

**LIBRO: CTR. CONSTRUCCIÓN**

**TEMA: CAR. Carreteras**

**PARTE: 1. CONCEPTOS DE OBRA**

**TÍTULO: 04. Pavimentos**

**CAPÍTULO: 010. Capas de Rodadura con Mezcla Asfáltica en Caliente**

## **A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, para pavimentos de carreteras de nueva construcción.

## **B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN**

Las capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente son aquéllas que se construyen mediante el tendido y compactación de una mezcla de materiales pétreos y cemento asfáltico, modificado o no, utilizando calor como vehículo de incorporación, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Estas capas no tienen función estructural pues generalmente se construyen con espesores menores de cuatro (4) centímetros, sobre una carpeta asfáltica, con la finalidad principal de permitir que el agua proveniente de la lluvia sea desplazada por las llantas de los vehículos, ocupando los vacíos de la capa de rodadura, con lo que se incrementa la fricción de las llantas con la superficie de rodadura, se minimiza el acuaplaneo, se reduce la cantidad de agua que se impulsa sobre los vehículos adyacentes y se mejora la visibilidad del señalamiento horizontal.

De acuerdo con la granulometría del material pétreo que se utilice, se clasifican en capas de rodadura de granulometría abierta, de granulometría discontinua tipo SMA y de granulometría discontinua tipo CASAA.

**C. REFERENCIAS**

Es referencia de esta Norma, la norma E 670-94 (2000) *Standard Test for Side Force Friction on Paved Surfaces Using the Mu-Meter*, publicada por la American Society for Testing and Materials (ASTM).

Además, esta Norma se complementa con las 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
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
Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG.....	N·CMT·4·05·004
Criterios Estadísticos de Muestreo .....	M·CAL·1·02

**D. MATERIALES**

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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*, N·CMT·4·05·003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras* y N·CMT·4·05·004, *Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG*, 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 capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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.** Secador con inclinación ajustable colocado antes de las cribas clasificadoras y con capacidad suficiente para secar una cantidad de material pétreo igual a la capacidad de producción de la planta o mayor.
- E.1.2.** Un pirógrafo a la salida del secador para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo.
- E.1.3.** Cribas para clasificar el material pétreo por lo menos en dos (2) tamaños diferentes, con capacidad suficiente para

mantener siempre en las tolvas material pétreo disponible para la mezcla asfáltica.

- E.1.4.** 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. Si la alimentación de las tolvas se realiza con equipo autopulsado, éste estará equipado con un cucharón cuyo ancho no provoque derrames en compartimentos adyacentes, para evitar la contaminación del material.
- E.1.5.** Silo para almacenar y proteger de la humedad a los finos de aportación (filler), con sistema para dosificación ajustable, con operación independiente a la del sistema utilizado para el resto de los materiales pétreos.
- E.1.6.** 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 asfáltica en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.
- E.1.7.** Equipo para calentar el cemento asfáltico en forma controlada, que garantice que éste no se contamine y que esté provisto de un termómetro con rango de veinte (20) a doscientos diez (210) grados Celsius.
- E.1.8.** Dispositivos para dosificar el cemento asfáltico, con una aproximación de más menos dos ( $\pm 2$ ) por ciento de la cantidad de cemento asfáltico requerida según el proporcionamiento de la mezcla asfáltica.
- E.1.9.** En su caso, sistema de dosificación de fibras que permita su incorporación en un punto tal que no se provoque su alteración por la flama en el tambor secador o su pérdida por el flujo de gases dentro del tambor mezclador.
- E.1.10.** Mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.
- E.1.11.** Dispositivo para recolección y reincorporación de polvo, que impida la pérdida de los finos (material que pasa la malla

N°200) y los reincorpore a la mezcla asfáltica, evitando la contaminación ambiental.

## **E.2. PAVIMENTADORAS**

Autopropulsadas, capaces de esparcir y precompactar la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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 capa de rodadura, como son: un enrasador o aditamento similar, que pueda ajustarse automáticamente en el sentido transversal, ser calentado en caso necesario 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 reparte la mezcla uniformemente frente al enrasador, y sensores de control automático de niveles.

En el caso de que se requiera aplicar el riego de liga en forma sincronizada con el tendido de la mezcla, las pavimentadoras contarán además con un sistema capaz de proporcionar a temperatura constante, un flujo uniforme del material asfáltico para el riego sobre la superficie por cubrir, en anchos variables y en dosificaciones controladas, que incluya un tanque de almacenamiento del material asfáltico, medidores de presión, dispositivos para la medición del volumen que se aplique, bomba y barras de circulación completas con sistema de calentamiento, que puedan ajustarse verticalmente.

