LIBRO: CSV. CONSERVACIÓN

TEMA: CAR. Carreteras

PARTE: ***3. TRABAJOS DE CONSERVACIÓN PERIÓDICA***

TÍTULO: 02. Pavimentos

CAPÍTULO: *008. Recuperación en Caliente de Carpetas Asfálticas*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en los trabajos de recuperación en caliente de carpetas asfálticas de carreteras, incluyendo la desintegración de la carpeta mediante su recorte, así como el remezclado, tendido y compactación del material recuperado, con el propósito de corregir roderas u otros defectos superficiales y preparar las carpetas asfálticas para recibir un nuevo tratamiento superficial o capa de rodadura.

B. DEFINICIÓN

Es el conjunto de actividades que se realizan para desintegrar superficialmente la carpeta asfáltica por medios mecánicos y con aplicación de calor; remezclar el material recuperado con o sin la adición en el lugar de materiales pétreos nuevos, materiales asfálticos, cal, cemento Pórtland u otros; tender y compactar el material recuperado para formar una nueva carpeta o una base asfáltica, según lo indique el proyecto o la Secretaría.

C. REFERENCIAS

Esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N·LEG·3

Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras ..... N·PRY·CAR·10·03·001
Limpieza de la Superficie de Rodamiento y Acotamientos ……..…. N·CSV·CAR·2·02·001
Bacheo Profundo Aislado ..... N·CSV·CAR·2·02·004
Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación ..... N·CSV·CAR·2·05·011
Carpeta Asfáltica de Granulometría Densa ..... N·CSV·CAR·3·02·005
Prácticas Ambientales durante la Conservación Periódica de las Obras ..... N·CSV·CAR·5·02·001
Calidad de Cemento Pórtland ..... N·CMT·2·02·001
Materiales para Bases Tratadas ..... N·CMT·4·02·003
Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas ..... N·CMT·4·04
Calidad de Materiales Asfálticos ..... N·CMT·4·05·001
Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras . N·CMT·4·05·003
Criterios Estadísticos de Muestreo …….. M·CAL·1·02

D. MATERIALES

D.1. El Contratista de Obra será el responsable de someter el material recuperado de la carpeta asfáltica a los tratamientos establecidos en el proyecto o por la Secretaría.

D.2. Los materiales nuevos (pétreos, asfálticos, cemento Pórtland y cal) que se utilicen en la recuperación en caliente de carpetas asfálticas, serán los que indique el proyecto o la Secretaría y cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·2·02·001, *Calidad de Cemento Pórtland*, N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*, N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos* 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 que se utilicen en la nueva mezcla procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

D.3. Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales recuperados o de los materiales asfálticos nuevos, utilizando aditivos, éstos estarán establecidos

en el proyecto o serán aprobados por la Secretaría. Si el Contratista de Obra propone la utilización de estos 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 su manejo, uso y aplicación.

D.4. No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en las Fracciones D.1. a D.3. de esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra, en el caso de materiales nuevos.

D.5. 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 las Fracciones D.1. a D.3. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, corrija las deficiencias o remplace los materiales nuevos por otros adecuados. 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 recuperación en caliente de carpetas asfálticas, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o señalada por la Secretaría, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación o el que indique la Secretaría, 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 duren los trabajos 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 hasta 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.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES | SCT

E.1. EQUIPO DE RECUPERACIÓN

E.1.1. El equipo para la recuperación será autopropulsado y estará equipado con las unidades necesarias específicamente diseñadas para calentar y disgregar la carpeta asfáltica, mezclar los materiales recuperados y extenderlos. Podrá ajustarse para trabajar en un ancho mínimo de tres coma cincuenta (3,50) metros, dejando una superficie uniforme.

E.1.2. La unidad de calor estará equipada con elementos radiantes con control de temperatura o flama, para poder calentar la superficie de la carpeta de manera homogénea, capaces de proporcionar el suficiente calor a una tasa mínima de dos mil novecientos treinta (2 930) watts (10 000 BTU/h). La cámara de combustión, en su caso, tendrá el aislamiento suficiente para proporcionar la máxima protección a las estructuras adyacentes. No se permitirá el uso de equipos con escape de flama abierta.

