

MEDIDA DE LA REGULARIDAD SUPERFICIAL DE UN PAVIMENTO EMPLEANDO UN PERFILÓMETRO PIVOTANTE DE ALTA PRECISIÓN

INV E – 814 – 13

1 OBJETO

- 1.1 Esta norma describe la obtención de perfiles en calles y carreteras utilizando un perfilómetro pivotante de alta precisión con una distancia fija entre sus puntos de contacto con la superficie.

2 RESUMEN DEL MÉTODO

- 2.1 Un perfilómetro pivotante de manejo manual, que se apoya sobre dos patas, mide y registra las diferencias de cota entre dos puntos sucesivos, separados por una distancia fija, a medida se hace avanzar mediante giros de 180° sobre la superficie que se está evaluando.

3 IMPORTANCIA Y USO

- 3.1 Con las medidas realizadas de acuerdo con esta norma, se pueden obtener perfiles de líneas cuya traza haya sido marcada previamente sobre el pavimento. A partir de los perfiles se puede determinar el índice de rugosidad superficial del pavimento (IRI).

4 EQUIPO Y MATERIALES

- 4.1 *Perfilómetro pivotante de alta precisión* – Consiste en una carcasa o caja en cuyo interior va situado un inclinómetro con su correspondiente equipo electrónico y las baterías que suministran la energía al sistema. El aparato mide la diferencia de cotas entre dos puntos separados por una distancia fija, que es la que existe entre sus dos puntos de contacto con el pavimento. En la parte superior de la caja existen dos pantallas electrónicas, una a cada lado, que muestran la diferencia de cotas que se obtiene en cada momento.

- 4.1.1** La carcasa tiene en su parte inferior dos patas que constituyen sus puntos de apoyo sobre la superficie del pavimento. La unión de las patas a la carcasa es del tipo rótula, permitiendo el giro del conjunto sobre cada una de ellas. Estas patas consisten en placas circulares con superficies de alto rozamiento. La distancia entre los centros de las patas es de 25 cm. A la parte superior de la carcasa va sujeto un mango bastón que permite el manejo del aparato. Sujeta a dicho bastón y en conexión con la carcasa, va un computador portátil que almacena y procesa los datos tomados por el equipo.
- 4.2** *Material auxiliar* – Cinta métrica, cordel para marcar líneas rectas sobre el pavimento, tiza, computador para efectuar los cálculos del perfil, y programas informáticos para obtener un perfil a partir de las diferencias de cotas medidas por el perfilómetro.

5 PROCEDIMIENTO

- 5.1** *Modos de actuación* – Existen tres modos de efectuar el ensayo:

- 5.1.1** Tomando los datos a lo largo de una línea abierta, es decir cuyo punto final es distinto que el inicial, en la que no se conocen las cotas de sus extremos. En este caso, no se puede calcular el error acumulado en la medición.
- 5.1.2** Tomando los datos a lo largo de una línea abierta, en la que se conocen las cotas de sus extremos. En este caso, sí se puede calcular el error acumulado.
- 5.1.3** Tomando los datos a lo largo de una línea cerrada, es decir, en la que coinciden el punto inicial y el final. En este caso, también se puede calcular el error acumulado a lo largo de la línea.

Nota 1: Cuando se realice el ensayo a lo largo de una línea cerrada, conviene disponer el tramo inicial sobre una de las huellas de la circulación vehicular y el tramo de retorno sobre la huella contigua, para poder disponer así del perfil de ambas huellas.

- 5.2** *Marca de líneas sobre el pavimento:*

- 5.2.1** Antes de efectuar la medición, se deben marcar sobre la superficie de ensayo las líneas cuyo perfil se desea obtener. Estas líneas se podrán pintar con tiza, señalarse extendiendo un cordel tenso a lo largo de la línea de medida, o mediante cualquier otro procedimiento adecuado.