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 necesario contar además, con equipos especiales para verter la mezcla asfáltica a las pavimentadoras, evitando que los camiones vacíen directamente en las tolvas de las mismas, mejorando así la uniformidad superficial de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente.

**E.3. COMPACTADORES DE RODILLOS METÁLICOS**

Autopropulsados, reversibles, con una masa mínima de diez (10) toneladas y provistos de un sistema de rocío por agua y 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. 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*, N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras* y N-CMT-4-05-004, *Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG*. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

**F.1.** El transporte de la mezcla asfáltica se hará siempre sobre superficies pavimentadas.

**F.2.** La distancia de transporte de la mezcla asfáltica, será tal que el tiempo de recorrido no exceda de uno coma cinco (1,5) horas, para evitar el escurrimiento del cemento asfáltico, pero nunca mayor de sesenta (60) kilómetros menos 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 distancia de transporte.

**G. EJECUCIÓN****G.1. CONSIDERACIONES GENERALES**

Para la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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, fibras y aditivos que se empleen en la elaboración de las capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir una mezcla asfáltica homogénea, 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 caliente, para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. Este diseño será responsabilidad del Contratista de Obra, aplicando el método de diseño que establezca el proyecto o apruebe la Secretaría.
- 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, fibras y aditivos utilizados en la elaboración de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, no se obtiene una mezcla 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 capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente:

- 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 quince (15) grados Celsius.
- G.3.4.** Cuando la temperatura ambiente esté por debajo de los quince (15) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles establecidos, exenta de basura, piedras, 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente se construya sobre una base, ésta se impregnará 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 capa de rodadura.
- G.4.3.** 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 transporten 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 ASFÁLTICA**

- G.5.1.** El procedimiento que se utilice para la elaboración de la mezcla asfáltica 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 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 asfáltica 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente del tramo de prueba, se comprobará 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 ASFÁLTICA**

- G.7.1.** Después de elaborada la mezcla asfáltica, se extenderá y se conformará con una pavimentadora autopropulsada, 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.7.2.** Si la mezcla asfáltica está quemada, no se permitirá su tendido.
- G.7.3.** 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 asfáltica. En el caso de emplear asfalto modificado, el proveedor del mismo indicará al Contratista de Obra, las temperaturas adecuadas de mezclado y compactación para su producto.
- G.7.4.** Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, inmediatamente antes de tender la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, se aplicará un riego de liga en toda la superficie, del tipo y con la dosificación establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-005, *Riegos de Liga*. Para el caso de capas de rodadura de granulometría discontinua tipo CASAA, el riego de liga se aplicará en forma sincronizada con su tendido, utilizando una emulsión asfáltica modificada con polímero, a una temperatura entre cuarenta y nueve (49) y setenta y cinco (75) grados Celsius, según lo recomiende su fabricante, con una dosificación de cero coma siete (0,7) a uno coma cinco (1,5) litros por metro cuadrado, según se determine en el tramo de prueba a que se refiere la Fracción G.6. de esta Norma, con base en las condiciones de la superficie de aplicación.
- G.7.5.** El tendido se hará en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora.
- G.7.6.** Cuando se trate de capas de rodadura de granulometría abierta, se pueden evitar las juntas longitudinales utilizando pavimentadoras en batería. Cuando esto no sea posible, no se utilizarán materiales asfálticos para ligar las juntas de dos franjas sucesivas o en la continuación de una franja con otra, debido a la obstrucción que pueden producir al drenaje dentro de la capa. Es importante que, por ningún motivo, se obstruya el drenaje interior en cualquier tramo.
- G.7.7.** En el caso de capas de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, las caras expuestas de las juntas transversales en la continuación de una franja con otra y longitudinales entre dos franjas sucesivas, se recortarán

aproximadamente a noventa (90) grados antes de iniciar el siguiente tendido y las franjas se ligarán con cemento asfáltico, con emulsión asfáltica de rompimiento rápido o con emulsión asfáltica modificada, de acuerdo con lo indicado en el proyecto. Las juntas longitudinales se pueden evitar utilizando pavimentadoras en batería.

