

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

**PARTE: 4. MATERIALES PARA PAVIMENTOS**

**TÍTULO: 07. Superficie de Rodadura**

**CAPÍTULO: 014. Determinación de los Deterioros Superficiales del Pavimento  
con Equipo Escáner**

**A. CONTENIDO**

Este Manual describe el procedimiento para determinar mediante el empleo de un equipo escáner, los deterioros superficiales en el pavimento a los que se refiere la Norma N·CSV·CAR·1·03·008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*.

**B. OBJETIVO DE LA PRUEBA**

Esta prueba permite obtener las imágenes y el perfil transversal de la superficie del pavimento para a partir de ellas cuantificar, analizar y calificar los deterioros superficiales presentes en la superficie de un pavimento. La prueba consiste en desplazar el equipo escáner a lo largo de una franja de pavimento por estudiar.

**C. REFERENCIAS**

Este Manual se complementa con la Norma N·CSV·CAR·1·03·008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)* y el *Protocolo NMEA-01083, National Marine Electronics Association*.

**D. DEFINICIONES**

**D.1. REFERENCIA INERCIAL**

Línea base para el cálculo de las elevaciones, establecida mediante el uso de acelerómetros que captan el desplazamiento perpendicular a la superficie del equipo escáner durante las mediciones.

**E. EQUIPO**

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

Estará acoplado a un vehículo de tamaño adecuado de manera tal que permita acomodar el equipo como se muestra en la Figura 1.

El equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que duren las mediciones y será operado por personal capacitado.



FIGURA 1. - Equipo escáner

### E.1. VEHÍCULO

Contará con las características necesarias de potencia de motor y estabilidad para soportar el equipo escáner. El motor, mecanismos de dirección y componentes de suspensión serán los adecuados para lograr mantener la velocidad y dirección del vehículo sin cambios bruscos durante el recorrido. Se recomienda contar con sistema automático de velocidad de cruce para mantenerla constante durante la ejecución de la prueba.

### E.2. ESCANER 3D

Proyectores de alta potencia con una resolución de mínima de 1 mm de resolución transversal, 0,25 mm de resolución vertical y una precisión vertical de 0,5 mm, cuenta con filtros personalizados y una cámara como detector con 4 000 píxeles o una configuración opcional de 8 000 píxeles. Los proyectores emiten una luz sobre la superficie del pavimento facilitando la captura de las imágenes en tiempo real de la superficie escaneada.

Será capaz de grabar, registrar y clasificar las diversas grietas, deformaciones e imperfecciones encontradas durante el recorrido en el tramo de prueba, clasificando los deterioros, determinando su gravedad y calculando el área de cada deterioro.

### E.3. INSTRUMENTO DE POSICIONAMIENTO GLOBAL (GPS)

Tendrá una precisión mínima de  $\pm 3$  m en modalidad de navegación, y de  $\pm 1$  cm en modo estático. Cumplirá con el Protocolo NMEA – 0183 de la *National Marine Electronics Association*.

El equipo tendrá la capacidad para generar los datos durante los recorridos en coordenadas geográficas o UTM, *Universal Transverse Mercator*, así como la distancia longitudinal recorrida.

### E.4. SENSOR DE DISTANCIA

Permite cuantificar la distancia recorrida por el vehículo de evaluación. Se puede usar cualquier sensor de distancia que produzca una señal digital o analógica con una precisión menor de 0.1 % equivalente a una diferencia de  $\pm 1$ m/km.

### E.5. MARCADORES DE UBICACIÓN

El inicio y fin de tramo, serán identificados con marcas de localización que puedan ser detectadas con medios automáticos o de manera visual por el operador del equipo. Ejemplo de ello son la

detección magnética, detección de cinta reflejante con fotoceldas, marcas de pintura y referencias físicas.

#### **E.6. VELOCÍMETRO**

Dispositivo que muestra la velocidad del vehículo durante el movimiento del mismo. El velocímetro ayudará al conductor a mantener la velocidad durante el proceso de medición.

#### **E.7. PANTALLA**

El equipo tendrá una pantalla que permita el monitoreo visual de los resultados del sistema. La pantalla mostrará los datos en función del tiempo o de la distancia recorrida.

#### **E.8. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO Y PROCESO DE INFORMACIÓN**

Se contará con un sistema para el registro y el almacenamiento a largo plazo de los datos de los deterioros encontrados. El sistema tendrá la capacidad de reproducción para un procesamiento adicional a bordo o para un procesamiento posterior. Se recomienda que tenga como mínimo las siguientes capacidades: procesador Intel® Core i3 a 1.3 GHz, Memoria RAM de 4 GB y disco duro de 500 GB a 7200 rpm.

#### **E.9. MARCADOR DE EVENTO**

El operador contará con las herramientas necesarias para marcar la localización de eventos como parte de la recolección de datos. El sistema puede utilizar un sensor (opcional) para detectar y registrar automáticamente los marcadores de ubicación que se han colocado en la superficie recorrida

### **F. CALIBRACIÓN**

El equipo, sistema y componentes serán calibrados periódicamente de acuerdo con las indicaciones del fabricante o al reemplazar, reparar o realizar alguna modificación importante que pueda afectar la calibración del dispositivo.

Se recomienda que el proceso de calibración se automatice para reducir el riesgo de error humano. 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.

### **G. PREPARACIÓN DEL EQUIPO**

#### **G.1. SISTEMA ELECTRÓNICO**

Encender el equipo electrónico y esperar 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**

Seleccionar y configurar los parámetros del sistema necesarios para la realización de la prueba.

#### **G.3. VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN**

Realizar la verificación de 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 desde la última calibración.

Verifique la calibración utilizando el procedimiento indicado por el fabricante para comprobar que el sistema está operando adecuadamente.

## H. PROCEDIMIENTO DE LA MEDICIÓN

Ingresar los datos requeridos del tramo de prueba y las condiciones en las cuales se desarrollará la evaluación.

- H.1. Al menos 150 m antes del inicio del tramo de prueba cambiará el sistema al modo de prueba, así mismo, conseguirá la velocidad de medición, que oscila entre 60 y 100 km/h o dependiendo de los requerimientos de la evaluación y requerimientos del equipo.
- H.2. El inicio del tramo evaluado, el operador lo identificará manualmente como parte de los datos registrados, e iniciará el registro de imágenes. Esto puede hacerse automáticamente con un marcador de evento.
- H.3. El operador recorrerá el carril de prueba tan cerca como sea posible a la huella establecida por el tránsito.
- H.4. El personal responsable de la medición observará y verificará que los deterioros observados concuerden con lo registrado por el equipo.
- H.5. Identificar, 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 imágenes del carril con el recorrido.
- H.6. Terminar el recorrido y la toma de datos al final del tramo evaluado.

## I. CÁLCULOS Y RESULTADOS

### I.1. CUANTIFICACIÓN DE DETERIOROS

- I.1.1. Los deterioros se pueden clasificar y cuantificar por separado con ayuda de algoritmos de reconocimiento de patrones de cada una de las imágenes o mediante la visualización de cada imagen utilizando otra herramienta que se tendrá que especificar en el informe de resultados. Teniendo en cuenta los parámetros que indica la Norma N-CSV-CAR-1-03-008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*.

### I.2. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### I.2.1. Informe de los trabajos

Se entregará un informe conciso, integrado por los conceptos que se indican a continuación:

##### I.2.1.1. Identificación del tramo

- Nombre y clave de la carretera a la que pertenece el tramo, los cuales serán congruentes con la nomenclatura emitida por la Secretaría a través de la Dirección General de Servicios Técnicos.
- Origen y destino, referenciados mediante la información que se estipula en la Fracción E.1. de la Norma N-CSV-CAR-1-03-008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*.

##### I.2.1.2. Características generales del tramo

- Longitud total
- Tipo de pavimento existente, indicando las variaciones detectadas durante la medición

- Número de carriles por sentido de circulación, señalando los cambios de configuración de la calzada observados

**I.2.1.3. Descripción general de los trabajos efectuados**

- Características del equipo de medición utilizado, incluyendo la información sobre su calibración
- Detalles del procedimiento de medición utilizado
- Relación de cualquier situación adversa que se hubiere presentado durante la ejecución de los trabajos, puntualizando el impacto de tales situaciones sobre los resultados del estudio
- Nombre del operador
- Número de serie del equipo

**I.2.1.4. Resumen de resultados: estudios de evaluación**

En los trabajos de evaluación según se indica en la Fracción B.7. de la Norma N-CSV-CAR-1-03-008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*, el resumen de resultados se integrará con los productos que se indican a continuación, los cuales se elaborarán para cada segmento de medición según se define en la Fracción B.9. de la Norma N-CSV-CAR-1-03-008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*.

- Larguillo de deterioros con la información agregada por kilómetro, utilizando como abscisas los puntos medios de cada segmento de un (1) kilómetro y en la ordenada el Porcentaje de Área Agrietada. En este gráfico, se indicarán los rangos que delimitan la condición física a la que se hace referencia en la Fracción B.10. de la Norma N-CSV-CAR-1-03-008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*, como se muestra en la Figura 2.

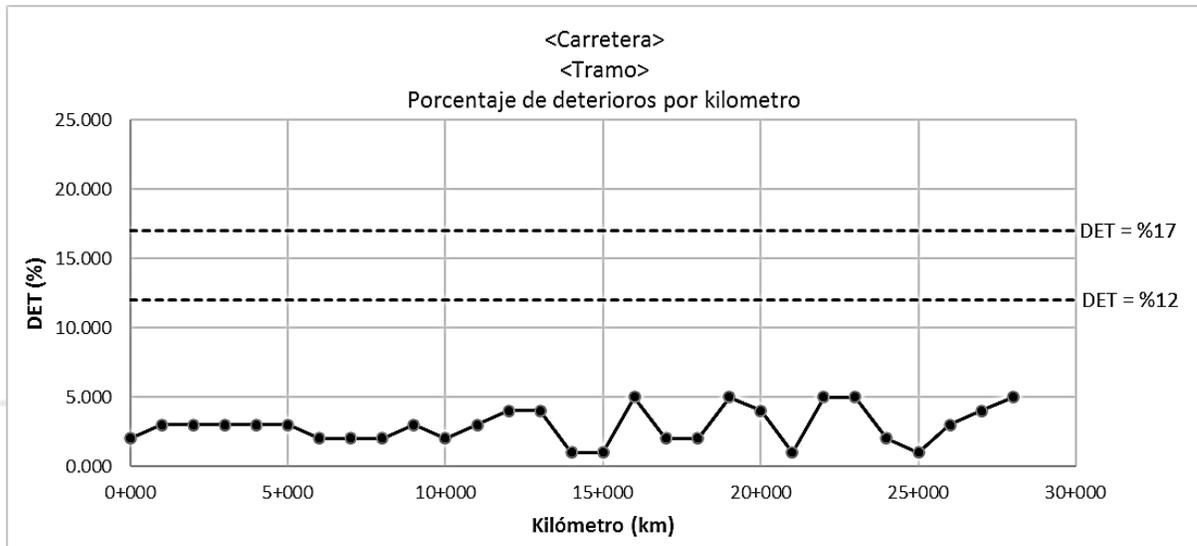


FIGURA 2.- Larguillo de deterioros por kilómetro

- Representación geográfica de los valores de deterioros representativos por segmento de acuerdo a la clasificación de la Tabla 8 de la Norma N-CSV-CAR-1-03-008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*. La capa base del tramo sobre la que se representarán los valores obtenidos, se construirá con información del Instituto Nacional de Estadística y Geografía, o bien con los datos que provea la contratista siempre y cuando la información se encuentre actualizada.

- Comparación de los valores de deterioros por kilómetro con los del año inmediato anterior, la cual irá acompañada de una valoración general que explique, a satisfacción de la Secretaría, las causas de los posibles cambios observados.

#### **I.2.1.5. Resumen de resultados de validación**

En los trabajos de validación, el resumen de resultados comprenderá los conceptos que se indican a continuación:

- Descripción general del tramo evaluado
- Información teórica relativa a la medición de los deterioros
- Descripción genérica de los equipos para la medición de los deterioros
- Tabla comparativa de resultados
- Coeficiente de correlación de los valores obtenidos con cada equipo.
- Conclusiones del proceso de validación

#### **I.2.2. Anexos**

En los trabajos de validación, el resumen de resultados comprenderá los conceptos que se indican a continuación:

##### **I.2.2.1. Anexo “A”: Bitácora del servicio**

Reproducción en formato electrónico de la bitácora del servicio a la que se refiere la Fracción D.5. de la Norma N-CSV-CAR-1-03-008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*.

##### **I.2.2.2. Anexo “B”: Base de datos**

Base de datos en hoja de cálculo con los valores obtenidos en campo para cada tramo carretero o segmento, que contenga la siguiente información:

- Nombre de la carretera a la que pertenece el tramo evaluado, según la nomenclatura emitida por la Secretaría a través de la Dirección General de Servicios Técnicos
- Sentido de circulación, de acuerdo con la nomenclatura especificada en la Fracción D.4. de la Norma N-CSV-CAR-1-03-008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*
- Carril evaluado, de acuerdo con la misma nomenclatura
- kilómetros inicial y final del segmento o tramo
- Cantidad de deterioros por nivel de severidad
- Coordenadas geográficas de inicio y fin del segmento o tramo

##### **I.2.2.3. Anexo “C”: Reporte de datos procesados**

Los informes relativos a los trabajos de evaluación, incorporarán un anexo con los valores procesados de las mediciones, almacenados en hojas de cálculo. Se presentará la información por cada kilómetro y segmento evaluado, se incluirán los elementos que se describen a continuación:

- Nombre de la carretera a la que pertenece el tramo o segmento evaluado, según la nomenclatura emitida por la Secretaría a través de la Dirección General de Servicios Técnicos
- Sentido de circulación, de acuerdo con la nomenclatura especificada en la Fracción D.4. de la Norma N-CSV-CAR-1-03-008, *Determinación de los Deterioros Superficiales de los Pavimentos (DET)*
- Carril evaluado, de acuerdo con la misma nomenclatura
- Kilómetros inicial y final del segmento de medición

- Tabla resumen de los deterioros por nivel de severidad

#### I.2.2.4. Anexo “D”: Resumen fotográfico

Conjunto de fotografías con resolución de al menos 46,5 pixeles por cm<sup>2</sup> (300 ppp<sup>2</sup>) y formato “JPG”

El conjunto de imágenes constituirá una secuencia fotográfica que muestre, entre otros aspectos, el vehículo de medición, su equipamiento externo e interno, las características más relevantes del tramo a lo largo del recorrido y ejemplos representativos de los deterioros encontrados.

### J. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

#### J.1. REGISTRO DE DATOS

Revisar las imágenes obtenidas al finalizar cada medición, en caso de encontrar alguna inconsistencia repetir la medición o aclarar el error.

#### J.2. NOMENCLATURA DEFINIDA

Se recomienda usar una nomenclatura predeterminada para asignar nombre a los datos recolectados, así como anotaciones generales que ayuden a identificar la procedencia de la información y las condiciones en las cuales se realizó dicha recolección de datos.

### K. BIBLIOGRAFÍA

Pavement Distress Identification Manual NPS Road Inventory Program Cycle 4, (2006-2009). Federal Highway Administration, EUA.

Habel, R. Laurent, J. Francois and Fox R. Use of 3D Scanning Technology for Automated Inspection of Multi-modal Transportation Infrastructure. Pavemetrics Systems Inc.

Porras, H.; Castañeda, E. A. Detección automática de grietas de pavimento asfáltico aplicando características geométricas y descriptores de forma”. Revista INGE CUC. Octubre 2012.

ASTM International, E 867-06 (2012), *Terminology Relating to Traveled Surface Characteristics*, EUA.

SCT  
SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

# 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](http://WWW.GOB.MX/SCT)