

LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN
TEMA: CAR. Carreteras
PARTE: 1. **CONCEPTOS DE OBRA**
TÍTULO: 04. Pavimentos
CAPÍTULO: 007. *Carpetas Asfálticas con Mezcla en Frío*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío, para pavimentos de carreteras de nueva construcción.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Las carpetas asfálticas con mezcla en frío, son aquellas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y un material asfáltico, modificado o no, que puede ser rebajado con solventes o en emulsión. Según su función y su composición granulométrica, las carpetas asfálticas con mezcla en frío pueden ser:

B.1. CARPETAS DE MEZCLA ASFÁLTICA

Las carpetas de mezcla asfáltica se construyen para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Cuando son de un espesor igual a cuatro (4) centímetros o mayor, tienen además la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento. Están constituidas por una mezcla en frío de materiales pétreos, generalmente de granulometría densa y un producto asfáltico, que puede ser una emulsión o un rebajado.

B.2. CARPETAS DE MORTERO ASFÁLTICO

Las carpetas de mortero asfáltico no tienen función estructural y se construyen para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Están constituidas por una mezcla en frío de materiales pétreos de granulometría fina y emulsión asfáltica o un asfalto rebajado.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las normas E.670 *Standard Test for Side Force Friction on Paved Surfaces Using the Mu-Meter* y E.1274, *Standard Test for Measuring Pavement Roughness Using a Profilograph*, publicadas por la *American Society for Testing and Materials* (ASTM).

Además, esta Norma se complementa con los siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N-LEG-3
Riegos de Impregnación	N-CTR-CAR-1-04-004
Riegos de Liga	N-CTR-CAR-1-04-005
Carpetas por el Sistema de Riegos	N-CTR-CAR-1-04-008
Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas	N-CMT-4-04
Calidad de Materiales Asfálticos	N-CMT-4-05-001
Calidad de Materiales Asfálticos Modificados	N-CMT-4-05-002
Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras ...	N-CMT-4-05-003
Criterios Estadísticos de Muestreo	M-CAL-1-02

D. MATERIALES

D.1. Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío, cumplirán con lo establecido en las Normas N-CMT-4-04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, N-CMT-4-05-002, *Calidad de Materiales Asfálticos Modificados* y N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

- D.2.** Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales pétreos, del material asfáltico o de la interacción entre ambos utilizando aditivos, éstos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Secretaría. Si el Contratista de Obra propone la utilización de aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que los justifique, sometiéndolo a la consideración de la Secretaría para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener como mínimo, las especificaciones y los resultados de las pruebas de calidad, así como los procedimientos para el manejo, uso y aplicación de los aditivos.
- D.3.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción D.1. de esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.4.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra las corrija o los remplace por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E. EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme al programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo remplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E.1. PLANTA DE MEZCLADO

Contará como mínimo con:

- E.1.1.** Cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en tres (3) tamaños, con capacidad suficiente para mantener siempre en las tolvas material pétreo disponible para la mezcla.
- E.1.2.** Tolvas para almacenar el material pétreo, protegidas de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos durante quince (15) minutos sin ser alimentadas, y divididas en compartimentos para almacenar los materiales pétreos por tamaños.
- E.1.3.** Dispositivos para dosificar los materiales pétreos por masa, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Secretaría, por volumen y que permitan un fácil ajuste de la dosificación de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.
- E.1.4.** Dispositivos para dosificar el cemento asfáltico, con una aproximación de más menos dos (± 2) por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento de la mezcla.
- E.1.5.** Mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.
- E.1.6.** Recolector de polvo.
- E.1.7.** Dispositivo para agregar finos.

E.2. PAVIMENTADORAS

Autopropulsadas, capaces de esparcir y precompactar la capa de carpeta que se tienda, con el ancho, sección y espesor establecidos en el proyecto, incluyendo los acotamientos y zonas similares. Estarán equipadas con los dispositivos necesarios para un adecuado tendido de la carpeta asfáltica, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal y proporcionar una textura lisa y uniforme, sin protuberancias o canalizaciones; una tolva receptora de la mezcla asfáltica con capacidad para asegurar un tendido homogéneo, equipada con un sistema de distribución mediante el cual se reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador; y sensores de control automático de niveles.

Los dispositivos externos que se utilicen como referencia de nivel para los sensores de niveles, estarán colocados en zonas limpias de piedras, basura o cualquier otra obstrucción que afecte las lecturas. Si durante la ejecución de los trabajos, los controles automáticos operan deficientemente, la Secretaría, a su juicio, podrá permitir al Contratista de Obra terminar el tendido del día, mediante el uso del control manual de la pavimentadora; sin embargo, el tendido se podrá reiniciar sólo cuando los controles automáticos funcionen adecuadamente.