- G.7.8.** 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, la superficie de rodadura quede con los niveles y dentro de las tolerancias, establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- G.7.9.** La capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.
- G.7.10.** Durante el tendido de la mezcla asfáltica en caliente, 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 en la tolva de la misma, mejorando así la uniformidad superficial de la capa de rodadura.
- G.7.11.** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la pavimentadora que presenten residuos de mezcla asfáltica.
- G.7.12.** La longitud de tendido de la mezcla asfáltica es responsabilidad del Contratista de Obra, tomando en cuenta que no se tenderán tramos mayores de los que puedan ser compactados de inmediato.
- G.7.13.** El tiempo de almacenamiento de la mezcla asfáltica no excederá de treinta (30) minutos, por lo que habrá una coordinación adecuada entre la producción, el transporte y la colocación de la capa de rodadura.

**G.8. COMPACTACIÓN**

- G.8.1.** Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica en caliente, será compactada.
- G.8.2.** En el caso de las capas de rodadura de granulometría abierta, la mezcla se compactará mediante dos pasadas con compactadores de rodillo liso metálico en modo estático, con una masa mínima de diez (10) toneladas. Si así lo aprueba la Secretaría, se dará solamente una pasada cuando, a su juicio, se detecte un posible fracturamiento del material pétreo.
- G.8.3.** En el caso de capas de rodadura de granulometría discontinua, tipo SMA o CASAA, la capa extendida se compactará con compactadores de rodillo liso metálico en modo estático, con una masa mínima de diez (10) toneladas, con el número de pasadas necesario para que la mezcla asfáltica alcance el grado de compactación indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.8.4.** En las capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente no se permitirá el uso de compactadores vibratorios.
- G.8.5.** 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.8.6.** La compactación se terminará cuando la mezcla asfáltica tenga una temperatura igual a la mínima conveniente para la compactación, conforme a lo indicado en el Inciso G.7.3. y se hayan alcanzado las características de la mezcla indicadas en los Incisos G.8.2. y G.8.3. de esta Norma.
- G.8.7.** Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por periodos prolongados, sobre la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente recién compactada, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.
- G.8.8.** Se tendrá cuidado en mantener siempre bien humedecidos los rodillos compactadores para evitar que la mezcla asfáltica en caliente se adhiera y se provoquen imperfecciones en el acabado de la capa de rodadura.

**G.9. ACABADO**

- G.9.1.** En el caso de capas de rodadura de granulometría abierta, una vez concluida la compactación en todo el ancho de la capa de rodadura, se comprobará que no se haya obstruido el drenaje lateral en ningún tramo. En el caso de que existan obstrucciones, el Contratista de Obra las eliminará por su cuenta y costo.
- G.9.2.** Cuando la capa de rodadura de granulometría discontinua, tipo SMA o CASAA, se construya sobre una a base, una vez concluida la compactación en todo el ancho de la capa de rodadura, se formará un chaflán en las orillas, cuya base será igual a uno coma cinco (1,5) veces el espesor de la capa de rodadura, adicionando mezcla asfáltica en caliente directamente durante el tendido, si la pavimentadora está equipada para hacerlo o bien, en forma manual inmediatamente después del tendido, compactándola en cualquier caso con el equipo adecuado.
- G.9.3.** Cuando la capa de rodadura de granulometría discontinua, tipo SMA o CASAA, se construya sobre una carpeta asfáltica, una vez concluida la compactación en todo el ancho de la capa de rodadura, en las orillas, sobre el chaflán de la carpeta asfáltica, se colocará mezcla asfáltica adicional, con un espesor igual al de la capa de rodadura, directamente durante el tendido, si la pavimentadora está equipada para hacerlo o bien, en forma manual inmediatamente después del tendido, compactándola en cualquier caso con el equipo adecuado.

**G.10. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 LOS MATERIALES**

- H.1.1.** Que los materiales pétreos, asfálticos y aditivos utilizados en la mezcla asfáltica, así como los materiales asfálticos empleados en el riego de liga, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en las Fracciones D.1. y D.2. 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, según lo indicado en la Cláusula G. de la Norma N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*.
- H.1.3.** Que la temperatura de la mezcla asfáltica tendida y compactada, una vez concluido el proceso de compactación, haya sido igual o mayor que la temperatura mínima de compactación determinada mediante la curva *Viscosidad-Temperatura* del material asfáltico utilizado o, en su caso, que haya indicado el proveedor del asfalto modificado.
- H.1.4.** Que el grado de compactación de la capa de rodadura de granulometría discontinua, tipo SMA o CASAA, una vez compactada, determinado con densímetro nuclear u otro método o prueba que apruebe la Secretaría, en sitios determinados 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.1.4.1.** El número de determinaciones del grado de compactación se definirá aplicando la siguiente fórmula:

$$d = L/50$$

Donde:

$d$  = Número de determinaciones por obtener, aproximado a la unidad superior

$L$  = Longitud del tramo, (m)

**H.1.4.2.** Todos los grados de compactación que se determinen, estarán dentro de las tolerancias que fije el proyecto o apruebe la Secretaría.

