

LIBRO: **MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES**

PARTE: **4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

TÍTULO: 07. Superficie de Rodadura

CAPÍTULO: 008. *Determinación de la Profundidad Media de la Macrotextura con Perfilómetro Láser*

A. CONTENIDO

Este Manual contiene el procedimiento para determinar, mediante el empleo de un perfilómetro láser, la profundidad media de la macrotextura de la superficie de un pavimento a la que se refiere la Norma N·CSV·CAR·1·03·006, *Determinación de la Macrotextura (MAC)*.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite obtener un perfil longitudinal o transversal del pavimento y determinar a partir de él la profundidad media de la macrotextura de un pavimento. La prueba consiste en medir las desviaciones de la superficie del pavimento que se obtienen al desplazar un perfilómetro láser, a lo largo de una franja de pavimento por estudiar.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con la Norma N·CSV·CAR·1·03·006, *Determinación de la Macrotextura (MAC)* y el Protocolo NMEA – 0183, de la *National Marine Electronics Association*.

D. DEFINICIÓN

D.1. PROFUNDIDAD MEDIA DE LA TEXTURA ESTIMADA (PMTE)

Estimación de la profundidad promedio (PMT), usando una transformación lineal de la profundidad media del perfil (PMP).

E. EQUIPO Y MATERIALES

Un perfilómetro láser consta de los siguientes elementos:

E.1. VEHÍCULO

El equipo de evaluación estará acoplado a un vehículo de tamaño adecuado de manera tal que sin sufrir modificaciones estructurales mayores permita acomodar el equipo. El motor, mecanismos de dirección y componentes de suspensión serán de manufactura reciente y mantendrán la velocidad y dirección sin cambios bruscos durante el recorrido.

E.2. SENSOR DE DESPLAZAMIENTO

Medirá la distancia entre el sensor y la superficie del pavimento. Registrará datos con una resolución de 0,1 mm.

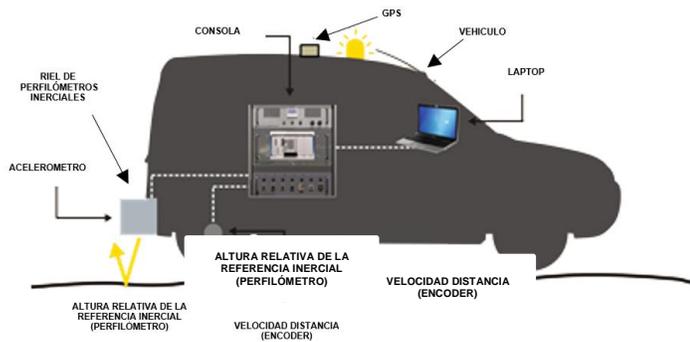


FIGURA 1.- Equipo Perfilómetro Láser

E.3. SENSOR DE DISTANCIA

Permite cuantificar la distancia recorrida por el vehículo. Será del tipo que produce una serie de pulsos o similar con una precisión menor de 0,1 % equivalente a una diferencia de ± 1 m/km para satisfacer los requerimientos.

E.4. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y PROCESO DE DATOS

Contará con un sistema para el registro y el almacenamiento a largo plazo de los datos del perfil evaluado. El sistema tendrá la capacidad para procesar los datos incluso a bordo del vehículo o para un procesamiento posterior.

E.5. INSTRUMENTO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

Ofrecerá una precisión mínima de ± 3 m en modalidad de navegación, y de ± 1 cm en modo estático. Satisfará el Protocolo NMEA - 0183.

El equipo tendrá capacidad para que los datos generados durante los recorridos ofrezcan el vínculo entre las coordenadas geográficas y UTM, *Universal Transverse Mercator*, así como la distancia longitudinal recorrida.

E.6. MATERIAL PARA CALIBRACIÓN

Superficies planas, bloques patrón y cualquier otro material necesario para la calibración de los sensores del equipo.

F. CALIBRACIÓN Y VALIDACIÓN

El equipo será calibrado al menos dos veces al año o cuando lo solicite la Secretaría y los registros que se generen serán conservados como evidencia de las calibraciones, entregando una copia a la Secretaría.

F.1. SENSOR DE DISTANCIA

Será calibrado siguiendo las instrucciones del fabricante. Los factores de calibración e información asociada como fecha y hora de calibración, será almacenada para las pruebas a realizar hasta que una nueva calibración de distancia sea realizada. La calibración se realizará siempre que el sensor de distancia sea ensamblado e inmediatamente después de cualquier cambio en las partes del vehículo que puedan interferir con la constante de calibración (ejemplo: cambio de neumáticos).

F.2. SENSOR DE DESPLAZAMIENTO

Será calibrado según las instrucciones del fabricante. Se calibrarán cuando se realice algún cambio o modificación a los sensores láser o cuando se modifique cualquier parte del vehículo y ésta pueda interferir con la calibración existente del sensor.