Es recomendable contar además, con un equipo especial para verter la mezcla asfáltica a la pavimentadora, evitando que el camión vacíe directamente a las tolvas de la misma, mejorando así la uniformidad superficial de la carpeta.

E.3. MEZCLADORAS/EXTENDEADORAS MÓVILES

Contarán con:

- E.3.1.** Tolva capaz de recibir los materiales pétreos directamente de los camiones.
- E.3.2.** Depósitos para el material fino (filler), el material asfáltico, los aditivos y el agua.
- E.3.3.** Dispositivos para la dosificación de los materiales. La bomba de presión, así como los dispositivos de medición del material pétreo y del material asfáltico, estarán calibrados adecuadamente y serán revisados periódicamente para que el mortero se elabore con la dosificación adecuada, según la Fracción G.2. de esta Norma.
- E.3.4.** Cámara mezcladora que asegure la correcta incorporación de los materiales para producir un mortero uniforme, que cuente con una compuerta para el control de la descarga. El mecanismo de mezclado será examinado diariamente para detectar desgastes excesivos o un funcionamiento defectuoso.
- E.3.5.** Barra rociadora para humedecer la superficie por cubrir.
- E.3.6.** Distribuidor que asegure un flujo continuo y un extendido uniforme en todo el ancho de aplicación.

E.4. COMPACTADORES**E.4.1. Compactadores de rodillos metálicos**

Autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos. Pueden ser de tres (3) rodillos metálicos en dos (2) ejes, o de dos (2) o tres (3) ejes con rodillos en tándem, con diámetro mínimo de un (1) metro (40 in), en todos los casos.

E.4.2. Compactadores neumáticos

Remolcados o autopropulsados. Tendrán nueve (9) ruedas como mínimo, de igual tamaño, montadas sobre dos ejes unidos a un chasis rígido, equipado con una plataforma o cuerpo que pueda ser lastrado, de forma que la masa total del compactador se distribuya uniformemente en ellas, dispuestas de manera que las llantas del eje trasero cubran, en una pasada, el espacio completo entre las llantas adyacentes en el eje delantero. Las llantas serán lisas, con tamaño mínimo de 7.50-15 de cuatro (4) capas e infladas uniformemente a la presión recomendada por el fabricante, con una tolerancia máxima de treinta y cuatro coma cinco (34,5) kilopascales (5 lb/in²).

E.5. BARREDORAS MECÁNICAS

Autopropulsadas o remolcadas. Tendrán una escoba rotatoria con el tipo de cerdas adecuadas según el material por remover y la superficie por barrer.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas N-CMT-4-04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, N-CMT-4-05-002, *Calidad de Materiales Asfálticos Modificados* y N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

- F.1.** El transporte de la mezcla elaborada en planta, se hará siempre sobre superficies pavimentadas.
- F.2.** La distancia del transporte será de sesenta (60) kilómetros como máximo, la que se reducirá un diez (10) por ciento por cada grado de pendiente ascendente, medida como el desnivel entre la planta de mezclado y el punto de tiro, dividido entre la longitud de transporte.

G. EJECUCIÓN

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

- G.2.1.** Los materiales pétreos, asfálticos y aditivos que se empleen en la elaboración de las carpetas asfálticas con mezcla en frío, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir una mezcla o mortero asfáltico homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- G.2.2.** El proporcionamiento se determinará mediante un diseño de mezclas asfálticas en frío, para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. Este diseño será responsabilidad del Contratista de Obra.
- G.2.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, con las dosificaciones de los distintos tipos de materiales pétreos, asfálticos y aditivos utilizados en la elaboración de la carpeta asfáltica con mezcla en frío, no se obtiene una mezcla o un mortero con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán

mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas asfálticas con mezcla en frío:

- G.3.1.** Sobre superficies con agua libre o encharcada.
- G.3.2.** Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- G.3.3.** Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas esté por debajo de los cuatro (4) grados Celsius.
- G.3.4.** Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los cuatro (4) grados Celsius. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.

G.4. TRABAJOS PREVIOS

- G.4.1.** Inmediatamente antes de iniciar la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en frío, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.
- G.4.2.** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, cuando la carpeta se construya sobre una base, ésta debe estar impregnada de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-004, *Riegos de Impregnación*. Es responsabilidad del Contratista de Obra establecer el lapso entre la impregnación y el inicio de la construcción de la carpeta.
- G.4.3.** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, inmediatamente antes de iniciar el tendido de la carpeta, se aplicará un riego de liga en toda la superficie, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-005, *Riegos de Liga*.
- G.4.4.** Los acarrees de la mezcla hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la carpeta, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por

consecuencia, su deterioro. No se permitirá que los camiones que transportan la mezcla asfáltica, hagan maniobras que puedan distorsionar, disgregar u ondular las orillas de una capa recién tendida. En el caso de que por algún motivo esta situación llegue a suceder, el Contratista de Obra reparará inmediatamente los daños causados, por su cuenta y costo.