E.1.3. El dispositivo para el recorte de la carpeta será capaz de controlar la profundidad del corte establecida en el proyecto o por la Secretaría, o generar un plano de corte geométricamente igual al de proyecto o al indicado por la Secretaría. Podrá estar formado por dientes con puntas de carburo, distribuidos entre sí a una distancia no mayor de dos coma cinco (2,5) centímetros centro a centro sobre una cremallera múltiple o bien montados en un rodillo giratorio controlado por el operador, en cantidad tal que produzcan un patrón de corte con espaciamiento no mayor de uno coma seis (1,6) centímetros (⅝”).

E.1.4. El equipo de recuperación contará con baterías de calentamiento; dispositivo para la reducción del material recuperado a los tamaños especificados; tolva para recepción de material de aportación; dispositivos para la incorporación de cemento asfáltico o aditivos; mezclador, extendedor y enrasador de material; sensores de control automático de niveles así como con un precompactador.

E.2. COMPACTADORES

E.2.1. Compactadores de rodillos metálicos

Autopropulsados, reversibles y provistos de petos limpiadores para evitar que el material se adhiera a los rodillos; en el caso de compactadores vibratorios, éstos estarán equipados con controles para modificar la amplitud y frecuencia de vibración. 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”), en todos los casos.

E.2.2. 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, verificada en frío, con una tolerancia máxima de diecisiete coma veinticinco (17,25) kilopascales (2,5 lb/in^2).

E.3. BARREDORAS MECÁNICAS

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

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

F.1. El transporte y almacenamiento de todos los materiales nuevos, 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·2·02·001, *Calidad de Cemento Pórtland*, N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*, N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos* 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.2. Los residuos producto de la recuperación de carpetas asfálticas que no vayan a ser utilizados, se cargarán y transportarán al banco de desperdicios que apruebe la Secretaría, en vehículos con cajas cerradas o protegidas con lonas, que impidan la contaminación del entorno o que se derramen. Cuando sean depositados en un almacenamiento temporal, se tomarán las medidas necesarias para evitar la contaminación del entorno, trasladándolos al banco de desperdicios lo más pronto posible.

G. EJECUCIÓN

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la recuperación en caliente de carpetas asfálticas, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*.

G.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los trabajos para la recuperación en caliente de carpetas asfálticas 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 realizarán trabajos:

G.2.1. Con agua libre o encharcada en la superficie

G.2.2. Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.

G.2.3. Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, pueden ser realizados cuando la temperatura ambiente esté por arriba de los diez (10) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra, lejos de cualquier fuente de calor artificial.

G.3. TRABAJOS PREVIOS

G.3.1. Señalamientos y dispositivos de seguridad

Antes de iniciar los trabajos de recuperación en caliente de carpetas asfálticas, el Contratista de Obra instalará las señales y los dispositivos de seguridad que se requieran conforme a la Norma N·PRY·CAR·10·03·001, *Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras*, como se indica en la Norma N·CSV·CAR·2·05·011, *Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación* y contará con los bandereros que se requieran, tomando en cuenta todo lo referente a señalamiento y seguridad que establece la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*. En ningún caso se permitirá la ejecución de los trabajos de recuperación en caliente de carpetas asfálticas mientras no se cumpla con lo establecido en este Inciso. 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.3.2. Limpieza de la superficie por recuperar

Si así lo indica el proyecto o la Secretaría inmediatamente antes del inicio de los trabajos, la superficie de rodadura se limpiará de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·2·02·001, *Limpieza de la Superficie de Rodamiento y Acotamientos*.

G.3.3. Bacheo

Todos los baches profundos identificados en la superficie por recuperar serán tratados de acuerdo con lo indicado en el proyecto o por la Secretaría y conforme a lo establecido en la Norma N·CSV·CAR·2·02·004, *Bacheo Profundo Aislado*.

