

ACTUALIZACION DE MANUALES DE LA ADMINISTRACION

DISPOSICIÓN AM-01-2001

CR-77 CAPITULO 400, SECCION 400, del 401.01 A LA 401.09

1. INTRODUCCION

Como consecuencia del incremento en la utilización de mezclas asfálticas en caliente, se ha hecho necesaria la actualización de lo dispuesto en las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes, CR-77, relacionado con ellas. Es así como se modifica el Capítulo 400, desde la sección 401.01 a la 401.09.

2. OBJETIVO

Actualizar, de acuerdo con los requerimientos y necesidades vigentes, los requisitos para las mezclas asfálticas en caliente. Esta actualización queda vigente en esta Disposición en sustitución de lo dispuesto por el CR-77 en el mismo capítulo y secciones según se presenta a continuación.

CAPITULO 400
REQUISITOS PARA MEZCLA ASFALTICA EN CALIENTE
SECCION 401

401.01 OBJETO

Estas especificaciones contienen los requisitos generales que son aplicables a las mezclas bituminosas fabricadas en planta en caliente, utilizadas en carpetas, capas intermedias, bases y actividades de conservación vial. Variaciones a estos requisitos deben ser indicadas en las Especificaciones Especiales de cada proyecto particular.

Este trabajo debe consistir en la colocación de una o varias capas de mezcla bituminosa sobre la base preparada de acuerdo con las presentes especificaciones y a los requisitos específicos bajo contrato. La construcción se hará de acuerdo con las especificaciones y razonablemente ajustado a los lineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc., mostrados en los planos o fijados por la ingeniería de Proyecto.

401.02 DEFINICION

Se define como mezcla asfáltica en caliente la combinación de cemento asfáltico, agregados minerales y eventualmente relleno mineral y/o aditivos, íntimamente combinados en las proporciones y temperaturas de diseño. El mezclado debe ser tal que todas las partículas de los agregados queden cubiertas en su totalidad por una película de ligante.

401.03 DISEÑO Y COMPOSICION DE LAS MEZCLAS

El Contratista presentará al Ingeniero de Proyecto, antes de iniciar la producción de la mezcla asfáltica, el diseño de mezcla propuesto, elaborado de acuerdo con el método de diseño Marshall Estándar, descrito por ASTM en la designación D 1559, para agregados con tamaño máximo nominal igual o menor que 19 mm, o el método Marshall Modificado para agregados con tamaño máximo nominal mayor de 19 mm; tal como se describe en el Manual del Instituto del Asfalto MS-2, o por cualquier otro método aceptado por la Administración. La mezcla y la proporción de los materiales deben cumplir con los requisitos de los artículos 401.04 al 401.08.

La Administración, a través de especificaciones especiales para un proyecto en particular, podrá modificar o establecer tolerancias de diseño para los parámetros catalogados como críticos.

401.04 MATERIALES

401.04.01 Materiales bituminosos

Los materiales bituminosos deben ser cementos asfálticos que cumplan con la norma nacional vigente.

Podrá modificarse el ligante asfáltico mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, antidesnudantes, asfaltos naturales o cualquier otro producto de calidad reconocida, con el propósito de que se cumplan o se mejoren los niveles de calidad requeridos tanto para el cemento asfáltico como para la mezcla asfáltica, debiendo su uso en la obra, estar soportado mediante ensayos de laboratorio realizados previamente. Cuando se requiera de aditivos para cumplir los requisitos de calidad, su costo será cubierto por el Contratista.

401.04.02 Agregados

Los agregados procesados individualmente por fuente, serán aceptados una vez que cumplan con los requisitos de calidad que se detallan en esta Disposición, verificados mediante muestreos periódicos, antes de adicionar el asfalto a la mezcla y previo a su incorporación al secador de la planta.

401.04.02.01 Graduación de la combinación de agregados

Los agregados deben cumplir con los requisitos de estructura granulométrica que se presentan en la Tabla No. 1, para cada tipo de mezcla asfáltica; así, las graduaciones con tamaño máximo nominal igual o menor que 19 mm, se utilizarán para capas de ruedo y en las capas intermedias o de base, se emplearán aquellas graduaciones con tamaño máximo nominal superior a 19 mm. Se entenderá por **tamaño máximo nominal**, el tamaño inmediato superior que el primer tamiz que retiene más del 10%.