G.5. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA O DEL MORTERO

- G.5.1.** El procedimiento que se utilice para la elaboración de la mezcla o del mortero, es responsabilidad del Contratista de Obra, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que la mezcla o el mortero cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría y atenderá lo indicado en la Norma N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*.
- G.5.2.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, la calidad de la mezcla o del mortero asfáltico, difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista de Obra la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.
- G.5.3.** Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de mezcla a otro, hasta que la planta haya sido vaciada completamente y los depósitos de alimentación del material pétreo sean cargados con el nuevo material.

G.6. TRAMO DE PRUEBA

Sobre la superficie donde se construirá la carpeta asfáltica con mezcla en frío, el Contratista de Obra ejecutará previamente un tramo de prueba con una longitud de cuatrocientos (400) metros, con la finalidad de evaluar el procedimiento y los equipos que se utilizarán, considerando que:

- G.6.1.** La construcción del tramo de prueba se hará cumpliendo con todo lo establecido en esta Norma.
- G.6.2.** Una vez compactada la carpeta del tramo de prueba, se verificará que cumpla con lo establecido en la Cláusula H. de

esta Norma. En caso negativo, el Contratista de Obra construirá el número de tramos de prueba necesarios hasta que cumpla con lo indicado en dicha Cláusula.

- G.6.3.** Si el tramo de prueba construido cumple con lo indicado en el Inciso anterior, podrá considerarse como parte de la obra y será objeto de medición y pago, de lo contrario no se medirá ni pagará y la Secretaría, a su juicio, determinará si es necesario o no que el Contratista de Obra retire el tramo de prueba por su cuenta y costo.

G.7. TENDIDO DE LA MEZCLA O DEL MORTERO

- G.7.1.** Después de elaborada la mezcla o el mortero asfáltico, se extenderá y se conformará con una pavimentadora autopropulsada o con una mezcladora/extendedora, de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, la mezcla o el mortero asfáltico puede tenderse y terminarse a mano.
- G.7.2.** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora o la mezcladora/extendedora.
- G.7.3.** Cuando el tendido se haga en dos (2) o más franjas, con un intervalo de más de un día entre franjas, éstas se ligarán con emulsión de rompimiento rápido. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando pavimentadoras o mezcladoras/extendedoras, en batería.
- G.7.4.** En el caso de carpetas de mezcla asfáltica, la cara expuesta de las juntas transversales se recortará aproximadamente a cuarenta y cinco (45) grados antes de iniciar el siguiente tendido, ligando las juntas con emulsión de rompimiento rápido.
- G.7.5.** En cualquier caso, se tendrá especial cuidado para que el enrasador traslape las juntas de tres (3) a cinco (5) centímetros y que el control del espesor sea ajustado de tal manera que el material quede ligeramente por arriba de la capa previamente tendida, para que al ser compactado, el pavimento quede con los niveles y dentro de las tolerancias establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

- G.7.6.** En el caso de carpetas de mezcla asfáltica, de ser necesario, la mezcla se extenderá en capas sucesivas, con un espesor no mayor que aquel que el equipo sea capaz de compactar como se indica en la Fracción G.8. de esta Norma, hasta que se obtengan la sección y el espesor establecidos en el proyecto. El tendido de las carpetas de mortero asfáltico se hará en una sola capa.
- G.7.7.** Cada capa de mezcla o de mortero asfáltico se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.
- G.7.8.** Durante el tendido de la mezcla o del mortero asfáltico, la tolva de descarga de la pavimentadora o de la mezcladora/extendedora permanecerá llena, para evitar la segregación de los materiales. No se permitirá el tendido de la mezcla o del mortero si existe segregación. Es recomendable utilizar un equipo especial para verter la mezcla asfáltica a la pavimentadora o a la mezcladora/extendedora, evitando que el camión vacíe directamente a las tolvas de las mismas, mejorando así la uniformidad superficial de la carpeta.
- G.7.9.** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la pavimentadora o de la mezcladora/extendedora que presenten residuos de mezcla o de mortero.
- G.7.10.** La longitud de tendido de la mezcla o del mortero es responsabilidad del Contratista de Obra, tomando en cuenta que no se tenderán tramos mayores de los que puedan ser compactados de inmediato.

