LIBRO: MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES

PARTE: ***4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS***

TÍTULO: 02. Cal para Estabilizaciones

CAPÍTULO: *020. Criterios para el Diseño de Mezclas de Materiales Tratados con Cal*

A. CONTENIDO

Este Manual describe el procedimiento para el diseño de mezclas de materiales tratados con cal, que cumplan con los requisitos indicados en la Norma N·CMT·1·04, *Materiales Tratados con Cal para Terracerías*, o la Norma N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*, según sea el caso.

B. OBJETIVO

Obtener el proporcionamiento de los materiales de terracerías, revestimientos, subbases o bases y contenido óptimo de cal viva o hidratada a fin de modificar su comportamiento mecánico para su uso en capas de terracerías y pavimentos.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

C. REFERENCIAS

Es referencia de este Manual, la norma ASTM D5102-22, *Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures*, publicada por la American Society for Testing Materials, de los EUA, en el año 2022.

Además, este Manual se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Materiales Tratados con Cal para Terracerías	N·CMT·1·04
Materiales para Revestimiento	N·CMT·4·01
Materiales para Subbases	N·CMT·4·02·001
Materiales para Bases Tratadas	N·CMT·4·02·003
Cal para Estabilizaciones	N·CMT·4·03·001
Muestreo de Materiales para Terracerías	M·MMP·1·01
Prueba de Compactación Dinámica	M·MMP·1·09
Demanda Mínima de Cal para Materiales Tratados	M·MMP·4·02·018

D. CALIDAD DE LA CAL

Para la ejecución del diseño de mezclas de materiales con cal, se considera el uso de cal viva o cal hidratada, que cumpla con los requisitos de calidad que se establecen en la Norma N·CMT·4·03·001, *Cal para Estabilizaciones*.

E. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

E.1. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMO

E.1.1. Se toma una muestra del material sin tratar de acuerdo con lo establecido en el Manual M·MMP·1·01, *Muestreo de Materiales para Terracerías*, o mediante algún método de muestreo que permita seleccionar muestras representativas de los materiales para revestimientos, subbases y bases.

E.1.2. Se determina el contenido de agua óptimo de material sin tratar, de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·1·09, *Prueba de Compactación Dinámica*; si se trata de materiales para terracerías, mediante la prueba de compactación dinámica estándar, y si son materiales para base se empleará la prueba de compactación dinámica modificada, registrando el contenido de agua óptimo en por ciento.

E.2. DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÍNIMA DE CAL

Se calcula la demanda mínima de cal, de acuerdo con el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·4·02·018, *Demanda Mínima de Cal para Materiales Tratados*. El resultado obtenido se registra como la demanda de cal inicial, en por ciento.

E.3. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA DE PRUEBA

E.3.1 Se elabora una mezcla de aproximadamente 21 kg de material con el porcentaje de cal que corresponda a la demanda de cal inicial, en por ciento, determinada en la Fracción anterior, y un contenido de agua igual al óptimo, determinado en la Fracción E.1. de este Manual, más 3 puntos porcentuales en masa de agua; los materiales se incorporan hasta lograr una mezcla uniforme. El contenido de agua total se registra como el contenido de agua de diseño, en por ciento.

E.3.2. Se almacena la mezcla en un recipiente hermético de plástico que evite la pérdida de humedad, con la capacidad suficiente para contener la mezcla, dejándolo reposar por un periodo de 24 h.

E.4. ANÁLISIS DE LA MEZCLA DE PRUEBA

E.4.1. Materiales tratados para terracerías

E.4.1.1. Cuando los materiales tratados con cal se utilicen en terracerías, se comprobará que la mezcla de diseño cumpla con los requisitos de calidad establecidos en la Norma N·CMT·1·04, *Materiales Tratados con Cal para Terracerías*.

E.4.1.2. Si la mezcla de diseño tiene un Valor Soporte de California (CBR) mayor de 45 %, se podrá considerar su uso en capas de revestimientos o subbases, siempre que cumpla con los requisitos de calidad indicados en los Incisos E.4.2. o E.4.4. de este Manual, según sea el caso.

