

LIBRO: **CSV. CONSERVACIÓN**

TEMA: **CAR. Carreteras**

PARTE: **4. TRABAJOS DE RECONSTRUCCIÓN**

TÍTULO: 02. Pavimentos

CAPÍTULO: 001. *Recuperación en Frío de Pavimentos Asfálticos*

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en los trabajos de recuperación en frío de pavimentos asfálticos de carreteras, incluyendo la desintegración de la carpeta y de las capas inferiores mediante recuperadora; así como el remezclado, tendido y compactación del material recuperado, con el propósito de formar una nueva base o subbase, hidráulica, con materiales modificados, estabilizados, mezcla asfáltica en frío o concreto hidráulico de baja resistencia.

B. DEFINICIÓN

Es el conjunto de actividades que se realizan para desintegrar la carpeta asfáltica y parte o la totalidad del material de base o subbase, por medios mecánicos en frío; remezclar en el lugar el material recuperado con materiales pétreos nuevos, modificados o estabilizados con materiales asfálticos, cemento Pórtland, cal u otros o transformarlo en concreto hidráulico de baja resistencia; tender y compactar el material recuperado para formar una base o subbase sobre la que, posteriormente, se construirá una nueva carpeta.

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
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 Hidráulicas	N·CMT·4·02·002
Materiales para Bases Tratadas	N·CMT·4·02·003
Cal para Estabilizaciones	N·CMT·4·03·001
Calidad de Materiales Asfálticos	N·CMT·4·05·001
Criterios Estadísticos de Muestreo	M·CAL·1·02
Compactación AASHTO	M·MMP·1·09

D. MATERIALES

- D.1.** El Contratista de Obra será el responsable de someter el material recuperado 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 construcción de capas de pavimento mezclados con materiales producto de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, 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·4·02·002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, N·CMT·4·02·003, *Materiales para Bases Tratadas*, N·CMT·4·03·001, *Cal para Estabilizaciones* y N·CMT·4·05·001, *Calidad de Materiales Asfálticos*, 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 frío de pavimentos asfálticos, 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.

E.1. RECUPERADORA

- E.1.1.** La recuperadora será autopropulsada y estará equipada con las unidades necesarias específicamente diseñadas para disgregar la carpeta asfáltica y las capas inferiores, así como

con dispositivos para la reducción de emisiones de polvo y de preferencia una regla de extendido. En caso de no contar con ésta última, será necesario utilizar una motoconformadora.

- E.1.2.** Será capaz de cortar y desintegrar el material de la capa asfáltica y las capas inferiores del pavimento, al tamaño y hasta la profundidad indicados en el proyecto o por la Secretaría.
- E.1.3.** Cuando se vaya a realizar el mezclado de los nuevos materiales adicionados con el equipo de recuperación, éste preferentemente contará, además, con un dispositivo para la adición del asfalto, cemento Pórtland, cal o el material que indique el proyecto. La adición de cemento Pórtland o cal, siempre se hará en lechada o mediante algún procedimiento aprobado por la Secretaría, que garantice la homogeneidad de la mezcla.

E.2. MOTOCONFORMADORAS

Para la conformación de las capas recuperadas cuando la recuperadora no cuente con regla de extendido. Serán autopropulsadas, con cuchillas cuya longitud sea mayor de tres coma sesenta y cinco (3,65) metros, y con una distancia entre ejes mayor de cinco coma dieciocho (5,18) metros.

E.3. COMPACTADORES

E.3.1. 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") y con la masa que garantice la compactación uniforme en todo el espesor de la capa.

E.3.2. Compactadores neumáticos

Remolcados o autopropulsados, con una masa total mínima de treinta y cinco (35) toneladas. 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 diecisiete coma veinticinco (17,25) kilopascales (2,5 lb/in²).

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

F.1. 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-2-02-001, *Calidad de Cemento Pórtland*, N-CMT-4-02-002, *Materiales para Bases Hidráulicas*, N-CMT-4-02-003, *Materiales para Bases Tratadas*, N-CMT-4-03-001, *Cal para Estabilizaciones* y N-CMT-4-05-001, *Calidad de Materiales Asfálticos*. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

F.2. Los residuos producto de la recuperación de pavimentos asfálticos 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 frío de pavimentos asfálticos, 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 frío de pavimentos asfálticos 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 recuperarán pavimentos:

- 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 cuatro (4) grados Celsius, en el caso de bases o subbases asfálticas. 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 frío de pavimentos asfálticos, 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 frío de pavimentos asfálticos 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 acarrees de los distintos materiales u otros vehículos o máquinas, realicen maniobras que puedan distorsionar, disgregar u ondular las orillas de una capa recién recuperada. 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. CORTE CON RECUPERADORA

G.4.1. La profundidad de corte de la carpeta y las capas inferiores, será la establecida en el proyecto o por la Secretaría, cuidando que no se afecte la estructura del pavimento más allá de dicha profundidad.