F.3. VALIDACIÓN

Una validación del sistema será llevada a cabo después de cada calibración. Los siguientes requisitos serán aplicados:

- Validación de distancia recorrida.
- Validación de la medición de la macrotextura.

G. PREPARACIÓN DEL EQUIPO

G.1. SISTEMA ELECTRÓNICO

Encienda el equipo electrónico y espere el tiempo especificado por el fabricante antes de iniciar la prueba de evaluación, con la finalidad de permitir que los componentes electrónicos se estabilicen y adquieran la temperatura óptima de trabajo.

G.2. PARÁMETROS DEL SISTEMA

Se ajustarán y configurarán los parámetros necesarios para la realización de la prueba.

G.3. VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN

Verificar la calibración al inicio de un día de operación y en cualquier otro momento que el operador sospeche que existen cambios en el desempeño del sistema. Se verificará utilizando el procedimiento indicado por el fabricante para comprobar que el sistema está operando adecuadamente.

H. PROCEDIMIENTO DE LA MEDICIÓN

Ingresar al sistema de registro la información y datos requeridos del tramo de prueba y de las condiciones en las cuales se desarrollará la evaluación.

Colocar marcas de referencia si el operador lo requiere para una mejor identificación del tramo, así como de puntos de interés a lo largo del tramo.

El operador del equipo seguirá las instrucciones del fabricante para el uso del equipo.

H.1. CONDICIONES DE EVALUACIÓN

No se realizará la evaluación durante periodos de lluvia o cuando la superficie del pavimento se encuentra húmeda.

H.2. MEDICIÓN EN TRAMO DE PRUEBA

H.2.1. Al menos 150 m antes del inicio del tramo de prueba, el operador cambiará el sistema al modo de prueba; asimismo, llevará el vehículo a la velocidad de medición, que oscila entre 60 y 100 km/h o la velocidad especificada para la evaluación.

H.2.2. Al inicio del tramo de prueba, el operador identificará el sitio donde comenzará el registro del perfil transversal. Esto puede hacerse ubicando el marcador de ubicación correspondiente o con los sistemas automatizados del propio equipo.

- H.2.3. El equipo registrará el perfil longitudinal o transversal en el carril a evaluar haciendo el recorrido con el vehículo al centro del carril, obteniendo las coordenadas geográficas y UTM del tramo a evaluar.
- H.2.4. Identificará y registrará otras características físicas o puntos de referencia conocidos en el tramo de prueba los cuales ayudarán a relacionar los datos calculados con los eventos ocurridos durante el trayecto.
- H.2.5. Identificará el final del tramo de prueba donde concluirá el registro de datos.

H.3. ADQUISICIÓN DE DATOS

- H.3.1. El operador verificará la existencia de los datos recolectados y registrará las notas pertinentes para que estos sean identificados.
- H.3.2. Identificará, como parte de los datos registrados, otras características físicas o puntos de referencia conocidos en el tramo de prueba los cuales ayudarán a relacionar las zonas en conflicto con el perfil calculado.

I. CÁLCULOS

I.1. PROFUNDIDAD MEDIA DEL PERFIL (PMP)

I.1.1. Valores atípicos

Las lecturas inválidas pueden ser causadas por caídas a consecuencia de depresiones superficiales profundas o de propiedades fotométricas locales de la superficie. Por esta razón, esas lecturas se eliminarán cuando su valor es más alto o más bajo que el rango del perfil circundante. El valor anulado de esa posición se sustituirá por un valor interpolado entre las posiciones anterior y posterior. Cuando la proporción de los valores atípicos excede el 10% de los datos registrados, se tendrá precaución en la interpretación de los datos y se reportará la proporción de las lecturas anuladas.

I.1.2. Segmentación del perfil

El perfil medido se dividirá en segmentos de 100 ± 2 mm para el análisis de los siguientes pasos de esta práctica como se muestra en la Figura 2.

I.1.3. Supresión de la pendiente

Se realizará una regresión lineal de los valores del perfil para cada segmento y la línea de regresión se restará de los valores del perfil del segmento. Esto producirá un segmento con una media de cero y suprimirá la pendiente del segmento, si la hubiera.

I.1.4. Determinación del pico

Cada segmento se dividirá posteriormente en dos longitudes iguales de 50 mm y se determinará el valor máximo del perfil para cada uno de los sub-segmentos de 50 mm.

Estos dos valores se promediarán aritméticamente para obtener la profundidad media de segmento.

Algunos dispositivos invierten el perfil de modo que es necesario asegurar que el perfil para el segmento analizado tenga los picos como aquellas asperezas con el valor positivo más alto.