Cuando se considere, para efectos de diseño, la incorporación de polvo mineral filler (cal, cemento u otro aceptado por la Administración), su efecto en la curva granulométrica debe estar reflejado en el momento de verificar el cumplimiento de las especificaciones.

Tabla No.1 Especificaciones de graduación para mezcla asfáltica en caliente a utilizar en superficies de ruedo y capas de base										
Porcentaje pasando por peso Tamaño máximo nominal										
Mallas	37.5 mm		25 mm		19 mm		12.5 mm		9.5 mm	
	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia	Rango Especificado	Tolerancia
50.0 mm	100	•								
37.5 mm	90 - 100	±5	100	•						
25.4 mm	75 - 90	±5	90 - 100	±5	100	•				
19.0 mm	-	-	77 - 92	±5	90 - 100	±5	100	•		
12.7 mm	42 - 65	±5	60 - 80	±5	68 - 90	±5	90 - 100	±5	100	•
9.5 mm	-	-	50 - 70	±5	56 - 80	±5	70 - 90	±5	90 - 100	±5
No.4	22 - 35	±4	30 - 39	±4	35 - 57	±4	45 - 65	±4	55 - 75	±4
No.8	15 - 23	±4	19 - 27	±4	23 - 35	±4	28 - 39	±4	32 - 47	±4
No.16	8 - 15	±4	11 - 18	±4	14 - 22	±4	16 - 26	±4	19 - 31	±4
No.30	5 - 12	±4	7 - 14	±4	9 - 17	±4	9 - 19	±4	11 - 23	±4
No.50	3 - 10	±4	4 - 11	±4	6 - 14	±4	5 - 16	±4	7 - 19	±4
No.200	0 - 6	±2	1 - 7	±2	2 - 8	±2	2 - 8	±2	2 - 10	±2

NOTAS:

1. La tolerancia es la desviación permisible al valor propuesto en la fórmula de mezcla para trabajo, sin salirse del rango especificado. La tolerancia es absoluta.
2. La verificación de la granulometría de la mezcla producida, se efectuará de acuerdo con la norma de ensayo AASHTO T 30.
3. Alternativamente, para la verificación de la granulometría de la fórmula de la mezcla para trabajo, se podrá utilizar agregado proveniente de la banda transportadora en plantas mezcladoras de tambor, o de las tolvas calientes en plantas de dosificación. El agregado será utilizado de acuerdo con las normas de ensayo AASHTO T11 y AASHTO T27.

401.04.02.02 Agregado Grueso

Definición: se define como agregado grueso la fracción granulométrica retenida en el tamiz 4.75 mm (No. 4).

Requisitos que debe cumplir:

- a) El porcentaje de desgaste en la prueba de Abrasión de los Ángeles (AASHTO T 96), menor o igual a 40 %.
- b) La pérdida por sanidad, luego de 5 ciclos, según la normativa AASHTO T 104, menor o igual a 15 % cuando se utiliza sulfato de sodio como reactivo o menor o igual a 20 % cuando se utiliza sulfato de magnesio como reactivo.
- c) El índice de durabilidad (AASHTO T 210), mayor o igual a 35 %.
- d) El porcentaje de caras fracturadas indicados en la Tabla No. 2, según procedimiento estándar ASTM D.5821.

Tabla No. 2 Especificaciones de caras fracturadas		
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 ton (*)	Para capas intermedias	Para capas de rodamiento
	Porcentaje por peso con una o más caras fracturadas / porcentaje por peso con dos o más caras fracturadas	Porcentaje por peso con una o más caras fracturadas / porcentaje por peso con dos o más caras fracturadas
Inferior o igual a 30	80/75	95/90
Inferior a 100	95/90	100/100
Superior o igual a 100	100/100	100/100

(*) Estimados para el período de diseño.

NOTA: 80 / 75 indica que 80 % o más del agregado grueso debe tener mínimo una cara fracturada y el 75 % del agregado grueso debe tener mínimo dos caras fracturadas.