G.3.4. Precauciones durante la obra

No se permitirá que los camiones que realicen los acarreos de los distintos materiales u otros vehículos o máquinas, realicen 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, a satisfacción de la Secretaría.

G.4. CALENTAMIENTO DE LA SUPERFICIE

G.4.1. La superficie de la carpeta existente será calentada a través del movimiento continuo de calentadores radiantes para permitir la posterior recuperación del material sin romper el agregado en la mezcla asfáltica, manteniendo la temperatura de la carpeta entre ciento cinco (105) y doscientos treinta (230) grados Celsius. Los trabajos de calentamiento de la carpeta serán aplicados por medio de un cofre cerrado el cual se extenderá más allá de diez (10) centímetros del ancho de la recuperación a ambos lados, de manera tal que la penetración del calor sea uniforme sin causar un diferencial de ablandamiento de la parte superior. El material existente en la superficie no deberá ser expuesto a una flama directa.

G.4.2. Ya que el control de la temperatura del calentador es esencial para ablandar adecuadamente la carpeta para su recuperación sin dañar el asfalto, la intensidad de calor será controlada a través del ajuste apropiado de la flama en una condición estable que no cause emisiones visibles de asfalto carbonizado, de tal manera que el asfalto no sea carbonizado en más de cero coma uno (0,1) por ciento.

G.5. RECORTE CON RECUPERADORA

G.5.1. La superficie de la carpeta previamente calentada será inmediatamente cortada. La profundidad mínima del recorte será en promedio de dos (2) centímetros por pasada del equipo, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por la Secretaría.

G.5.2. El recorte de la carpeta se hará con una tolerancia de más menos cero coma seis (±0,6) centímetros respecto a la profundidad o al plano de corte que indique el proyecto o la Secretaría.

G.5.3. La recuperación se realizará siguiendo una trayectoria paralela al eje de la carretera, iniciando y terminando en líneas normales a dicho eje.

G.5.4. El recorte se realizará con los cuidados necesarios para que los materiales pétreos recuperados no sean pulverizados, fracturados o rotos.

G.5.5. A lo largo de las aproximaciones a guarniciones o pavimentos adyacentes, los cortes a la carpeta se realizarán con hojas especiales, que preferentemente serán parte del equipo.

G.5.6. El Contratista de Obra será el responsable de proteger las estructuras adyacentes, la vegetación u otros elementos, para evitar daños provocados por las altas temperaturas necesarias para la recuperación en caliente de la carpeta asfáltica.

G.6. TRITURACIÓN DEL MATERIAL RECUPERADO

En caso de ser necesario, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por la Secretaría, cuando la trituración con el equipo de recuperación no sea suficiente o si el material recuperado se aglutina nuevamente en los almacenamientos por efecto de la temperatura, el Contratista de Obra triturará dicho material para que cumpla con las características requeridas.

G.7. REMEZCLADO

G.7.1. El material recuperado, los materiales pétreos nuevos, los materiales asfálticos y los aditivos que se empleen en la elaboración de las mezclas asfálticas, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un producto homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, utilizando el equipo de recuperación.

G.7.2. El diseño de la mezcla será responsabilidad del Contratista de Obra, considerando que para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, determinará el proporcionamiento adecuado mediante un diseño de mezclas de granulometría densa en caliente para el caso de carpetas o considerando lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas* para el caso de las bases asfálticas.

G.7.3. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, con las dosificaciones de los distintos tipos de materiales recuperados, así como los materiales pétreos, asfálticos y aditivos utilizados en la elaboración de la mezcla asfáltica, no se obtiene un producto 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.7.4. El procedimiento que se utilice para la elaboración de la mezcla 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 tendida y compactada, cumpla con los requerimientos establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría y atenderá, en lo que corresponda, lo indicado en la Norma N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras* o N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*, según su caso.