## H.2. LÍNEAS, PENDIENTES Y ESPESORES

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

**H.2.1.** Previamente a la construcción de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la superficie sobre la que se colocará, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia ( $B$ ) igual al semiancho de la capa de rodadura ( $A/2$ ) menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre éstos y el eje ( $B/2$ ), y en las orillas de la capa de rodadura, 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, para el posterior cálculo de las pendientes transversales, como se indica en el Inciso siguiente.

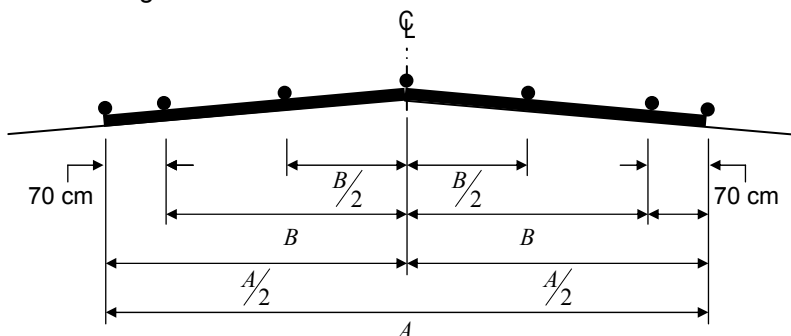


FIGURA 1.- Ubicación de los puntos por nivelar

**H.2.2.** Una vez compactada la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso H.2.1., 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 capa de rodadura, para comprobar que esas pendientes y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 1 de esta Norma.

**TABLA 1.- Tolerancias para líneas y pendientes**

<b>Característica</b>	<b>Tolerancia</b>
Ancho de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, del eje a la orilla	± 1 cm
Pendiente transversal	± 0,5%

**H.2.3.** 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.2.4.** A partir de las cotas obtenidas en las nivelaciones a que se refieren los Incisos H.2.1. y H.2.2. de esta Norma, en todos los puntos nivelados se determinarán los espesores de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente compactada, los que serán iguales al fijado en el proyecto o, para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, cumplirán con lo establecido en los Incisos H.2.5. y H.2.6. de esta Norma.

**H.2.5.** El espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, será 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.2.6.** La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo, será igual a diez centésimos (0,10) del espesor promedio o menor:

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

Donde:

$\sigma_e$  = 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.3. RESISTENCIA A LA FRICCIÓN**

Que la superficie de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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 franja de tendido. El Contratista de Obra hará esta comprobación conforme a la norma ASTM E 670-94 (2000).

## I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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 capa de rodadura 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente de cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, (m<sup>3</sup>)

$L$  = 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.2.5. de esta Norma.

$\bar{a}$  = Ancho promedio de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la capa de rodadura, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en el Inciso H.2.2. de esta Norma, (m).

La Secretaría medirá y pagará como máximo el volumen de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente que resulte del espesor de proyecto más cero coma cinco (0,5) centímetros 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 2 de esta Norma.

**TABLA 2.- Formato para el cálculo de los volúmenes y los importes a pagar**

Tramo <sup>[1]</sup>		L m	$\bar{e}$ m	$\bar{a}$ m	V m <sup>3</sup>	PU \$	Importe \$ <sup>[2]</sup>
del km	al km						
+	+						
+	+						
+	+						
+	+						
+	+						
+	+						
<b>Importe total =</b>							\$ <input type="text"/>

$L$  = Longitud del tramo correspondiente

$\bar{e}$  = Espesor promedio del tramo correspondiente (espesor de proyecto más 0,5 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Importe de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente (Importe =  $V \times PU$ )

## J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente 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 capa de rodadura 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente y para el riego de liga, así como de las fibras y 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 acarrees 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.
- Secado del material pétreo; dosificación, calentamiento y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos y aditivos.
- Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente.
- 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 y acarreo al lugar de tendido.
- Tendido y compactación de la mezcla asfáltica.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente hasta que sea recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

**K. ESTIMACIÓN Y PAGO**

La estimación y pago de las capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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 capa de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, 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.