- e) El residuo insoluble en la prueba de carbonatos solubles (ASTM D 3042), mayor o igual a 25 % en la prueba para la fracción del residuo con tamaño mayor que la malla No. 200 (ASTM D 3042, Sección 7).

- f) Un porcentaje por peso de partículas planas o alargadas de acuerdo a la Tabla No.3.

Tabla No. 3 Partículas alargadas (ASTM 0 4791)	
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 ton (*)	Porcentaje máximo por peso (%)
Inferior 10	10
Inferior a 100	10
Superior o igual a 100	10

(*) Estimados para el período de diseño.

Este porcentaje se determina conforme al procedimiento estándar ASTM D 4791, definiéndose como partícula plana y alargada aquella cuya relación entre las dimensiones máxima y mínima excede a cinco (5).

- g) El contenido de arcilla o partículas friables (AASHTO T 112), menor o igual a 2%.

NOTA: los agregados que no cumplan con el inciso g) deben someterse a un proceso de limpieza (lavado, aspiración u otro) que garantice el cumplimiento de este requisito durante la producción de la mezcla

401.04.02.03 Agregado Fino.

Definición: se define como agregado fino la fracción granulométrica que pasa el tamiz de 4.75 mm (No. 4), producto de la trituración mecánica del agregado grueso. No se permite en ningún caso el uso de arena natural.

Requisitos que debe cumplir:

- a) Índice de durabilidad (AASHTO T 210) mayor o igual a 35%.
- b) Equivalente de arena (ASSHTO T 176) mayor o igual a 50%.
- c) La pérdida por sanidad, luego de 5 ciclos, según AASHTO T 104, menor o igual a 15 % cuando se utiliza sulfato de sodio como reactivo o menor o igual a 20 % cuando se utiliza sulfato de magnesio como reactivo.

- d) La fracción del agregado fino que califique para la prueba de desgaste por Abrasión (AASHTO T 96), menor o igual a 40 %.

401.04.02.04 Polvo Mineral (filler)

Definición: se define como polvo mineral a la fracción granulométrica del agregado que cumpla con los requisitos indicados en la Tabla No.4. Debe estar libre de material orgánico, de partículas de arcilla y cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Graduación.

Tabla No. 4 Requisitos de graduación para el polvo mineral	
Malla	Rango de porcentaje pasando por peso
No. 30	100
No. 50	95 - 100
No. 200	70 - 100

- b) En caso de que el polvo mineral no sea cemento o cal (hidróxido de calcio como principal constituyente), no debe tener plasticidad.
- c) En caso de que una parte o todo el material retenido en el filtro seco (baghouse), se reincorpore como relleno mineral (filler), el Contratista debe garantizar, mediante el uso de equipo apropiado, que la cantidad inyectada es constante y debidamente proporcionada por peso o volumen y que el punto de inyección es el correcto, según el tipo de planta.

401.05 REQUISITOS PARA EL APILAMIENTO DE LOS AGREGADOS PROCESADOS.

El agregado procesado debe acumularse sobre una superficie seca, limpia, plana y estable. No debe permitirse su contaminación con material extraño como polvo, barro o pasto y se debe garantizar la menor humedad posible. Para todos los casos, cada fracción de agregado se apilará separada de los demás para evitar intercontaminación. Si los apilamientos se disponen sobre terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores (base del acopio).

La forma y el tamaño del apilamiento debe ser tal que no se dé segregación del material por influencia de la gravedad y el tamaño de las partículas; por

esta razón, los apilamientos se construirán por capas de espesor no superior a un metro y veinte centímetros (1.20 m), ni por porciones cónicas.

Cuando se inicie la producción de mezcla asfáltica con un determinado apilamiento, no debe efectuarse su recarga con más agregados, aunque sea de una misma fuente y un mismo origen geológico, sino que el nuevo agregado debe almacenarse en otro sitio de manera homogénea, hasta tener una cantidad suficiente de agregados que asegure la mayor cantidad de días de producción.

401 .06

REQUISITOS PARA LA MEZCLA ASFALTICA.