G.8. COMPACTACIÓN

- G.8.1.** Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, o bien cuando la emulsión haya comenzado a romper, será compactada.
- G.8.2.** La capa extendida se compactará lo necesario para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

- G.8.3.** La compactación se hará longitudinalmente a la carretera, de las orillas hacia el centro en las tangentes y del interior al exterior en las curvas, con un traslape de cuando menos la mitad del ancho del compactador en cada pasada.
- G.8.4.** El uso de compactadores vibratorios sólo se permitirá para la compactación de capas mayores de cuatro (4) centímetros de espesor.
- G.8.5.** Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por periodos prolongados, sobre la carpeta recién compactada, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.

G.9. ACABADO

Una vez concluida la compactación en todo el ancho de la corona de la última capa de las carpetas de mezcla asfáltica, se formará un chaflán en las orillas, cuya base será igual a uno coma cinco (1,5) veces el espesor de la carpeta asfáltica, compactándolo con el equipo adecuado. Para ello se utilizará mezcla asfáltica adicional, colocándola inmediatamente después del tendido, o bien directamente con las pavimentadoras si están equipadas para hacerlo.

G.10. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la carpeta asfáltica hasta que haya sido recibida por la Secretaría, cuando la carretera sea operable.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la carpeta asfáltica con mezcla en frío, de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción, se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

H.1. CALIDAD DE LA MEZCLA O DEL MORTERO ASFÁLTICO

- H.1.1.** Que los materiales pétreos, asfálticos y aditivos utilizados en la mezcla o en el mortero asfáltico, hayan cumplido con las

características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

H.1.2. Que las características de la mezcla o del mortero asfáltico hayan cumplido con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

H.1.3. Que la estabilidad de la carpeta de mezcla asfáltica, determinada en corazones extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, haya cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:

H.1.3.1. El número de corazones por extraer se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/50$$

Donde:

c = Número de corazones por extraer, aproximado a la unidad superior

L = Longitud del tramo, (m)

H.1.3.2. Los corazones se extraerán sin dañar la parte contigua de los mismos.

H.1.3.3. Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de mezcla asfáltica utilizada en la carpeta, compactándola y enrasando su superficie con la original de la carpeta.

H.1.3.4. Todas las estabilidades que se determinen en los corazones, deberán ser estar dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.

H.2. ÍNDICE DE PERFIL

Que el índice de perfil de la última capa de la carpeta de mezcla asfáltica, compactada, en cada línea de tendido de cada subtramo de doscientos (200) metros de longitud o fracción, haya sido de

catorce centímetros por kilómetro (14 cm / km) como máximo, a menos que el proyecto indique otro valor. El Contratista de Obra hará esta verificación conforme a la norma ASTM E 1274, dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a la terminación de la compactación, considerando lo que a continuación se señala. La Secretaría evaluará diariamente los resultados que se obtengan.

H.2.1. Equipo

El Contratista de Obra dispondrá y mantendrá durante el tiempo que dure la obra, de un perfilógrafo tipo California que cumpla con la norma ASTM E 1274. Antes de su utilización, el equipo se calibrará como se indica en esa norma, pudiendo la Secretaría verificar la calibración en cualquier momento y si a su juicio, el perfilógrafo presenta deficiencias o no está bien calibrado, se suspenderá inmediatamente la evaluación en tanto que el Contratista de Obra lo calibre adecuadamente, corrija las deficiencias o lo remplace. En ningún caso se medirán para efecto de pago carpetas que no hayan sido verificadas.

H.2.2. Tramo de prueba

Para que el tramo de prueba a que se refiere la Fracción G.6. de esta Norma sea aceptado por la Secretaría, debe tener un índice de perfil de catorce centímetros por kilómetro (14 cm / km) como máximo.

H.2.3. Determinación del índice de perfil

H.2.3.1. La obtención del índice de perfil, en cada línea de tendido, se hará a lo largo de la línea imaginaria ubicada a noventa más menos veinte (90 ± 20) centímetros de la orilla interior de la línea de tendido por evaluar. Las mediciones serán divididas en secciones consecutivas de doscientos (200) metros, con el propósito de establecer subtramos en los que se otorgue al Contratista de Obra un estímulo por mejoramiento de calidad o se le aplique una sanción por incumplimiento de calidad, respecto al precio unitario fijado en el contrato, según la calidad obtenida en la superficie terminada y de acuerdo con el criterio establecido en la Cláusula J. de esta Norma.

H.2.3.2. Cuando la longitud de un subtramo construido en un día de trabajo, no alcance los doscientos (200) metros, será agrupado con el tramo inmediato que se construya el día siguiente. En este caso, la medición del índice de perfil deberá hacerse tan pronto como sea práctico y posible, pero no después de cuarenta y ocho (48) horas de terminado el último subtramo de ese día. Si el Contratista de Obra no es el responsable del tendido de un tramo subsecuente, no se medirá el índice de perfil en los cinco (5) últimos metros del tendido de su tramo.

H.2.3.3. Si el índice de perfil determinado en alguna línea de tendido de un subtramo de doscientos (200) metros o fracción, resulta menor de diez centímetros por kilómetro (10,1 cm / km), el Contratista de Obra se hará acreedor a un estímulo por mejoramiento de calidad, calculado con base en el precio unitario de la carpeta asfáltica. En su caso, el estímulo se determinará mediante el factor que se establece en la Cláusula J. de esta Norma.

H.2.4. Índice de perfil promedio diario

H.2.4.1. Cada día de trabajo se determinará el índice de perfil promedio diario, obteniendo el promedio aritmético de todos los índices de perfil determinados ese día. Si el índice de perfil promedio diario, resulta mayor de veinticuatro centímetros por kilómetro (24 cm / km), se suspenderá de inmediato la construcción de la carpeta asfáltica, hasta que el Contratista de Obra corrija la carpeta defectuosa, según se indica en el Inciso H.2.5. Para reanudar la construcción de la carpeta, el Contratista de Obra debe construir otro tramo de prueba según lo indicado en la Fracción G.6. de esta Norma, como si se tratara del inicio de los trabajos. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

H.2.4.2. Para determinar el índice de perfil promedio diario se puede utilizar el formato que se muestra en la Tabla 1 de esta Norma, en el que, para un mismo día de trabajo y cada línea de tendido y subtramo, se anota el índice de perfil obtenido. Se calcula el promedio aritmético de

CTR. CONSTRUCCIÓN
CAR. CARRETERAS

N-CTR-CAR-1-04-007/04

todos los índices de perfil obtenidos el mismo día y se anota en el último renglón del formato. Si el tramo tiene más de dos (2) líneas de tendido, al formato se le agregan las columnas que sean necesarias para completar el número de líneas de tendido. Los índices de perfil que se obtengan en subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el Inciso H.2.5. de esta Norma, serán registrados en la columna correspondiente, pues los valores originales deberán conservarse sin alterar.

TABLA 1.- Formato para el cálculo del índice de perfil promedio diario

Fecha de construcción:

Tramo ^[1]		Subtramo ^[2]		I_p cm/km		I_{p_c} cm/km		
del km	al km	del km	al km	Línea de tendido 1	Línea de tendido 2	Fecha de obtención	Línea de tendido 1	Línea de tendido 2
+	+	+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
+	+	+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
+	+	+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					

$\bar{I}_p =$

- I_p =Índice de perfil original del subtramo y línea de tendido correspondientes
- \bar{I}_p =Índice de perfil promedio diario. Promedio aritmético de todos los I_p obtenidos en un mismo día, (cm/km)
- I_{p_c} =Índice de perfil después de corregido el subtramo y línea de tendido correspondientes
- [1] =Tramo de 1 km o fracción
- [2] =Subtramo de 200 m o fracción

H.2.5. Corrección de la superficie de la carpeta de mezcla asfáltica

H.2.5.1. El Contratista de Obra realizará las correcciones de la superficie de la carpeta de mezcla asfáltica que se requieran para obtener el índice de perfil adecuado.

H.2.5.2. Después de obtenido el índice de perfil de cada línea de tendido en un subtramo de doscientos (200) metros, todas aquellas áreas en las que el perfilograma presente una desviación igual a un (1) centímetro o mayor, en siete coma cinco (7,5) metros o menos, serán corregidas mediante fresado. Concluida la corrección, se obtendrá nuevamente el índice de perfil del subtramo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

H.2.5.3. Una vez realizadas las correcciones individuales de todas las desviaciones a que se refiere el Párrafo anterior, cualquier subtramo de doscientos (200) metros que presente un índice de perfil mayor de veinticuatro centímetros por kilómetro (24 cm / km) en cualquiera de sus líneas de tendido, será corregido mediante alguno de los procedimientos que se indican a continuación u otros que apruebe la Secretaría. En cualquier caso, concluida la corrección se determinarán nuevamente los índices de perfil de todas las líneas de tendido del subtramo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

- a) Fresado continuo de la superficie de la carpeta de mezcla asfáltica, en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho de la corona en carreteras de dos (2) carriles, o en todos los carriles de un mismo sentido en carreteras con carriles múltiples, para reducir el índice de perfil a veinticuatro centímetros por kilómetro (24 cm / km) o menos. Sobre la superficie fresada, se colocará un tratamiento superficial aprobado por la Secretaría, con un espesor de dos (2) centímetros como mínimo, a menos que el proyecto establezca la construcción de una carpeta de granulometría abierta o semiabierta.
- b) Colocación sobre la carpeta de mezcla asfáltica, de una sobrecarpeta de tres (3) centímetros de espesor como mínimo, en tramos no menores de cincuenta

(50) metros y a todo el ancho de la corona en carreteras de dos (2) carriles, o en todos los carriles de un mismo sentido en carreteras con carriles múltiples, elaborada con la misma mezcla utilizada en la carpeta, que cumpla con todo lo indicado en esta Norma y tenga un índice de perfil de veinticuatro centímetros por kilómetro (24 cm / km) como máximo.

H.2.5.4. Cuando el índice de perfil de alguna línea de tendido de un subtramo de doscientos (200) metros esté entre catorce coma uno y veinticuatro centímetros por kilómetro (14,1 a 24 cm / km), el Contratista de Obra podrá elegir entre corregir la superficie terminada como se indica en el Párrafo H.2.5.3., o aceptar una sanción por incumplimiento de calidad, calculada con base en el precio unitario de la carpeta asfáltica, mediante el factor que se establece en la Cláusula J. de esta Norma.

H.2.5.5. Todos los trabajos de corrección serán por cuenta y costo del Contratista de Obra, y previamente a su ejecución, los procedimientos de corrección de la superficie de la carpeta serán sometidos a la aprobación de la Secretaría. No se permitirá efectuar trabajos de corrección con equipos de impacto que puedan dañar la estructura del pavimento, ni con resanes superficiales adheridos. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que se ocasionen por motivo de las correcciones, serán imputables al Contratista de Obra.

H.2.5.6. Todos los trabajos de corrección de la superficie de la carpeta, se efectuarán antes de que se verifiquen sus líneas, pendientes y espesores, como se indica en la Fracción H.3. de esta Norma, salvo que la corrección se realice mediante una sobrecarpeta, en cuyo caso la verificación de los espesores se hará antes de colocarla.

H.3. LÍNEAS, PENDIENTES Y ESPESORES

Que el alineamiento, perfil, sección y espesor de la carpeta, cumplan con lo establecido en el proyecto, con las tolerancias que se indican en esta Fracción, como sigue:

H.3.1. Previamente a la construcción de la carpeta, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la

corona terminada de la capa inmediata inferior, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia igual al semiancho de la corona de la carpeta menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje, y en las orillas de la carpeta.

- H.3.2.** Una vez compactada la carpeta, verificados sus índices de perfil y, en su caso, hechas las correcciones a que se refiere el Inciso H.2.5., se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso H.3.1., determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener las pendientes transversales entre ellos, y se medirán, en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la carpeta, para verificar que esas pendientes y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 2.- Tolerancias para líneas y pendientes

Característica	Tolerancia
Ancho de la carpeta, del eje a la orilla	± 1 cm
Pendiente transversal	± 0,5%

- H.3.3.** Si para corregir la superficie de la carpeta se opta por colocar una sobrecarpeta como se señala en el Punto b) del Párrafo H.2.5.3. o por cualquier otro procedimiento aprobado por la Secretaría, que eleve esa superficie, antes de su ejecución se nivelarán las mismas secciones a que se refiere el Inciso H.3.1. de esta Norma, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener los espesores de la carpeta antes de ser corregida.
- H.3.4.** Las nivelaciones se ejecutarán con nivel fijo y comprobación de vuelta, obteniendo los niveles con aproximación al milímetro. Las distancias horizontales se medirán con aproximación al centímetro.
- H.3.5.** A partir de las cotas obtenidas en las nivelaciones a que se refieren los Incisos H.3.1., H.3.2. y H.3.3. de esta Norma, según sea el caso, en todos los puntos nivelados se determinarán los espesores de la carpeta compactada, los

que deberán ser iguales al fijado en el proyecto o, para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, cumplir con lo establecido en los Incisos H.3.6. y H.3.7. de esta Norma.