G.7.5. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, las características de la mezcla asfáltica difieren de las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente la producción 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.8. TENDIDO DE LA MEZCLA

G.8.1. El tendido se podrá realizar con el equipo de recuperación o utilizando una pavimentadora autopropulsada, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o por la Secretaría, extendiendo la mezcla de tal manera que se obtenga una capa de material sin compactar de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, la mezcla asfáltica puede tenderse y terminarse a mano.

G.8.2. El Contratista de Obra determinará, mediante la curva *Viscosidad-Temperatura* del material asfáltico utilizado, las

temperaturas mínimas convenientes para el tendido y compactación de la mezcla.

G.8.3. El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques del equipo.

G.8.4. En el caso de que la mezcla sea para una capa de rodadura y 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 cemento asfáltico o con emulsión de rompimiento rápido. Esto se puede evitar si se elimina la junta longitudinal utilizando equipos de recuperación o pavimentadoras en batería.

G.8.5. En el caso de que la mezcla sea para una capa de rodadura y cuando se utilicen pavimentadoras, 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 cemento asfáltico o con emulsión de rompimiento rápido.

G.8.6. 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 compactada, el pavimento quede con los niveles y dentro de las tolerancias establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

G.8.7. En el caso de que el tendido se realice con pavimentadoras, 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.9. de esta Norma, hasta que se obtengan la sección y el espesor establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría. Cuando el tendido se haga por capas, la capa sucesiva no se tenderá hasta que la temperatura de la capa anterior sea menor de setenta (70) grados Celsius en su punto medio y haya cubierto todo el ancho de la calzada o la corona, según sea el caso.

G.8.8. En el caso de que el tendido se realice con la máquina recuperadora, la mezcla se extenderá en una sola capa, con

un espesor tal que el equipo sea capaz de compactar. Cuando se trate de bases asfálticas, el espesor máximo será aquel en que una vez terminada la compactación, la diferencia entre el grado de compactación en los tres (3) centímetros superiores y los tres (3) centímetros inferiores, no difiera en más del uno (1) por ciento.

G.8.9. Cada capa de mezcla asfáltica se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.

G.8.10. Durante el tendido de la mezcla, la tolva de descarga de la pavimentadora permanecerá llena, para evitar la segregación de los materiales. No se permitirá el tendido de la mezcla si existe segregación. Es recomendable utilizar 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 capa tendida.

G.8.11. Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la máquina recuperadora o de la pavimentadora que presenten residuos de mezcla.

G.8.12. La longitud de recuperación es responsabilidad del Contratista de Obra, tomando en cuenta que no se cortarán ni tenderán tramos mayores que los que puedan ser compactados de inmediato.

G.8.13. Una vez extendida la mezcla, se evitará el tránsito vehicular sobre la superficie recién construida, hasta que la mezcla asfáltica haya fraguado suficientemente, para evitar que sea desprendida o se marquen rodadas. El tiempo de fraguado se determinará en campo, de acuerdo con las condiciones climáticas, el tipo de cemento asfáltico utilizado, las proporciones de los ingredientes y el propio comportamiento de la mezcla.

G.9. COMPACTACIÓN

G.9.1. Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, será compactada.

G.9.2. La capa extendida se compactará lo necesario para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

G.9.3. Salvo que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, las bases asfálticas serán compactadas como mínimo al noventa y cinco (95) por ciento de su masa volumétrica máxima, determinada en cada caso de acuerdo con los métodos de prueba que fije la Secretaría.

G.9.4. 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.9.5. El uso de compactadores vibratorios sólo se permitirá para la compactación de capas mayores de cuatro (4) centímetros de espesor.

G.9.6. La compactación se terminará cuando la mezcla tenga una temperatura igual a la mínima conveniente para la compactación, que haya determinado el Contratista de Obra conforme a lo indicado en el Inciso G.8.2. de esta Norma, o mayor.

G.9.7. Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por periodos prolongados, sobre la capa recién compactada, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.