La mezcla asfáltica debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Estabilidad (AASHTO T 245), mínima de 800 Kg., para el método Marshall Estándar o un mínimo de 1800 Kg., para el método Marshall Modificado.
- b) Flujo (AASHTO T 245) tendrá un valor de 30 ± 10 centésimas de centímetro, para el método Marshall Estándar y para el método Marshall Modificado, el flujo tendrá un valor 45 ± 15 centésimas de centímetro.
- c) Una tolerancia en el contenido de asfalto de ± 0.5 % sobre el porcentaje óptimo de cemento asfáltico por el peso total de la mezcla de la fórmula de la mezcla para el trabajo.
- d) Un contenido de vacíos con aire en pastillas Marshall preparadas con mezcla asfáltica a utilizar en capas de rueda de $4\% \pm 1\%$. Asimismo un contenido de vacíos con aire en pastillas Marshall preparadas con mezcla asfáltica a usar en capas intermedias o de base asfáltica de $5.5\% \pm 2.5\%$.
- e) Una relación polvo / asfalto con un valor mínimo de 0.6 y un valor máximo de 1.3 definida como el porcentaje de agregado que pasa el tamiz No. 200 dividido por el contenido de asfalto efectivo por peso total de la mezcla.
- f) Vacíos en el Agregado Mineral (VAM). El requisito mínimo de VAM depende del tamaño nominal del agregado en la mezcla y del contenido de vacíos en la fórmula de mezcla para el trabajo, según se detalla en la Tabla No. 5.

Tabla No. 5 Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM)			
Tamaño máximo nominal	Contenido de vacíos de diseño en la mezcla asfáltica		
	3.0 %	4.0 %	5.0 %
9.5 mm	14	15	16
12.5 mm	13	14	15
19 mm	12	13	14
25 mm	11	12	13
37.5 mm	10	11	12

NOTA:

- i. La interpolación es válida para contenidos de vacíos no enteros, de 3.0 % a 5.0%.
- ii. Para bases asfálticas con más de 5.0 % de vacíos, se tomará el criterio para 5.0 %.

- g) Un valor mínimo de resistencia a la compresión uniaxial retenida (AASHTO T 165) de 75%

Un valor mínimo de resistencia a la compresión uniaxial (AASHTO T 167) de 21 Kg /cm² en probetas falladas al aire (sin condicionar).

Para ambas pruebas las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta.

Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire de $7.5 \pm 0.5\%$

- h) Resistencia a la tensión diametral retenida (AASHTO T 283), mayor o igual a 75 % (sin efectuar el período de congelamiento).
- i) Los vacíos llenos con asfalto (VFA), deben estar dentro del rango, conforme a la Tabla No.6.

Tabla No. 6 Porcentaje de vacíos llenos de asfalto	
Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8.2 ton (*)	Porcentaje de vacíos llenos de asfalto (%)
Inferior a 0.3	70 - 80
Inferior a 3	65 - 78
Superior o igual a 3	65 - 75

(*) Estimados para el período de diseño.

- j) Temperatura de mezclado: es la temperatura que debe tener el asfalto para obtener una viscosidad cinemática de 170 ± 20 cSt, tanto en el proceso de diseño como de producción en planta, determinada a partir del gráfico de temperatura / viscosidad para el asfalto a utilizar en la obra.
- k) Temperatura de compactación: es la temperatura que debe tener el asfalto para obtener una viscosidad cinemática de 280 ± 30 cSt, determinada a partir del gráfico de temperatura / viscosidad para el asfalto a utilizar en la obra. El rango de temperaturas de esta forma definido, se utilizará estrictamente para efectos del diseño de la mezcla. Esta temperatura de compactación podrá ser ajustada, en obra, de acuerdo con las condiciones locales, de la topografía del proyecto, del ambiente y del equipo de colocación, mediante un tramo de prueba.
- l) Previo a la preparación de los especímenes Marshall, la mezcla asfáltica será colocada en un horno a la temperatura de moldeo por un período de 2 horas.