- H.3.6.** El espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, deberá ser igual a noventa y ocho centésimos (0,98) del espesor de proyecto o mayor:

$$\bar{e} \geq 0,98e$$

Donde:

e = Espesor de proyecto, (cm)

\bar{e} = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

Donde:

e_i = Espesor obtenido en cada determinación, (cm)

n = Número de determinaciones hechas en el tramo

- H.3.7.** La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo, deberá ser igual a diez centésimos (0,10) del espesor promedio o menor:

$$\sigma_e \leq 0,10\bar{e}$$

Donde:

σ_e = Desviación estándar correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), calculada con la siguiente fórmula:

$$\sigma_e = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}{n - 1} \right)^{1/2}$$

\bar{e} , e_i y n tienen el significado indicado en el Inciso anterior.

H.4. RESISTENCIA A LA FRICCIÓN

H.4.1. Que la superficie de rodadura de la carpeta asfáltica compactada, haya tenido una resistencia a la fricción en condiciones de pavimento mojado, igual a seis décimas (0,6) o mayor, medida con el equipo *Mu-Meter*, a una velocidad de setenta y cinco (75) kilómetros por hora, por lo menos sobre la huella de la rodada externa de cada línea de tendido. El Contratista de Obra hará esta verificación conforme a la norma ASTM E 670. La prueba se hará sobre la superficie de rodadura compactada y, en su caso, corregida de acuerdo con lo indicado en el Inciso H.2.5. de esta Norma.

H.4.2. Cuando la resistencia a la fricción de una carpeta de mezcla asfáltica, sea menor de seis décimas (0,6) y el proyecto no establezca la construcción sobre ella de una carpeta de granulometría abierta o semiabierta, el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, corregirá la superficie terminada mediante la colocación de una carpeta de un riego, conforme a lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-008, *Carpetas por el Sistema de Riegos*, en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho de la corona en carreteras de dos (2) carriles, o en todos los carriles de un mismo sentido en carreteras con carriles múltiples. La corrección también podrá hacerse mediante alguno de los procedimientos indicados en los Puntos a) y b) del Párrafo H.2.5.3, en cuyo caso, una vez concluida, se determinarán nuevamente la resistencia a la fricción y los índices de perfil de todas las líneas de tendido del subtramo, para verificar el cumplimiento de lo estipulado tanto en el Inciso anterior como en la Fracción H.2. de esta Norma.

I. MEDICIÓN

Quando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad. El volumen de cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, se determinará mediante la siguiente fórmula:

$$V = L \times \bar{e} \times \bar{a}$$

Donde:

V = Volumen de la carpeta asfáltica de cada tramo de 1 km o fracción, (m³)

L = Longitud del tramo, (m)

\bar{e} = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (m), obtenido como se indica en el Inciso H.3.6. de esta Norma.

\bar{a} = Ancho promedio de la carpeta asfáltica, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la corona, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en el Inciso H.3.2. de esta Norma, (m).

La Secretaría medirá y pagará como máximo el volumen de la carpeta asfáltica que resulte del espesor de proyecto más un (1) centímetro por el ancho de proyecto más un (1) centímetro.

Para el cálculo del volumen en el tramo medido se puede usar el formato que se muestra en la Tabla 3 de esta Norma.

TABLA 3.- Formato para el cálculo de los volúmenes, los estímulos o sanciones y los importes a pagar

Tramo ^[1]		L m	\bar{e} m	\bar{a} m	V m ³	PU \$	Importe \$ ^[2]	\bar{F}	E \$
del km	al km								
+	+								
+	+								
+	+								
+	+								
+	+								

Sumas = \$ \$

Importe total = \$

L = Longitud del tramo correspondiente

\bar{e} = Espesor promedio del tramo correspondiente (espesor de proyecto más 1 cm como máximo)

\bar{a} = Ancho promedio del tramo correspondiente (ancho de proyecto más 1 cm como máximo)

V = Volumen del tramo correspondiente ($V = L \times \bar{e} \times \bar{a}$)

PU = Precio unitario de la carpeta

\bar{F} = Factor promedio de estímulo o sanción del tramo correspondiente, obtenido de la Tabla 5

E = Estímulo o sanción del tramo correspondiente ($E = V \times PU \times \bar{F}$)

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Importe de la carpeta (Importe = $V \times PU$)

J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de carpetas asfálticas con mezcla en frío se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta terminada en cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición o producción de los materiales asfálticos para la carpeta y para el riego de liga, así como de los aditivos que se requieran. Limpieza del tanque en que se transporten, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas.
- Desmonte y despalme de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales; cargas, descargas y todos los acarreos de los materiales y de los desperdicios; formación de los almacenamientos y clasificación de los materiales pétreos separándolos por tamaños.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.
- Dosificación y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos y aditivos.
- Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la carpeta.
- Aplicación del riego de liga según lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-005, *Riegos de Liga*.
- Cargas en la planta de la mezcla asfáltica al equipo de transporte o carga de los materiales a la mezcladora/extendedora para la elaboración del mortero asfáltico, y transporte al lugar de tendido.
- Tendido y compactación de la mezcla asfáltica o tendido del mortero asfáltico.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.