G.4.2. El equipo de recuperación cortará la carpeta y las capas inferiores con una tolerancia de más menos dos coma cinco centímetros ($\pm 2,5$ cm).

G.4.3. La recuperación se realizará siguiendo una trayectoria paralela al eje de la carretera, iniciando y terminando en líneas normales a dicho eje.

G.4.4. A lo largo de las aproximaciones a guarniciones o pavimentos adyacentes, los cortes a la carpeta se realizarán con los cuidados necesarios para no dañarlos.

G.4.5. El Contratista de Obra será el responsable de proteger las estructuras adyacentes, la vegetación u otros elementos, para evitar daños provocados por la recuperación en frío del pavimento.

G.5. MEZCLADO Y TENDIDO

El material recuperado será mezclado en el sitio utilizando el equipo de recuperación, añadiéndole en su caso materiales pétreos nuevos, emulsión asfáltica, cemento Pórtland, cal o aditivos, según lo indique el proyecto o la Secretaría para formar una nueva base o subbase; el cemento Pórtland y la cal serán añadidos en lechada. Para el mezclado y tendido se considerará lo siguiente:

- G.5.1.** El material recuperado, los materiales pétreos nuevos, los materiales asfálticos, el cemento Pórtland, la cal y los aditivos que se empleen en la elaboración de las mezclas, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un producto homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. Para mezclas modificadas con consumos de tres (3) a cinco (5) por ciento de cemento Pórtland o con cal, la dosificación de los materiales será la que indique el proyecto o la Secretaría. A menos que el proyecto o la Secretaría indiquen otra cosa, la resistencia a la compresión simple de mezclas estabilizadas con seis (6) a diez (10) por ciento de cemento Pórtland, será de cuatro (4) megapascuales (40 kg/cm^2) y para concretos hidráulicos de baja resistencia, con contenidos de cemento Pórtland mayores de diez (10) por ciento, la resistencia será la indicada en el proyecto o por la Secretaría.
- G.5.2.** En el caso de modificaciones, estabilizaciones o concreto hidráulico de baja resistencia, definidas como se indica en el Inciso anterior, además del cemento Pórtland podrá utilizarse cal, cuando así lo establezca el proyecto o indique la Secretaría.
- G.5.3.** En el caso de mezclas asfálticas, el diseño será responsabilidad del Contratista de Obra, considerando que para obtener las características de resistencia y pérdida de estabilidad por inmersión en agua establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, determinará el proporcionamiento adecuado mediante un diseño de mezclas en frío, de acuerdo con lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-CMT-4-02-003, *Materiales para Bases Tratadas*.

- G.5.4.** Cuando el proyecto o la Secretaría establezcan que el mezclado se realice en el sitio con el equipo de recuperación incorporándole cemento Pórtland o emulsión asfáltica al material recuperado, la cantidad que se añada será la especificada con una tolerancia de más menos cero coma dos ($\pm 0,2$) por ciento.
- G.5.5.** En el caso de ser necesaria la incorporación de agua para alcanzar el contenido de agua óptimo de compactación, el agua se agregará junto con la emulsión o en la lechada de cemento Pórtland o cal.
- G.5.6.** El mezclado en el sitio se realizará de tal forma que se obtenga una mezcla uniforme sin segregación.
- G.5.7.** 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, cemento Pórtland, cal y aditivos utilizados en la elaboración de la mezcla, 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.5.8.** 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 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-4-02-003, *Materiales para Bases Tratadas*.
- G.5.9.** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques del equipo, para evitar las deformaciones que se produzcan con esta operación.

- G.5.10.** Se tendrá especial cuidado en traslapar las franjas de recuperación en un ancho igual al espesor de la capa recuperada; siempre que sea posible, se trabajará con recuperadoras en paralelo desfasadas para permitir el tránsito, cuando sea necesario y evitar juntas longitudinales de construcción.
- G.5.11.** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes del equipo de recuperación que presenten residuos de mezcla.
- G.5.12.** La longitud de recuperación es responsabilidad del Contratista de Obra, tomando en cuenta que no se recuperarán tramos mayores que los que puedan ser compactados de inmediato.