401.07 DISEÑO DE MEZCLA ASFALTICA Y FÓRMULA DE MEZCLA PARA EL TRABAJO.

401.07.01 Requisitos para el informe de diseño de mezcla y fórmula de mezcla asfáltica.

Los requisitos generales para el informe del diseño de mezcla asfáltica y la fórmula de mezcla para el trabajo son los que se especifican en la Disposición MN-01-2001 sobre Diseño y Fórmula de Mezcla para el Trabajo, sin embargo a continuación se enumera cada requisito que se debe cumplir con su referencia y se anotan las condiciones particulares.

401.07.01.01 Información general:

Lo indicado en el apartado 3.2.1 de la Disposición MN-01-2001.

401.07.01.02 Agregados y polvo mineral ("filler"):

Lo indicado en el apartado 3.2.2 de la Disposición MN-01-2001.

401.07.01.03 Ligante (Cemento Asfáltico):

Lo indicado en el apartado 3.2.3 de la Disposición MN-01-2001 y además con:

Gráfico de temperatura / viscosidad y rangos de temperatura de mezclado y compactación para el cemento asfáltico utilizado en el diseño.

401.07.01.04 Aditivos:

Lo indicado en el apartado 3.2.4 de la Disposición MN-01-2001.

401.07.01.05 Diseño de mezcla:

- a) El diseño Marshall debe contener al menos 5 puntos con diferentes dosificaciones de asfalto, con variaciones de 0.5 % entre cada una, que permita evaluar el comportamiento de la mezcla asfáltica, en el óptimo de asfalto y el óptimo ± 0.5 % (sin extrapolar).
- b) Resultados de los ensayos del diseño Marshall para cada espécimen y porcentaje de asfalto utilizado (estabilidad, flujo, vacíos en la mezcla, gravedad específica bruta, vacíos en el agregado mineral y vacíos llenos con asfalto).
- c) Gráficos respectivos para los parámetros señalados en el punto anterior en función del contenido de asfalto por peso de la mezcla.
- d) Resultados del ensayo de gravedad específica máxima para cada porcentaje de asfalto utilizado.
- e) Resultados del ensayo de inmersión - compresión, que incluyan los valores de resistencia a compresión simple para especímenes condicionados y no condicionados, contenido de vacíos en los especímenes e índice de resistencia retenida.

- f) Resultado del ensayo de tensión diametral retenida, que incluyan los valores tensión diametral para especímenes condicionados y no condicionados, contenido de vacíos, grado de saturación de los especímenes, e índice de tensión diametral retenida.

401.07.01.06 Fórmula de mezcla

Lo indicado en el apartado 3.2.6 de la Disposición MN-01-2001. Además, la información de los agregados debe incluir rangos de especificación de granulometría resultantes de aplicar la tolerancia particular de cada tamiz.

401.07.02 Recepción del diseño de mezcla y la fórmula de mezcla.

Lo indicado en el apartado 3.3 de la Disposición MN-01-2001.

401.07.03 Verificación del diseño de mezcla asfáltica.

Lo indicado en el apartado 3.4 de la Disposición MN-01-2001. Además se requiere de la aportación de:

- a) 150 kilogramos de cada agregado.
- b) 10 kilogramos del relleno mineral (“filler”) que sea propuesto para mejorar la granulometría y/o el desempeño de la mezcla asfáltica.
- c) Cinco muestras de 4 litros cada una, del cemento asfáltico empleado en el diseño de mezcla asfáltica y que será usado en la producción de la mezcla.
- d) Una muestra de 0.5 litros en el caso de aditivos líquidos y 5 kilogramos en el caso de aditivos secos, con su respectiva hoja de recomendaciones de seguridad.

401.07.04 Verificación en campo de la mezcla asfáltica para obtener la fórmula de mezcla para el trabajo.

Lo indicado en el apartado 3.5 de la Disposición MN-01-2001.

Los ensayos de verificación en campo consistirán como mínimo de una muestra de mezcla analizada de acuerdo con las propiedades establecidas en la sección 401.06, incluyendo el contenido de asfalto y la granulometría por extracción (AASHTO T 30) o ignición.

401.07.05 Tramo de Prueba

Lo indicado en el apartado 3.6 de la Disposición MN-01-2001.