- La conservación de la carpeta asfáltica hasta que sea recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

Cuando procedan estímulos por mejoramiento de calidad o sanciones por incumplimiento de calidad, de acuerdo con los índices de perfil de la carpeta asfáltica, que se obtengan según se señala en la Fracción H.2., se pagará al Contratista de Obra una bonificación o se le hará una deducción, según corresponda, calculada para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, medido como se indica en la Cláusula I. de esta Norma, mediante la siguiente fórmula:

$$E = V \times PU \times \bar{F}$$

Donde:

E = Estímulo a pagar como bonificación cuando resulta positivo o sanción aplicada como deducción cuando resulta negativo, para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, (\$)

V = Volumen de la carpeta asfáltica del tramo, (m^3)

PU = Precio unitario de la carpeta asfáltica fijado en el contrato, ($\$/m^3$)

\bar{F} = Factor promedio de estímulo o sanción del tramo. Promedio aritmético de los factores de estímulo o sanción (F_j) para cada subtramo de doscientos (200) metros en cada línea de tendido, tomados de la Tabla 4 de esta Norma, (adimensional)

Para calcular el factor promedio de estímulo o sanción (\bar{F}) se puede utilizar el formato que se muestra en la Tabla 5, en el que, para cada línea de tendido y subtramo, se anota el factor de estímulo o sanción (F_j) tomado de la Tabla 4, de acuerdo con el índice de perfil (I_p) obtenido de la Tabla 1 y se calcula el promedio aritmético de todos los factores de estímulo o sanción (F_j) de cada tramo, que se anota en la última columna del formato, en el cuadro correspondiente. Para subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el Inciso H.2.5. de esta Norma, el factor de estímulo o sanción (F_j) correspondiente se determina con base en el índice de perfil ($I_{p.c}$) logrado después de la corrección. Si el tramo tiene más de dos (2) líneas de tendido, al formato se le agregan las columnas que sean necesarias para completar el número de líneas de tendido.

TABLA 4.- Factores de estímulo o sanción, según el índice de perfil

Índice de perfil * cm / km	Factores de estímulo o sanción (F_j)	
4,0 o menos	Estímulo	+ 0,05
4,1 a 5,5		+ 0,04
5,6 a 7,0		+ 0,03
7,1 a 8,5		+ 0,02
8,6 a 10,0		+ 0,01
10,1 a 14,0	0	
14,1 a 16,0	Sanción	- 0,02
16,1 a 18,0		- 0,04
18,1 a 20,0		- 0,06
20,1 a 22,0		- 0,08
22,1 a 24,0		- 0,10
Mayor de 24,0	CORREGIR	

* Para cada tramo de 200 m o fracción en cada línea de tendido

Asimismo, para calcular el estímulo o la sanción (E) de cada tramo, se puede usar la Tabla 3, en la que se anotan los factores promedio de estímulo o sanción (\bar{F}) correspondientes, calculados en la Tabla 5 de esta Norma.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de las carpetas asfálticas con mezcla en frío, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N·LEG-3, *Ejecución de Obras*.

L. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Una vez concluida la construcción de la carpeta asfáltica con mezcla en frío, la Secretaría la aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, la recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N·LEG-3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.

TABLA 5.- Formato para el cálculo del factor promedio de estímulo o sanción de cada tramo

Mes: Año:

Tramo ^[1]		Subtramo ^[2]		Línea de tendido 1			Línea de tendido 2			\bar{F}
del km	al km	del km	al km	Día ^[3]	I_p cm/km	F_j	Día ^[3]	I_p cm/km	F_j	
+ -+ -+ -+ -+	-+ -+ -+ -+ -+	+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
+ -+ -+ -+ -+	-+ -+ -+ -+ -+	+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
+ -+ -+ -+ -+	-+ -+ -+ -+ -+	+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							
		+ -+	+ -+							

I_p = Índice de perfil del subtramo y línea de tendido correspondientes, obtenido de la Tabla 1. Para subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el Inciso H.2.5. de esta Norma, se utiliza el índice de perfil (I_{p_c}) logrado después de la corrección

F_j = Factor de estímulo o sanción para el subtramo y línea de tendido correspondientes, obtenido de la Tabla 4

\bar{F} = Factor promedio de estímulo o sanción. Promedio aritmético de los F_j del tramo correspondiente

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Subtramo de 200 m o fracción

[3] = Día en el que se construyó la carpeta