

**LIBRO:** CSV. CONSERVACIÓN  
**TEMA:** CAR. Carreteras  
**PARTE:** 3. TRABAJOS DE CONSERVACIÓN PERIÓDICA  
**TÍTULO:** 02. Pavimentos  
**CAPÍTULO:** 014. Capas de Rodadura de Granulometría Discontinua  
Tipo SMA

**A. CONTENIDO**

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente, de granulometría discontinua tipo SMA, ya sea como tratamiento superficial o para reponer la capa de rodadura original, de carreteras en operación.

**B. DEFINICIÓN**

Las capas de rodadura con mezcla asfáltica en caliente de granulometría discontinua tipo SMA (*Stone Mastic Asphalt*), son aquellas 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 de mezcla asfáltica o de concreto hidráulico, 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.

**C. REFERENCIAS**

Es referencia de esta Norma, la norma ASTM E 670-09 *Standard Test Method for Side Force Friction on Paved Surfaces Using the Mu-Meter*, publicada por la ASTM International, en EUA, en el año 2009.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUAL	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras.....	N·LEG·3
Ejecución de Proyectos de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras .....	N·PRY·CAR·10·03·001
Riegos de Liga.....	N·CTR·CAR·1·04·005
Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamientos .....	N·CSV·CAR·2·02·001
Instalación de Señalamiento y Dispositivos para Protección en Obras de Conservación .....	N·CSV·CAR·2·05·011
Fresado de la Superficie de Rodadura en Pavimentos Asfálticos .....	N·CSV·CAR·3·02·006
Prácticas Ambientales durante la Conservación Periódica de las Obras .....	N·CSV·CAR·5·02·001
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 de granulometría discontinua tipo SMA, cumplirán con lo establecido en las Normas N·CMT·4·04, *Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas*, N·CMT·4·05·002, *Calidad de Materiales Asfálticos Modificados* o N·CMT·4·05·004, *Calidad de Materiales Asfálticos Grado PG*, según sea el caso, y la mezcla asfáltica de granulometría discontinua Tipo SMA que se produzca cumplirá

con lo establecido en la Norma N-CMT-4-05-003, *Calidad de Mezclas Asfálticas para Carreteras*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los materiales pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.

- D.2.** Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características de los materiales pétreos, del material asfáltico o de la interacción entre ambos utilizando aditivos, estos 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 los corrija o los reemplace 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 de granulometría discontinua tipo SMA, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto o aprobada por la Secretaría, 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 estará 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 reemplace 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.** Pirógrafo a la salida del secador para registrar automáticamente la temperatura del material pétreo.
- E.1.3.** Cribas para clasificar el material pétreo por los 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 el número de compartimentos para almacenar y dosificar por separado los diferentes materiales pétreos por tamaños. Si la alimentación de las tolvas se realiza con equipo autopropulsado, éste estará equipado con un cucharón cuyo ancho no provoque derrames en compartimientos adyacentes, para evitar la contaminación del material.
- E.1.5.** Silo para almacenar y proteger de la humedad a los fines 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 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 requerida según el proporcionamiento de la mezcla asfáltica.
- E.1.9.** Sistema para dosificación de fibras que permitan 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 de granulometría discontinua tipo SMA 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 reparta la mezcla uniformemente frente al enrasador, y sensores de control automático de niveles.

En el caso de que se requiera aplicar un 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 dosificaciones controladas, que incluya un tanque de almacenamiento del material asfáltico, medidor de presión, dispositivo para la medición del volumen que se aplique, bomba y barra de circulación completa con sistema de calentamiento, de longitud variable, que pueda 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 equipo especial para verter la mezcla asfáltica a las pavimentadoras, evitando que los camiones vacíen directamente a las tolvas de las mismas, mejorando así la uniformidad superficial de la capa de rodadura.

### **E.3. COMPACTADORES**

Autopropulsados, reversibles, con una masa mínima de diez (10) toneladas y provistos de un sistema de rocío por agua y 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, contarán con una escoba rotatoria con el tipo de cerdas adecuado 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*, que procedan. 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 de granulometría discontinua tipo SMA, se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N·LEG·3, *Ejecución de Obras*.