El tramo de prueba, para tener representatividad, debe contar con una longitud mínima de 100 metros por un ancho y espesor según lo solicite la Ingeniería de Proyecto.

La mezcla asfáltica debe cumplir con la fórmula de mezcla para el trabajo aceptada y con los requisitos establecidos en la sección 401.06 de esta Disposición. Así mismo, la mezcla asfáltica compactada debe cumplir con los requisitos establecidos en la sección 401.08 de esta Disposición.

Para el caso de mezcla asfáltica en caliente utilizada para bacheo, una vez que el contratista haya entregado al Ingeniero de Proyecto la fórmula de trabajo, en sustitución del tramo de prueba, se construirán al menos tres baches de prueba de una área mínima de 4 m² cada uno, un lado mayor o igual a 2.0 metros, de acuerdo con los requerimientos del equipo de compactación.

401.07.06 Ajustes a la fórmula de mezcla para el trabajo.

Si el contratista y/o el Ingeniero de Proyecto determina de acuerdo con resultados de ensayos de control de calidad efectuados durante la producción normal, que ajustes a la fórmula de mezcla para el trabajo son necesarios para alcanzar las propiedades específicas para la mezcla, dichos ajustes deben ser realizados dentro de las tolerancias permitidas por el diseño para la mezcla que esté siendo producida.

Todos los ajustes a la fórmula de mezcla para el trabajo deben ser aceptados por el Ingeniero de Proyecto y documentados por escrito.

Las variaciones en las proporciones de combinación de los agregados aceptados por la Administración, con el propósito de cumplir con los rangos especificados en la fórmula de mezcla para el trabajo, deben comunicarse en el momento de su implantación al Inspector de Planta destacado por la Administración, quien lo registrará en sus informes diarios de inspección. Este Inspector comunicará a la Administración sobre las actualizaciones registradas.

401.07.07 Cambios en la fórmula de mezcla para el trabajo

Lo indicado en el apartado 3.8 de la Disposición MN-01-2001.

401.07.08 Disposiciones Finales

Lo indicado en el apartado 3.9 de la Disposición MN-01-2001.

El incumplimiento por parte del contratista de los requisitos establecidos en el artículo 401.07, suscitará la paralización inmediata de la producción por parte del Ingeniero de Proyecto. La producción normal, reiniciará cuando todos los muestreos y ensayos de control de calidad de la mezcla, tramos de prueba y calibraciones e inspecciones hayan sido desarrollados por el contratista y aceptados por el Ingeniero de Proyecto.

401.08 REQUISITOS DE COMPACTACION DURANTE LA CONSTRUCCION

La mezcla asfáltica fabricada de acuerdo con la fórmula de la mezcla para el trabajo aceptada, colocada, y compactada de conformidad con el tramo de prueba, debe tener un porcentaje de compactación de $94.5 \% \pm 2.5 \%$ del valor de la gravedad específica máxima teórica de referencia (vacíos de $5.5 \% \pm 2.5 \%$).

Las mezclas asfálticas utilizadas en capas intermedias o bases asfálticas, deben tener un porcentaje de compactación del $92.5 \% \pm 4.5 \%$ del valor de la gravedad específica máxima teórica de referencia (vacíos de $7.5 \% \pm 4.5 \%$).

Para la determinación del porcentaje de compactación de campo, se utilizará el valor de la gravedad específica bruta de la capa asfáltica, medida en el pavimento a través de núcleos. Para mayor precisión, la determinación de la gravedad específica bruta de los núcleos se hará utilizando el método de la parafina (AASHTO T 275).

Como densidad de referencia se utilizará el valor de la gravedad específica máxima teórica de muestras representativas diarias de mezcla proveniente de la planta, de acuerdo con el plan de muestreo aleatorio que recomienda el Instituto del Asfalto (MS-22 Apéndice C).

La determinación de la compactación de la mezcla asfáltica, se debe efectuar después de la construcción y antes de la estimación para su pago. El plazo máximo entre la construcción y la determinación de la compactación será de 2 (dos) días naturales. El efecto de la post-compactación inducido por el tránsito no podrá ser considerado para eventuales reclamos por incumplimiento de la compactación.