G.10. ACABADO

G.10.1. Durante el recorte de la carpeta asfáltica se evitará, siempre que sea posible, que los residuos resultantes se depositen en los acotamientos, los carriles abiertos al tránsito, las cunetas o cualquier tipo de obra de drenaje. Los residuos serán removidos de la superficie del pavimento antes de que éstos sean esparcidos por la acción del tránsito o del viento.

G.10.2. La superficie de la capa terminada, quedará limpia y presentará una textura y acabado uniformes en todo el ancho de la calzada o la corona, según sea el caso.

G.10.3. Una vez concluida la compactación de la última capa tendida, en todo el ancho de la calzada o la corona, según sea el caso, se formará un chaflán en las orillas, cuya base será igual a uno coma cinco (1,5) veces el espesor de la capa, compactándolo con el equipo adecuado. Para ello se utilizará mezcla asfáltica adicional de las mismas características, colocándola inmediatamente después del tendido, o bien directamente con las pavimentadoras si están equipadas para hacerlo.

G.10.4. Al final de la jornada, las zonas de almacenamiento temporal quedarán libres de cualquier residuo, desperdicio o material, extraídos durante el proceso de recorte, que contaminen el entorno, depositándolos en el sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría.

G.11. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Durante la recuperación en caliente de carpetas asfálticas, el Contratista de Obra tomará las precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, los suelos, las aguas superficiales o subterráneas y la flora, conforme a lo señalado en la Norma N·CSV·CAR·5·02·001, *Prácticas Ambientales durante la Conservación Periódica de las Obras*, sujetándose en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

G.12. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la capa terminada, hasta que hayan sido recibidas por la Secretaría, cuando el tramo sea operable.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la recuperación en caliente de carpetas asfálticas 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 ASFÁLTICA

H.1.1. Que el material recuperado, así como los materiales pétreos nuevos, los materiales asfálticos y los aditivos utilizados en la mezcla asfáltica, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en las Fracciones D.1. a D.3. de esta Norma.

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

H.1.3. Que la estabilidad de la nueva carpeta o la base 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 a 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, compactándola y enrasando su superficie con la original de la capa.

H.1.3.4. Todas las estabilidades que se determinen en los corazones, deberán ser iguales a la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, o mayores.

H.1.4. Que el grado de compactación de la mezcla tendida y compactada, cuando se trate de una base asfáltica, determinado 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* y atendiendo a lo señalado en los Párrafos H.1.3.1. a H.1.3.3. de esta Norma, sea del noventa y cinco (95) por ciento de la masa volumétrica máxima de la mezcla, considerando una tolerancia de más menos dos (± 2) por ciento o el establecido en el proyecto o el aprobado por la Secretaría. En el caso de que el tendido se realice con la máquina recuperadora, el grado de compactación se podrá obtener de los mismos corazones extraídos para determinar la estabilidad a que se refiere el Inciso H.1.3. de esta Norma.

H.2. ESPESOR DE LA MEZCLA TENDIDA Y COMPACTADA

Que el espesor de la mezcla tendida y compactada, determinado en los corazones a que se refieren los Incisos H.1.3. y H.1.4. de esta Norma, según su caso, sea el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

H.2.1. El espesor promedio de la mezcla tendida y compactada correspondiente a todas las determinaciones hechas en un tramo objeto de medición, deberá ser igual a noventa y ocho centésimos (0,98) del espesor establecido o mayor:

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

Donde:

e = Espesor establecido en el proyecto o por la Secretaría, (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 objeto de medición.

H.2.2. 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 H.2.1. de esta Norma.

H.3. ÍNDICE DE PERFIL

Que, cuando se trate de carpetas que vayan a servir de capa de rodadura, el índice de perfil cumpla con las características establecidas en la Fracción H.2. de la Norma N·CSV·CAR·3·02·005, *Carpeta Asfáltica de Granulometría Densa*.