### **G.2. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES**

- G.2.1.** Los materiales pétreos, asfálticos y aditivos que se empleen en la elaboración de las capas de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, 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 de granulometría discontinua tipo SMA 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 de granulometría discontinua tipo SMA, 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 de granulometría discontinua tipo SMA:

- 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.3.5.** Cuando la velocidad del viento provoque un enfriamiento prematuro de la mezcla asfáltica.

### **G.4. TRABAJOS PREVIOS**

- G.4.1.** Antes de iniciar la construcción de la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, el Contratista de Obra instalará las señales y los dispositivos de seguridad, que se requieran conforme a lo indicado en 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, considerando por lo menos cuatro (4), 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 construcción de la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA 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.4.2.** Cuando así lo indique el proyecto, previo a la construcción de la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, se hará un fresado de toda la superficie por cubrir conforme a lo indicado en la Norma N·CSV·CAR·3·02·006, *Fresado de la Superficie de Rodadura en Pavimentos Asfálticos*, para eliminar las deformaciones superficiales de la carpeta asfáltica o retirar la capa de rodadura existente.
- G.4.3.** Inmediatamente antes de la construcción de la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, la superficie de la carpeta sobre la que se colocará tendrá las condiciones adecuadas de drenaje transversal y longitudinal, y estará debidamente preparada, exenta de basura, piedras, polvo, grasa o encharcamientos de material asfáltico, sin irregularidades o depresiones y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre tramos que no hayan sido previamente aceptados por la Secretaría.
- G.4.4.** Previamente a la construcción de la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, las estructuras de la carretera o contiguas, tales como banquetas, guarniciones, camellones, parapetos, postes, pilas, estribos, caballetes y barreras separadoras, entre otras, que pudieran mancharse directa o indirectamente durante la construcción de la capa de rodadura, se protegerán con papel u otro material similar, de manera que concluido el trabajo y una vez retirada la

protección, se encuentren en las mismas condiciones de limpieza en que se hallaban.

- G.4.5.** Los acarreos de la mezcla asfáltica hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, se distribuya sobre todo el ancho de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro. No se permitirá que los camiones que transportan la mezcla asfáltica, hagan maniobras que puedan distorsionar, disgregar u ondular las orillas de una capa recién tendida. En el caso de que por algún motivo esta situación llegue a suceder, el Contratista de Obra reparará inmediatamente los daños causados, por su cuenta y costo.

## **G.5. ELABORACIÓN DE LA MEZCLA 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 asfáltica 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 de granulometría discontinua tipo SMA, 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 de granulometría discontinua tipo SMA 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 precompactado por el equipo 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, es decir, que aunque esté caliente no muestre brillo ni fluidez, 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 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 de granulometría discontinua tipo SMA, 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*.
- G.7.5.** El tendido se hará en una sola capa y en forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora.
- G.7.6.** 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.7.7.** 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.7.8.** La capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA se colocará cubriendo como mínimo el ancho total del carril.
- G.7.9.** Durante el tendido de la mezcla asfáltica de granulometría discontinua tipo SMA, 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 necesario utilizar un equipo especial para verter la mezcla asfáltica a la pavimentadora, evitando

que el camión vacíe directamente a la tolva de la misma, mejorando así la uniformidad superficial de la capa de rodadura.

- G.7.10.** 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.7.11.** 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.7.12.** El tiempo de almacenamiento previo al tendido 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 mezcla.

## **G.8. COMPACTACIÓN**

- G.8.1.** Inmediatamente después de tendida la mezcla asfáltica, será compactada.
- G.8.2.** La mezcla asfáltica 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.8.3.** En las capas de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, no se permitirá el uso de compactadores vibratorios.
- G.8.4.** 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.8.5.** La compactación se terminará cuando la mezcla asfáltica tenga una temperatura igual o mayor que la mínima conveniente para la compactación, que haya determinado el Contratista de Obra conforme a lo indicado en el Inciso G.7.3. de esta Norma y se haya alcanzado el grado de

compactación indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.

- G.8.6.** Por ningún motivo se estacionará el equipo de compactación, por periodos prolongados, sobre la capa rodadura de granulometría discontinua tipo SMA recién compactada, para evitar que se produzcan deformaciones permanentes en la superficie terminada.
- G.8.7.** Se tendrá cuidado en mantener siempre bien humedecidos los rodillos compactadores para evitar que la mezcla asfáltica se adhiera y se provoquen imperfecciones en el acabado de la capa de rodadura.