G.6. COMPACTACIÓN

- G.6.1.** Inmediatamente después de conformada la mezcla o bien cuando la emulsión haya comenzado a romper, será compactada.
- G.6.2.** La capa recuperada se compactará lo necesario para lograr que cumpla con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, en general esto requiere una alta energía de compactación, por lo que el proceso será definido en un tramo de prueba, hasta alcanzar el cien (100) por ciento de la masa volumétrica seca máxima, obtenida en la prueba AASHTO modificada, según lo indicado en el Manual M-MMP-1-09, *Compactación AASHTO*.
- G.6.3.** 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.7. JUNTAS TRANSVERSALES

En las bases o subbases recuperadas con cemento Pórtland para obtener un concreto hidráulico de baja resistencia, previamente a la compactación se formarán juntas de contracción, espaciadas según lo indique el proyecto o lo apruebe la Secretaría, mediante el paso de una quilla que deje una membrana de asfalto en casi todo el espesor de la capa o inducidas mediante la incrustación de un elemento preformado, o bien, mediante corte con sierra circular en la capa compactada y endurecida.

G.8. ACABADO

- G.8.1.** Durante la recuperación de la carpeta asfáltica y de las capas inferiores se evitará que los residuos resultantes se depositen en los acotamientos, los carriles abiertos al tránsito, las cunetas o cualquier tipo de obra de drenaje.
- G.8.2.** La superficie de la capa terminada, quedará limpia y presentará una textura y acabado uniformes en todo el ancho recuperado.
- G.8.3.** La superficie de la capa recuperada se conservará húmeda por lo menos durante las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a su compactación.
- G.8.4.** Al final de la jornada, las zonas de almacenamiento temporal quedarán libres de cualquier residuo, desperdicio o material, extraídos durante el proceso de recuperado, que contaminen el entorno, depositándolos en el sitio o banco de desperdicios que apruebe la Secretaría.

G.9. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Durante el proceso de recuperación en frío de pavimentos asfálticos, 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.10. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la capa recuperada, 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 frío de pavimentos asfálticos 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 BASE O SUBBASE RECUPERADA

- H.1.1.** Que el material recuperado, así como los materiales pétreos nuevos, los materiales asfálticos, el cemento Pórtland, la cal y los aditivos utilizados en la mezcla, 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 hayan cumplido con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

H.2. COMPACTACIÓN

Que la compactación de la base o subbase recuperada, ya sea hidráulica, modificada o estabilizada con cemento Pórtland o cal, determinada en calas ubicadas 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*, cumpla con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:

- H.2.1.** El número de calas por realizar se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = L/50$$

Donde:

c = Número de calas por realizar, aproximado a la unidad superior

L = Longitud del tramo construido en un día de trabajo, (m)

- H.2.2.** Las calas se ejecutarán sin dañar la parte contigua de las mismas.
- H.2.3.** Tan pronto se concluya la verificación, se rellenarán los huecos con el mismo material usado en la base o subbase, según sea el caso, compactándolo y enrasando su superficie.
- H.2.4.** Todos los grados de compactación que se determinen en las calas, para ser aceptados, serán del cien (100) por ciento de la masa volumétrica seca máxima, obtenida en la prueba AASHTO modificada, según lo indicado en el Manual M-MMP-1-09, *Compactación AASHTO*, con una tolerancia de más menos dos (± 2) por ciento centímetros.

H.3. ESTABILIDAD O RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Que la estabilidad de la base o subbase asfáltica, o la resistencia a la compresión simple, cuando se trate de una mezcla estabilizada con cemento Pórtland o de un concreto hidráulico de baja resistencia, determinadas 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*, hayan cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:

- H.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.3.2.** Los corazones se extraerán sin dañar la parte contigua a los mismos.
- H.3.3.** Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de mezcla utilizada, compactándola y enrasando su superficie con la original de la capa.
- H.3.4.** Todas las estabilidades o resistencias que se determinen en los corazones, deberán ser iguales a la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, o mayores.

H.4. ESPESOR DE LA BASE O SUBBASE RECUPERADA

Que el espesor de la base o subbase recuperada, determinado en las calas o corazones a que se refieren las Fracciones H.2. y H.3. de esta Norma, según su caso, sea el establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

H.4.1. El espesor promedio de la base o subbase recuperada 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.4.2. La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo, deberá ser igual a quince centésimos (0,15) del espesor promedio o menor:

$$\sigma_e \leq 0,15\bar{e}$$

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.4.1. de esta Norma.

