas de las muestras de prueba.

E.4.2. Que inmediatamente antes de la prueba, el equipo esté perfectamente limpio y funcional.

E.4.3. Que el tamaño de la porción de la muestra para la prueba sea suficiente de acuerdo con lo indicado en la Tabla 1. de este Manual.

E.4.4. Que la balanza esté bien calibrada y limpia en todas sus partes, colocada en una superficie horizontal, sin vibraciones que alteren las lecturas.

E.4.5. Que el secado se lleve a cabo a la temperatura indicada.

F. PRUEBA RÁPIDA PARA LA DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA

F.1. EQUIPO

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes.

F.1.1. Balanzas

- Con aproximación de 0,01 de g, para muestras de hasta 100 g.
- Con aproximación de 0,1 de g para muestras entre 100 y 1 000 g.

F.1.2. Fuente de calor

Estufa, lámpara de gas o de gasolina, o cualquier otra fuente de calor de flama abierta, como las mostradas en la Figura 2 de este Manual.



FIGURA 2.- Fuentes de calor de flama abierta (estufa y mechero)

F.1.3. Recipientes o charolas

Con las dimensiones suficientes para contener la porción de la muestra que será probada, de material resistente a la corrosión y a las altas temperaturas.

F.1.4. Vidrios de reloj**F.1.5. Pinzas****F.1.6. Cuchara**

De albañil, chica.

F.2. PROCEDIMIENTO DE PRUEBA

F.2.1. Se obtiene la masa del recipiente limpio y seco; se anota como W_r , en g.

F.2.2. Se coloca una porción de la muestra húmeda en el recipiente e inmediatamente después se determina la masa del conjunto; se registra como W_1 , en g.

F.2.3. A continuación se coloca en la fuente de calor el recipiente que contiene la muestra, durante el tiempo necesario para que se evapore toda el agua, lo cual se comprueba haciendo pasar repetidamente un vidrio de reloj sobre la muestra, ya que mientras ésta contenga agua, se condensará el vapor en la superficie del vidrio. Con el fin de lograr un secado más rápido y uniforme, se recomienda remover moderadamente la muestra dentro del recipiente durante el proceso de secado, evitando pérdidas de material, como se muestra en la Figura 3 de esta Manual.



FIGURA 3.- Movimiento del material sobre la fuente de calor

- F.2.4.** Una vez secada la muestra, se retira el recipiente de la fuente de calor utilizando las pinzas; se deja enfriar y se obtiene la masa de la muestra con su recipiente y se anota como W_2 , en g.

F.3. CÁLCULOS Y RESULTADOS

- F.3.1.** Se calcula y reporta el contenido de agua, en la forma indicada en la Fracción E.3. de este Manual.
- F.3.2.** En caso de materiales que contengan materia orgánica en cantidades importantes o minerales que puedan perder su agua de composición debido a un calentamiento excesivo, se efectuará una corrección de acuerdo con lo siguiente:
- F.3.2.1.** Se toman por cuarteo dos porciones de la muestra, en las cantidades indicadas en la Cláusula D. de este Manual.
- F.3.2.2.** Se determina el contenido de agua en una de las porciones mediante la prueba estándar, descrita en la Cláusula E. de este Manual, obteniéndose el valor ω .
- F.3.2.3.** Se determina el contenido de agua en la porción restante mediante la prueba rápida, descrita en esta Cláusula, obteniéndose el valor ω_r .
- F.3.2.4.** Se calcula el factor de corrección empleando la siguiente expresión:

$$C = \frac{\omega_r - \omega}{\omega_r}$$

Donde:

C = Factor de corrección, (%)

ω_r = Contenido de agua determinado mediante la prueba rápida, (%)

ω = Contenido de agua determinado mediante la prueba estándar, (%)

F.3.2.5. Para obtener el contenido de agua real, se utiliza la siguiente expresión:

$$\omega = \omega_r (C - I)$$

En caso de duda, se efectuarán como mínimo tres determinaciones del factor de corrección C y se tomará el valor promedio de éstas.

F.4. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se observarán las siguientes precauciones:

- F.4.1.** Que inmediatamente antes de la prueba, el equipo esté perfectamente limpio y funcional.
- F.4.2.** Que la balanza esté bien calibrada y limpia en todas sus partes, colocada en una superficie horizontal, sin vibraciones que alteren las lecturas.
- F.4.3.** Que la temperatura de secado no provoque calcinación de la materia orgánica o pérdida de agua de composición.
- F.4.4.** Que durante el movimiento de la muestra para acelerar el secado, no se provoque pérdida de material.