E.4.2. Materiales tratados para revestimientos

E.4.2.1. Cuando los materiales tratados con cal se utilicen en revestimientos, se comprueba que la mezcla de diseño cumpla con el límite líquido, el índice plástico, el equivalente de arena y el Valor de Soporte de California (CBR) indicados en la Norma N·CMT·4·01, *Materiales para Revestimiento*.

E.4.2.2. Se determinará la resistencia a la compresión simple no confinada de la mezcla de acuerdo con lo indicado en el procedimiento B establecido en la norma ASTM D5102-22, *Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures*, realizando un periodo de curado de los especímenes de prueba de 7 días a una temperatura de 23 ± 2 °C. La mezcla cumplirá con los valores mínimos indicados en la Tabla 1 de este Manual.

TABLA 1.- Resistencia a la compresión no confinada para revestimientos, subbases y bases

Capa	Resistencia a la compresión no confinada a 7 días de edad, en kg/cm^2, mínimo
Revestimiento	3,5
Subbase	4,2
Base	7,0

E.4.3. Materiales tratados para bases

E.4.3.1. Cuando los materiales tratados con cal se utilicen en bases, se comprueba que estos cumplan con los requisitos de calidad establecidos en la Norma N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*.

E.4.3.2. Se determinará la resistencia a la compresión simple no confinada de la mezcla de acuerdo con lo indicado en el procedimiento B establecido en la norma ASTM D5102-22, *Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures*, realizando un periodo de curado de los especímenes de prueba de 7 días a una temperatura de 23 ± 2 °C. La mezcla cumplirá con los valores mínimos indicados en la Tabla 1 de este Manual.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

E.4.4. Materiales tratados para subbases

E.4.4.1. Cuando los materiales tratados con cal se utilicen en subbases, se comprueba que la mezcla de prueba cumpla con el límite líquido, el índice plástico, el equivalente de arena, el Valor de Soporte de California (CBR) y el desgaste Los Ángeles indicados en la Norma N·CMT·4·02·001, *Materiales para Subbases*.

E.4.4.2. Se determinará la resistencia a la compresión simple no confinada de la mezcla de acuerdo con lo indicado en el procedimiento B establecido en la norma ASTM D5102-22, *Standard Test Methods for Unconfined Compressive Strength of Compacted Soil-Lime Mixtures*, realizando un periodo de curado de los especímenes de prueba de 7 días a una temperatura de 23 ± 2 °C. La mezcla cumplirá con los valores mínimos indicados en la Tabla 1 de este Manual.

E.5. Si alguno de los resultados de las pruebas de calidad no cumple con los requisitos correspondientes, se realiza un ajuste al proporcionamiento de la mezcla, incrementando el porcentaje de la demanda de cal inicial en un punto porcentual y se repite el procedimiento a partir de la Fracción E.3. de este Manual, hasta que la mezcla cumpla con los requisitos de calidad correspondientes o en el momento en el que, a juicio del responsable del diseño, la demanda de cal deje de ser una opción económicamente viable para tratar el material.

F. RESULTADOS

Se reportan los resultados obtenidos de las pruebas realizadas con los materiales tratados con cal, mediante un informe que contenga por lo menos:

- Los resultados de las pruebas realizadas a la mezcla.
- La demanda mínima de cal expresada como el proporcionamiento de la mezcla de diseño, en masa, respecto del material sin tratar.
- Tipo de material tratado.
- Tipo de cal empleada y el método para determinar la demanda mínima de cal.

G. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

Para evitar errores durante la ejecución del procedimiento de diseño, se observarán las siguientes precauciones:

G.1. Que todos los equipos que se utilicen durante el diseño se encuentren en buenas condiciones para la realización de las pruebas.

G.2. Que todos los materiales que se utilicen para realizar el diseño de materiales tratados con cal tengan las mismas características que los materiales que se utilizarán en obra.

COMUNICACIONES
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
Dirección General de Servicios Técnicos
Av. Coyoacán 1895
Col. Acacias, Benito Juárez, 03240
Ciudad de México
www.gob.mx/sct

INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
Km 12+000, Carretera Estatal No. 431
"El Colorado-Galindo", San Fandila,
Pedro Escobedo, 76703, Querétaro
https://normas.imt.mx
normas@imt.mx