### **G.9. ACABADO**

- G.9.1.** La superficie de la capa de rodadura quedará limpia y presentará una textura y acabados uniformes.
- G.9.2.** Cuando la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, se construya sobre una 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, 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. MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL**

Durante la construcción de la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, el Contratista de Obra tomará las

precauciones necesarias para evitar la contaminación del aire, los suelos, las aguas superficiales o subterráneas, la flora y la fauna, 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.11. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA hasta que haya sido recibida 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 capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, 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, cumplan 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, sin llegar a quemarse, que la temperatura mínima conveniente de compactación

determinada conforme a lo indicado en el Inciso G.7.3. de esta Norma 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, 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:

$$d = \frac{L}{50}$$

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 de granulometría discontinua tipo SMA, 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 de granulometría discontinua tipo SMA, 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 estos 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.

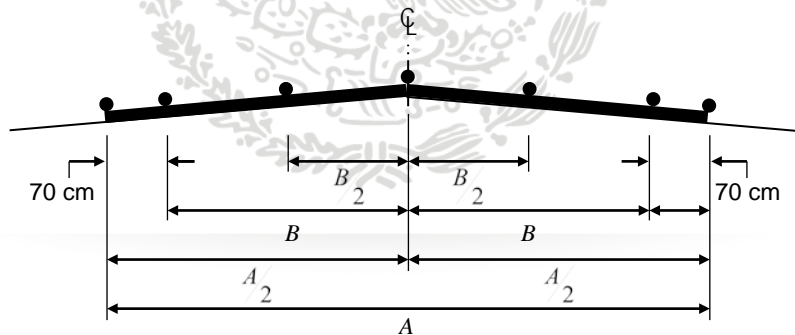


FIGURA 1.- Ubicación de los puntos por nivelar

- H.2.2.** Una vez compactada la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso anterior, 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.
- 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.

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

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

**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 de granulometría discontinua tipo SMA 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 de granulometría discontinua tipo SMA 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 670-09.

### H.4. LIMPIEZA DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO

Que una vez terminada la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, la superficie del pavimento esté limpia, atendiendo lo indicado en la Norma N-CSV-CAR-2-02-001, *Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamientos*.

## I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de capas de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA 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, 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:

# CSV. CONSERVACIÓN

## CAR. CARRETERAS

N.CSV.CAR.3-02-014/15

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

Donde:

$V$  = Volumen de la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA de cada tramo de un (1) km 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 de granulometría discontinua tipo SMA, 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 de granulometría discontinua tipo SMA 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						
+	+						
+	+						
+	+						
+	+						
+	+						

Importe total = \$

$L$  = 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 de granulometría discontinua tipo SMA

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Importe de la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA (Importe =  $V \times PU$ )

**J. BASE DE PAGO**

Cuando la construcción de capas de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA 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, 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 de granulometría discontinua tipo SMA y para el riego de liga, así como de las fibras y los aditivos que se requieran. Limpieza del tanque en que se transporten, movimientos en la planta de producción y en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga en el depósito, cargo por almacenamiento y todas las operaciones de calentamiento y bombeo requeridas.
- Desmante y despirme de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales; cargas, descargas y todos los acarreos de los materiales y de los desperdicios; formación de los almacenamientos y clasificación de los materiales pétreos separándolos por tamaños.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.
- Secado del material pétreo; dosificación, calentamiento y mezclado de los materiales pétreos, asfálticos, aditivos y fibras.
- En su caso, fresado de toda la superficie sobre la que se construirá la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA conforme a lo indicado en la Norma N-CSV-CAR-3-02-006, *Fresado de la Superficie de Rodadura en Pavimentos Asfálticos*.
- Barrido y limpieza de las superficies sobre la que se construirá la capa de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA y de la misma capa una vez compactada, conforme a la Norma N-CSV-CAR-2-02-001, *Limpieza de la Superficie de Rodadura y Acotamientos*.

## CSV. CONSERVACIÓN

### CAR. CARRETERAS

N-CSV-CAR-3-02-014/15

- 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.
- El 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 de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA hasta que sea recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto, excepto el señalamiento de protección que 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*.

#### K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de las capas de rodadura de granulometría discontinua tipo SMA, 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 de granulometría discontinua tipo SMA, 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.

SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES