

**LIBRO: CMT. CARACTERÍSTICAS DE
LOS MATERIALES**

PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS

TÍTULO: 03. Materiales para Estabilizaciones

CAPÍTULO: 001. Cal para Estabilizaciones

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene las características de calidad de la cal que se utiliza en la estabilización de materiales para terracerías, revestimientos, subbases y bases para pavimentos nuevos o recuperados.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

La cal es el producto de la calcinación de rocas calizas, constituido principalmente por óxido de calcio (CaO) y otros componentes. La adición de cal en los materiales arcillosos para terracerías, revestimientos, subbases y bases, por sus diferentes reacciones, en mayor o menor grado, elimina la plasticidad y la humedad, produce disminución en su índice plástico, aumenta la estabilidad volumétrica de los materiales cohesivos, incrementa la resistencia a la compresión simple y el Valor Soporte de California (CBR) por lo tanto proporciona resistencia a la capa que se estabiliza. Según su composición química se clasifica en:

B.1. CAL VIVA

La cal viva es el producto de la calcinación de la roca caliza, constituido en su mayor parte por óxido de calcio (CaO), o bien óxido de calcio asociado con óxido de magnesio (MgO), capaces de reaccionar con el agua exotérmicamente, lo que produce su apagado o hidratación.

B.2. CAL HIDRATADA

La cal hidratada es un polvo seco, obtenido al tratar cal viva con la suficiente agua para satisfacer su afinidad química, provocando su hidratación. Consiste esencialmente en hidróxido de calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ o una mezcla de hidróxido de calcio, óxido de magnesio (MgO) e hidróxido de magnesio $[\text{Mg}(\text{OH})_2]$.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las normas oficiales mexicanas NOM-002-SCFI-2011, *Productos Preenvasados-Contenido Neto, Tolerancias y Métodos de Verificación*; NOM-018-STPS-2000, *Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Sustancias Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo* y NOM-030-SCFI-2006, *Información Comercial-Declaración de Cantidad en la Etiqueta*.

Además, esta Norma se complementa con los siguientes:

MANUALES	DESIGNACIÓN
Muestreo de Cal para Estabilizaciones	M-MMP-4-02-001
Características Granulométricas de la Cal	M-MMP-4-02-003
Contenido de Óxido de Calcio (CaO) y Óxido de Magnesio (MgO) en la Cal Viva	M-MMP-4-02-005
Contenido de Hidróxido de Calcio $[\text{Ca}(\text{OH})_2]$ en la Cal Hidratada	M-MMP-4-02-006
Contenido de Agua Libre en la Cal Hidratada	M-MMP-4-02-008
Reactividad de la Cal Viva	M-MMP-4-02-010
Muestreo de Materiales Tratados con Cal	M-MMP-4-02-012

D. REQUISITOS DE CALIDAD

Los materiales por estabilizar y la cal para estabilizaciones, cumplirán con los requisitos de calidad que se indican a continuación.

D.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES POR ESTABILIZAR

Los materiales para terracerías, revestimientos, subbases, bases para pavimentos nuevos o recuperados obtenidos de los trabajos de conservación o reconstrucción de pavimentos, se podrán

estabilizar con cal siempre y cuando su índice plástico sea superior al diez (10) por ciento y contengan siete (7) por ciento o más de partículas finas, menores que la malla N°200 (0,075 mm), que reaccionen con la cal, constituidas fundamentalmente por minerales arcillosos.

D.2. REQUISITOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE LA CAL

D.2.1. Composición química

La cal viva y la cal hidratada, que serán utilizadas en la estabilización, cumplirán con la composición química que se indica en las Tablas 1 y 2, de esta Norma, respectivamente.

TABLA 1.- Composición química de la cal viva para estabilizaciones

Características ^[1]	Valor %
Óxidos de Calcio (CaO) y Magnesio (MgO) calculado sobre la muestra calcinada, mínimo	80
Óxido de Magnesio (MgO) calculado sobre la muestra calcinada, máximo	5

[1] Las características de calidad serán indicadas por el fabricante en el certificado de calidad correspondiente a que se refiere la Cláusula G. de esta Norma, y podrán ser verificadas mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

TABLA 2.- Composición química de la cal hidratada para estabilizaciones

Características ^[1]	Valor %
Hidróxido de Calcio [Ca(OH) ₂], mínimo	80
Contenido de agua libre, en la muestra original, máximo	2

[1] Las características de calidad serán indicadas por el fabricante en el certificado de calidad correspondiente a que se refiere la Cláusula G. de esta Norma, y podrán ser verificadas mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma.

D.2.2. Características físicas**D.2.2.1. Cal hidratada**

La cal hidratada no contendrá más del tres (3) por ciento de partículas retenidas en la malla N°100 (0,15 mm) y no más del diez (10) por ciento retenidas en la malla N°200 (0,075 mm), de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-4-02-003, *Características Granulométricas de la Cal*.

D.2.2.2. Cal viva

La cal viva no contendrá más del diez (10) por ciento de material retenido en la malla con abertura de diez y nueve (19) milímetros ($\frac{3}{4}$ in) determinado de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-4-02-003, *Características Granulométricas de la Cal*. Presentará una elevación de temperatura mínima de treinta (30) grados Celsius en tres (3) minutos determinada de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-4-02-010, *Reactividad de la Cal Viva*.

D.3. REQUISITOS PARA LA APLICACIÓN EN EL LUGAR**D.3.1. Cal hidratada**

Cuando se emplee cal hidratada, se adicionará la cantidad necesaria de agua a la cal para producir una lechada que se adicionará al material por estabilizar, mediante los aspersores del equipo de estabilización (usualmente recuperadora) y alcanzar un contenido de agua de tres (3) por ciento mayor del contenido de agua óptimo de compactación (determinado mediante la prueba AASHTO Estándar o Modificada que corresponda, según el uso del material estabilizado) para facilitar el mezclado y la distribución uniforme de la cal hidratada en el material. Cuando se aplique la cal en seco, en el mezclado inicial se tendrá especial cuidado de no contaminar el entorno con polvo producto de la cal hidratada y del material fino. Se pueden mejorar los resultados si la cal se aplica en dos etapas; en la primera, adicionando la mitad del contenido de cal especificado en el proyecto o aprobado por

la Secretaría y una vez concluido el mezclado inicial, cuando el laboratorio de campo lo indique, se adiciona el resto de la cal, procediendo al mezclado final. Se utiliza en ambas etapas más agua que la del contenido óptimo de compactación. Además, se verificará que la mezcla de la cal hidratada con el material por estabilizar tenga al menos una alcalinidad o potencial hidrógeno (pH) de doce coma cuatro (12,4). Las propiedades de las mezclas estabilizadas se determinarán en muestras obtenidas de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-4-02-012, *Muestreo de Materiales Tratados con Cal*.

D.3.2. Cal viva

D.3.2.1. Cuando se emplee cal viva para corregir el contenido de agua de un suelo difícil de secar por otros medios, se asegurará que se logre un mezclado total de la cal con el material por estabilizar y que todos los grumos de cal hayan sido hidratados y desvanecidos, y cuando se use cal viva para estabilizar, se asegurará que la mezcla de la cal viva y el material por estabilizar tenga al menos una alcalinidad o potencial hidrógeno (pH) de doce coma cuatro (12,4). Las propiedades de las mezclas estabilizadas se determinarán en muestras obtenidas de acuerdo con el procedimiento indicado en el Manual M-MMP-4-02-012, *Muestreo de Materiales Tratados con Cal*.

D.3.2.2. Por ningún motivo se permitirá la presencia de grumos o nódulos de cal, al momento de la compactación. Para verificar la ausencia de grumos o nódulos se volteará la mezcla con espátulas largas a intervalos uniformes. Cuando se aplique la cal en seco, en el mezclado inicial, se tendrá especial cuidado de no contaminar el entorno con polvo producto de la cal viva y del material fino.

E. ENVASADO Y ETIQUETADO

E.1. Si la cal para estabilizaciones se suministra en sacos, estos mostrarán, clara e indeleblemente:

- el nombre o denominación genérica del producto;

- la marca registrada;
- la razón social y el domicilio fiscal del fabricante;
- el nombre y la ubicación de la planta productora;
- la fecha de producción y el número de lote;
- el tipo de cal;
- el rombo de identificación y señalización de peligros y riesgos de las sustancias químicas peligrosas, de acuerdo con lo indicado en la norma oficial mexicana NOM-018-STPS-2000, *Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo*;
- el contenido neto en kilogramos de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-030-SCFI-2006, *Información Comercial-Declaración de Cantidad en la Etiqueta*;
- la tolerancia del contenido neto impreso, de acuerdo con la norma oficial mexicana NOM-002-SCFI-2011, *Productos Preenvasados-Contenido Neto, Tolerancias y Métodos de Verificación*;
- para la cal viva, la pureza de la cal indicando el contenido de óxido de calcio (CaO) y contenido de óxido de magnesio (MgO) en por ciento respecto de la masa contenida; y
- para la cal hidratada, la pureza de la cal indicando el contenido de hidróxido de calcio [Ca(OH)₂] en por ciento respecto de la masa contenida.