- 5.2.2** Si se desea conocer el error acumulado en la medición, se marcarán líneas cerradas sobre la superficie del pavimento. Para conseguir que el punto final coincida exactamente con el inicial, se trazará una circunferencia con centro en el punto inicial y radio igual a la distancia fija de separación entre las patas del equipo. En el penúltimo paso, se hará que la pata delantera pise dicha circunferencia, con lo que en el siguiente paso se conseguirá el objetivo perseguido.
- 5.3** *Puesta en marcha* – Conviene que el sistema funcione durante unos 4 minutos antes de comenzar a tomar datos o poner el equipo en ceros.
- 5.4** *Puesta en ceros* – Cada vez que se vaya a utilizar el equipo, se deberá realizar su puesta en ceros. El objeto de ello es ajustarlo de manera que proporcione idénticas diferencias de cotas entre dos puntos en una determinada posición, y en otra obtenida intercambiando las dos patas mediante un giro de 180°.
- 5.5** *Toma de datos:*
- 5.5.1** Colocado el aparato con una de sus patas sobre el punto inicial y la otra sobre la línea cuyo perfil se desea obtener, se obtendrá el primer dato de diferencia de cotas entre los dos puntos de contacto con la superficie. A continuación, se gira el aparato 180° alrededor de la pata delantera, de tal manera que la otra pase a ser la nueva pata delantera, y se va repitiendo el giro sucesivamente. De esta forma, se va moviendo el aparato a lo largo de la línea previamente marcada sobre el pavimento.
- 5.5.2** Los datos se van almacenando en el computador portátil. En el caso de carecer de este elemento, los datos se van leyendo en la ventana superior delantera de la carcasa y anotando a mano en una hoja o grabando a través de la voz en una cinta magnética.
- 5.5.3** Los datos se pueden tomar de dos formas distintas:
- 5.5.3.1** *Automáticamente* – El propio aparato determina cuál es el momento de efectuar la lectura del dato o diferencia de cotas, sin intervención del operador.
- 5.5.3.2** *Semiautomáticamente* – En esta modalidad existe un disparador que, pulsado por el operador, acelera la lectura del dato correspondiente.

5.6 Cálculo de las cotas del perfil:

- 5.6.1** La cota del punto inicial puede ser conocida o asignársele un valor arbitrario. A continuación, se van sumando ordenadamente las diferencias de cotas tomadas por el aparato, para obtener todas las cotas del perfil correspondiente a la línea ensayada.
- 5.6.2** En los modos de actuación 5.1.2 y 5.1.3 se puede calcular el error de cierre, restando la cota del punto inicial de la del punto final. Asumiendo que el error se debe a múltiples errores sistemáticos, iguales en cada paso de medida, se divide proporcionalmente el error de cierre por el número de pasos, para obtener el error producido en cada una de las lecturas. Restando, a continuación, este último error de todas las cotas, exceptuando la del punto inicial, se obtienen las cotas corregidas.

Nota 2: Cabe señalar que cuando se gira el perfilómetro para tomar el siguiente dato, se produce un error debido a la interacción entre las patas del perfilómetro y el pavimento. Este fenómeno se debe al hecho de que el aparato gira siempre alrededor de la pata que queda en posición atrasada cuando se toma el dato. La superficie de contacto de dicha pata se acomoda al pavimento antes de que se tome el dato, lo que no ocurre con la pata que ocupa la posición delantera. El resultado es un error positivo en cada paso, lo cual produce un perfil situado por encima del perfil real. Dicho error es del orden de 0.025 mm a 0.05 mm en cada paso, y aunque produce un efecto acumulativo en las cotas del perfil, no influye en el cálculo de su regularidad.

6 INFORME

- 6.1** Las cotas se informarán con una aproximación de 0.1 mm. Dado que los intervalos entre puntos son constantes e iguales a la separación de las patas del perfilómetro, para la definición del perfil bastará con dar las cotas de cada punto en su orden secuencial, empezando en el punto inicial y terminando en el punto final.
- 6.2** Se deberá indicar cuál de los modos citados en el numeral 5.1 fue el utilizado.
- 6.3** Una vez obtenido el perfil deseado, aplicando los algoritmos correspondientes se pueden calcular índices de evaluación de la regularidad superficial. En el caso concreto de desear obtener el índice de rugosidad internacional (IRI), se puede aplicar la norma INV E-794 u otro programa de cómputo apropiado.

7 PRECISIÓN Y SESGO

- 7.1** *Precisión* – La resolución del perfilómetro será de 0.1 mm. Colocado el perfilómetro sobre una superficie de control, y repetida la medida en la misma posición, la desviación estándar de las medidas deberá ser menor de 0.1 mm.
- 7.2** *Sesgo* – Colocado el perfilómetro sobre una superficie de control, y repetida la medida en la misma posición, la diferencia entre el valor correcto de la medida y la media de todas las medidas deberá ser menor de 0.1 mm.

8 NORMAS DE REFERENCIA

NLT 331– 98