H.4. LÍNEAS Y PENDIENTES

Que el alineamiento, perfil y sección de la mezcla tendida y compactada, cumplan con lo establecido en el proyecto o con lo aprobado por la Secretaría, con las tolerancias que se indican en esta Fracción, como sigue:

H.4.1. Una vez concluida la compactación, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la superficie, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia (B) igual al semiancho de la corona de la carpeta ($A/2$) menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje ($B/2$), y en las orillas de la carpeta, como se muestra en la Figura 1 de esta Norma, sin considerar las ampliaciones en curvas, ni los carriles de aceleración o desaceleración, las ampliaciones en paraderos o las cuñas de transición en entronques a nivel. Cuando existan estos elementos, en las mismas secciones a cada veinte (20) metros de los carriles principales, adicionalmente se nivelarán los puntos en sus orillas y se medirán, en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la corona, para verificar que esas pendientes y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.

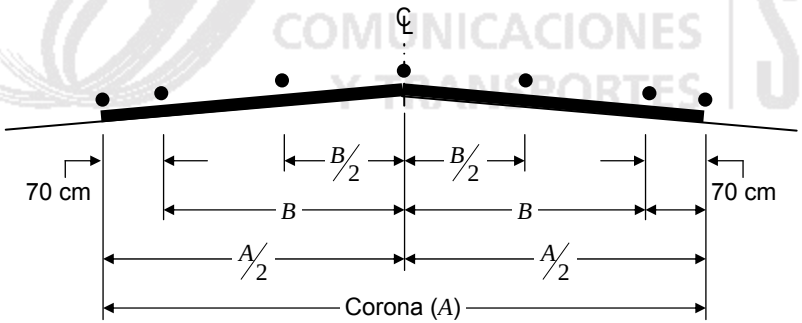

FIGURA 1.- Ubicación de los puntos por nivelar

TABLA 1.- Tolerancias para líneas y pendientes

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

H.4.2. Si para corregir la superficie de la mezcla tendida y compactada, cuando su función sea la de una capa de rodadura, se opta por colocar una sobrecarpeta como se señala en el Punto b) del Párrafo H.2.5.2. de la Norma N·CSV·CAR·3·02·005, *Carpeta Asfáltica de Granulometría Densa*, o por cualquier otro procedimiento aprobado por la Secretaría, que eleve esa superficie, antes de su ejecución se efectuará la nivelación a que se refiere el Inciso H.4.1. de esta Norma, para obtener los espesores antes de la corrección.

H.4.3. 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.5. RESISTENCIA A LA FRICCIÓN

Que, cuando se trate de carpetas que vayan a servir de capa de rodadura, la resistencia a la fricción cumpla con las características establecidas en la Fracción H.4. de la Norma N·CSV·CAR·3·02·005, *Carpeta Asfáltica de Granulometría Densa*.

H.6. LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE LAS ZONAS AFECTADAS

Que todas las zonas afectadas por los trabajos estén limpias, a satisfacción de la Secretaría. En el caso de que la mezcla tendida y compactada tenga la función de una capa de rodadura, la superficie del pavimento se limpiará atendiendo a lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·2·02·001, *Limpieza de la Superficie de Rodamiento y Acotamientos*.

I. MEDICIÓN

Cuando la recuperación en caliente de carpetas asfálticas 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 o de base asfáltica terminada, según su tipo, para cada banco en particular, en su caso, con aproximación a la unidad. El volumen de cada tramo de un (1) kilómetro, se determinará mediante la fórmula que se indica a continuación. En los tramos de ajuste, los volúmenes se podrán medir para tramos mayores de un (1) kilómetro, pero siempre menores de dos (2) kilómetros.

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

Donde:

V = Volumen de la nueva carpeta o de la base asfáltica de cada tramo de 1 km o mayor pero siempre menor de 2 km, (m^3)

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.2.1. de esta Norma

$\bar{a}$ = Ancho promedio de la carpeta o de la base 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.4.1. de esta Norma, (m)

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

Para el cálculo del volumen e importe por pagar en cada tramo se puede usar el formato que se muestra en la Tabla 2 de esta Norma.