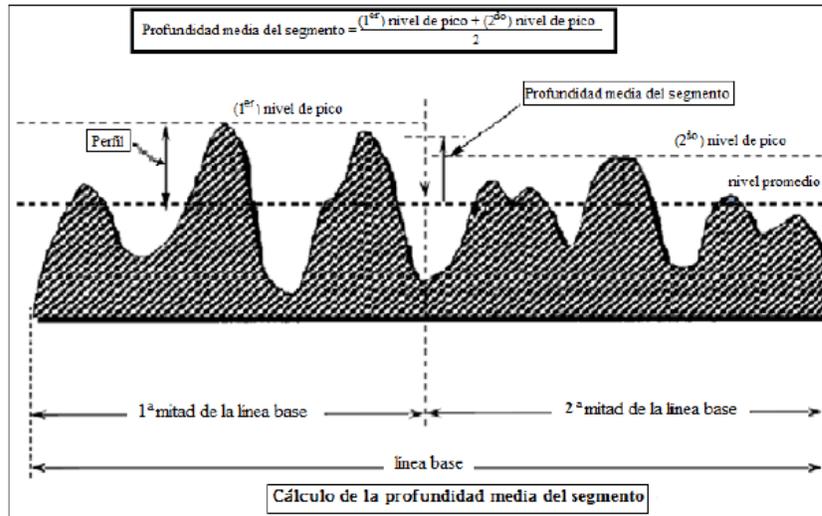


FIGURA 2.- Procedimiento para el cálculo de la profundidad media del segmento (ASTM E 1845-2009)

I.1.5. Determinación de PMP

Los valores promedios de las profundidades medias de segmento para todos los segmentos del perfil medido se promediarán para obtener la profundidad media del perfil (PMP).

J. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

El informe de resultados se elaborará de acuerdo con lo estipulado en la Norma N-CSV-CAR-1-03-006, *Determinación de la Macrotextura (MAC)*, en donde para cada tramo de prueba medido contará con los siguientes datos:

J.1. DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA

Se describirá el tipo de prueba que se realizó, junto con el modo de operar del equipo y método utilizado para el cálculo de resultados.

J.2. FECHA DE MEDICIÓN

Fecha en la cual se llevó a cabo la recolección de datos (dd/mm/aaaa).

J.3. UBICACIÓN

Definirá la localización del tramo a evaluar en un mapa con coordenadas geográficas. Se colocará el cadenamiento, carril y sentido.

J.4. DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE SUPERFICIE

Registrar anotaciones que puedan describir el tipo de superficie en la cual se desarrolla la evaluación.

J.5. DESCRIPCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN

Se reportará la contaminación en la superficie del pavimento como algún material o sustancia que no se puede evitar limpiando, incluyendo la humedad.

J.6. CONDICIÓN SUPERFICIAL

Se reportarán observaciones sobre la condición superficial tales como agrietamiento, baches, parches, entre otras.

J.7. IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO Y SUS OPERADORES

Se reportará el tipo de equipo de evaluación así como la identificación de los operadores.

J.8. FECHA DE CALIBRACIÓN

Se reportará la fecha en la cual se realizó la última calibración del equipo.

J.9. LONGITUD TOTAL DEL PERFIL Y NÚMERO DE SEGMENTOS ANALIZADOS

Se reportará la longitud total evaluada en kilómetros y el número de segmentos analizados para dicha longitud.

J.10. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN

Se reportarán los resultados a intervalos de 20, 100 y 1000 m, así como el promedio de cada segmento junto con las velocidades registradas.

J.11. REPORTE FOTOGRÁFICO

Se anexará un reporte fotográfico donde se muestre el principio y final del tramo, así como el equipo en funcionamiento.

K. BIBLIOGRAFÍA

Yager, T. J.y Buhlmann, F., *Macrotecture and Drainage Measurements on a Variety of Concrete and Asphalt Surfaces*, ASTM STP 763, ASTM, (1982).

American Concrete Paving Association, *Guideline for Texturing of Portland Cement Concrete Highway Pavements*, Technical Bulletin No. 19, (marzo 1975).

Hegmon, R. R.y Mizoguchi, M., *Pavement Texture Measurement by the Sand Patch and Outflow Meter Methods*, Automotive Safety Research Program, Report No. S40, Study No. 67-11, Pennsylvania State University, (enero 1970).

Dahir, S. H.y Lentz, H. J., *Laboratory Evaluation of Pavement Surface Texture Characteristics in Relation to Skid Resistance*, Federal Highway Administration Report No. FHWA-RD-75-60, (junio 1972).

Rose, J. G. et al., *Summary and Analysis of the Attributes of Methods of Surface Texture Measurements*, ASTM STP 53, ASTM, (junio 1972).

American Society for Testing and Materials (ASTM) E1845, *Standard Practice for Calculating Pavement Macrotecture Mean Profile Depth*.

AG:AM/T013, *Pavement surface texture measurement with a laser profilometer*.

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