E.2. Si la cal para estabilizaciones se provee a granel o en envases de cualquier naturaleza cuyos contenidos pueden ser diversos, en la factura o remisión, así como en el certificado de calidad correspondiente a que se refiere la Cláusula G. de esta Norma, se asentará la información contenida en la Fracción anterior, indicando la cantidad suministrada en kilogramos o toneladas, según convenga.

F. ALMACENAMIENTO

Con el propósito de evitar la alteración de las características de la cal para estabilizaciones antes de su utilización en la obra, se tendrá

cuidado en su almacenamiento siguiendo en todo momento las recomendaciones para su manejo indicadas en la hoja de seguridad del producto, atendiendo además los siguientes aspectos:

F.1. SUMINISTRO EN SACOS O ENVASES

- F.1.1.** La cal para estabilizaciones se entregará y almacenará hasta su utilización en la obra, en los mismos sacos o envases cerrados en que fue expedida de fábrica. Podrán utilizarse para su envasado *supersacos*, es decir sacos cuyo contenido en masa sea mayor de quinientos (500) kilogramos.
- F.1.2.** El lugar de almacenamiento será un sitio ventilado y bajo cubierta, que reúna las condiciones necesarias para evitar que se alteren las propiedades de la cal, como un terreno natural bien drenado, con una cubierta con la pendiente e impermeabilidad que eviten filtraciones. El lugar de almacenamiento será lo suficientemente amplio para que los sacos o envases puedan colocarse con una separación del techo, del suelo y de las paredes, suficiente para protegerlos de la intemperie y de la humedad.
- F.1.3.** El almacenamiento se hará en lotes por separado, acomodados de forma que se permita el fácil acceso para la inspección, identificación y muestreo de cada uno. Los sacos se colocarán sobre tarimas, apilándolos hasta una altura no mayor de dos (2) metros, separados del suelo y de las paredes a no menos de diez (10) centímetros y remetidos con respecto a la cubierta, una distancia tal que evite que los moje la lluvia, que en ningún caso será menor de un (1) metro. Cuando el suministro se realice en *supersacos*, estos se colocarán sobre tarimas lo suficientemente resistentes para soportarlos y se cubrirán con una lona impermeable. Bajo ninguna circunstancia se podrá colocar un *supersaco* sobre otro.
- F.1.4.** Todo lote de cal para estabilizaciones que haya sido rechazado se marcará y se sacará del almacén, llevándolo fuera del área de la obra y asegurándose de que en ninguna forma pueda ser usado en la misma.

F.1.5. Cuando las necesidades del trabajo lo exijan, los sacos o envases que vayan a utilizarse el mismo día, pueden depositarse al aire libre y sobre un terreno bien drenado. En este caso, los sacos de cal para estabilizaciones se colocarán sobre tarimas, separados del suelo a no menos de diez (10) centímetros. Cuando amenace lluvia, los sacos se cubrirán con lonas u otras cubiertas impermeables.

F.2. SUMINISTRO A GRANEL

Si el suministro de la cal para estabilizaciones se realiza a granel, el almacenamiento se llevará a cabo en silos o recipientes que la aislen de la humedad y de la intemperie.

G. CRITERIOS PARA ACEPTACIÓN O RECHAZO

Para que la cal para estabilizaciones sea aceptada por la Secretaría, antes de su utilización, el Contratista de Obra o el proveedor cuando se trate de obras por administración directa, entregará a la Secretaría un certificado de calidad por cada lote o suministro, que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en la Fracción D.2., según el tipo de cal establecida en el proyecto, expedido por su propio laboratorio o por cualquier otro debidamente aprobado por la Secretaría. En cualquier momento la Secretaría puede verificar la calidad de la cal para estabilizaciones suministrada, en muestras obtenidas como se establece en el Manual M-MMP.4-02-001, *Muestreo de Cal para Estabilizaciones* y mediante los procedimientos de prueba contenidos en los Manuales que se señalan en la Cláusula C. de esta Norma. Será motivo de rechazo por parte de la Secretaría, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en esta Norma.

H. BIBLIOGRAFÍA

American Society for Testing and Materials (ASTM), C977- 10, *Standard Specification for Quicklime and Hydrated Lime for Soil Stabilization*, EUA (2010).

American Society for Testing and Materials (ASTM), C911-99e1, *Standard Specification for Quicklime, Hydrated Lime, and Limestone for Chemical Uses*, EUA (1999).

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS TÉCNICOS
AV. COYOACÁN 1895
COL. ACACIAS
CIUDAD DE MÉXICO, 03240
WWW.GOB.MX/SCT

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
NUEVA YORK 115, 4º PISO
COL. NÁPOLES
CIUDAD DE MÉXICO, 03810
WWW.IMT.MX
NORMAS@IMT.MX