TABLA 2.- Formato para el cálculo de los volúmenes e importes por pagar

Tramo [1]		L	$\bar{e}$	$\bar{a}$	V	PU	Importe [2]	$\bar{F}$	E
del km	al km	m	m	m	m^3	$	$		$
_+___	_+___								
_+___	_+___								
_+___	_+___								
_+___	_+___								
_+___	_+___								
						Sumas =	**$**	**+ $**	
						Importe total (IT) =		**$**	

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 o base asfáltica

$\bar{F}$ = Factor promedio de estímulo o sanción del tramo correspondiente para el caso de que la carpeta vaya a servir de capa de rodadura, debido al mejoramiento o incumplimiento de calidad, de acuerdo con los índices de perfil en la superficie de rodadura terminada, obtenido como se indica en la Cláusula J. de la Norma N·CSV·CAR·3·02·005, *Carpeta Asfáltica de Granulometría Densa*

E = Bonificación o deducción para el tramo correspondiente para el caso de carpetas, según la calidad obtenida en la superficie de rodadura terminada ($E = V \times \text{PU} \times \bar{F}$)

[1] = Tramo de 1 km o mayor, pero siempre menor de 2 km

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

IT Importe total a pagar, igual a la suma de los importes de la carpeta o de la base asfáltica, más la suma de las bonificaciones y deducciones.

J. BASE DE PAGO

Cuando la recuperación en caliente de carpetas asfálticas 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 o de base asfáltica terminada en cada tramo de un (1) kilómetro, según su tipo y para cada banco en particular, en su caso. En los tramos de ajuste, se podrán pagar volúmenes correspondientes a tramos mayores de un (1) kilómetro, pero siempre menores de dos (2) kilómetros. 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, así como de la cal, cemento y otros modificadores o aditivos que se requieran, incluyendo mermas y desperdicios. Limpieza del tanque y vehículos 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; formación de los almacenamientos y clasificación de los materiales pétreos separándolos por tamaños; cargas, descargas y todos los acarreos de los materiales y de los desperdicios.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.
- Secado del material pétreo y su calentamiento previo al mezclado.
- Bacheo en las zonas identificadas de acuerdo con lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·2·02·004, *Bacheo Profundo Aislado*.
- Limpieza de la superficie del pavimento antes y después de los trabajos de recuperación, según lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·2·02·001, *Limpieza de la Superficie de Rodamiento y Acotamientos*.
- Protección de estructuras existentes y elementos adyacentes a la zona de los trabajos.
- Calentamiento de la carpeta asfáltica por recuperar.
- Recorte de la carpeta asfáltica.
- Trituración, en su caso, del material recuperado y demás tratamientos necesarios para su utilización.
- Cargas, descargas y todos los acarreos de los materiales recuperados y de los desperdicios y formación de los almacenamientos.
- Dosificación y mezclado de los materiales recuperados, así como de los materiales pétreos y asfálticos, modificadores y aditivos.
- Tendido y compactación de la mezcla asfáltica.

- Equipo de alumbrado y su operación.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales y residuos, durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la capa recuperada hasta que haya sido recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto, excepto el señalamiento de protección se pagará por separado, conforme a la Norma N·CSV·CAR·2·05·011, *Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación*.

Cuando procedan estímulos por mejoramiento de calidad o sanciones por incumplimiento de calidad, de acuerdo con los índices de perfil de la nueva carpeta asfáltica, que se obtengan según se señala en la Fracción H.2. de la Norma N·CSV·CAR·3·02·005, *Carpeta Asfáltica de Granulometría Densa*, 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 mayor, pero siempre menor de dos (2) kilómetros, medido como se indica en la Cláusula I. de esta Norma, mediante el procedimiento señalado en la Cláusula J. de la Norma antes mencionada.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de la recuperación en caliente de carpetas asfálticas, 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 recuperación en caliente de carpetas asfálticas, la Secretaría la aprobará y al término de la obra, cuando el tramo 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.