H.5. LÍNEAS Y NIVELES

Que el alineamiento, perfil y sección de la base o subbase recuperada, 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.5.1. 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 los niveles y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.

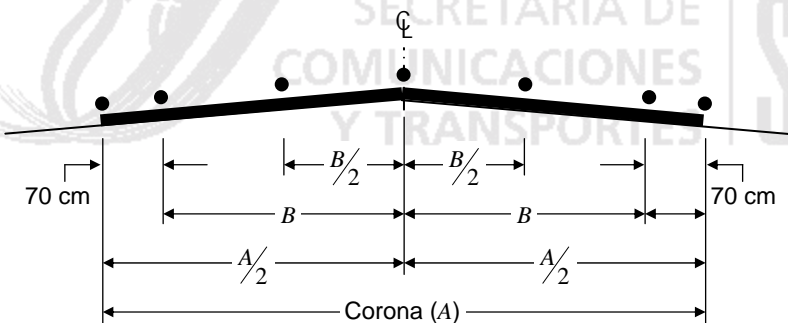


FIGURA 1.- Ubicación de los puntos por nivelar

TABLA 1.- Tolerancias para líneas y niveles

Característica	Tolerancia cm
Ancho de la sección, del eje a la orilla	±5
Nivel respecto a proyecto	±0,5

H.5.2. 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.6. LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DE LAS ZONAS AFECTADAS

Que todas las zonas afectadas por los trabajos estén limpias, a satisfacción de la Secretaría.

I. MEDICIÓN

Cuando la recuperación en frío de pavimentos asfálticos 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 base o subbase recuperada 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 base o subbase recuperada de cada tramo de 1 km o mayor pero siempre menor de 2 km, (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 la Fracción H.4. de esta Norma

\bar{a} = Ancho promedio de la base o subbase recuperada, 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 la Fracción H.5. de esta Norma, (m)

La Secretaría medirá y pagará como máximo el volumen que resulte del espesor de proyecto más dos (2) centímetro por el ancho de proyecto más cinco (5) 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 a pagar

Tramo ^[1]		L m	\bar{e} m	\bar{a} m	V m ³	PU \$	Importe \$ ^[2]
del km	al km						
+ _____	+ _____						
+ _____	+ _____						
+ _____	+ _____						
+ _____	+ _____						
+ _____	+ _____						
Importe total = \$							<input style="width: 100px; height: 20px;" type="text"/>

L = Longitud del tramo correspondiente

\bar{e} = Espesor promedio del tramo correspondiente (espesor de proyecto más 2 cm como máximo)

\bar{a} = Ancho promedio del tramo correspondiente (ancho de proyecto más 5 cm como máximo)

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

PU = Precio unitario de la base o subbase recuperada

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

[2] = Importe de la base o subbase recuperada

J. BASE DE PAGO

Cuando la recuperación en frío de pavimentos asfálticos 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 base o subbase recuperada 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 los aditivos, el cemento Pórtland o la cal que se requieran, incluyendo mermas y desperdicios. Limpieza de los vehículos en que se transporten estos materiales, 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, transporte hasta el lugar de su utilización y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas para los materiales asfálticos.

- 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 acarrees hasta el sitio de su utilización 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.
- Limpieza de la superficie del pavimento antes 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*, y limpieza de las zonas afectadas por la recuperación, a satisfacción de la Secretaría al finalizar los trabajos.
- Bacheo en las zonas identificadas de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CSV-CAR-2-02-004, *Bacheo Profundo Aislado*.
- Protección de estructuras existentes y elementos adyacentes a la zona de los trabajos.
- Corte de la carpeta asfáltica y de las capas inferiores.
- Permisos de explotación de bancos de agua; extracción, carga, acarreo al lugar de utilización, descarga y almacenamiento del agua, así como su aplicación e incorporación.
- Dosificación y mezclado en el lugar de los materiales recuperados, así como de los materiales pétreos nuevos, asfálticos, cemento Portland, cal y aditivos.
- Conformación y compactación de la base recuperada.
- Formación de juntas transversales de contracción, en su caso.
- Curado de las bases o subbases mejoradas, estabilizadas o de concreto hidráulico de baja resistencia.
- Carga, transporte y descarga de los residuos que se obtengan a los almacenamientos temporales y a los bancos de desperdicios,

así como su extendido y tratamiento en dichos bancos, en la forma que apruebe la Secretaría.

- Equipo de alumbrado y su operación.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales 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.

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de la recuperación en frío de pavimentos asfálticos, 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 frío de pavimentos asfálticos, la Secretaría la aprobará y al término de los trabajos contratados, 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.