

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

SECCIÓN 552-11

MEZCLAS ASFÁLTICAS ABIERTAS EN FRÍO

552.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica de tipo abierto, preparada y colocada en frío, la cual se emplea en la construcción de bacheos y capas de rodadura o intermedia, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos.

Esta Sección no hace referencia a la mezcla asfáltica en frío de tipo denso (MDF), la cual es objeto de la Sección 550 del Capítulo 5 de estas especificaciones.

La designación de las mezclas asfálticas se compone de una combinación de letras mayúsculas y números arábigos. Las letras se refieren al tipo de mezcla y su temperatura de preparación y colocación, en tanto que los números dependen del tamaño máximo nominal del agregado pétreo, definido como el número entero, en milímetros, que más se acerca a la abertura del primer tamiz que retiene de forma acumulada más de diez por ciento (10 %), en masa, del agregado. Así, por ejemplo, una mezcla asfáltica definida como MAF20, es una mezcla abierta (A) en frío (F) elaborada con agregados cuyo tamaño máximo nominal es 20 milímetros.

552.2 MATERIALES

552.2.1 Criterio de Aceptación

Los requisitos que se exigen en esta Sección para garantizar la calidad de los materiales son un conjunto de propiedades que buscan garantizar un adecuado desempeño con el tiempo de las estructuras construidas. La evaluación de los materiales no se centrará en un único parámetro sino en el conjunto de los mismos; por tal motivo, la aprobación de los materiales a ser empleados deberá ser sustentada mediante un informe técnico desarrollado por el especialista de geotecnia y/o pavimentos, donde se consigne cuál será el desempeño de las capas construidas relacionando los resultados obtenidos de la caracterización de los materiales con sus posibles cambios en el proceso de construcción, y la durabilidad y desempeño en el periodo de diseño, proponiendo las estrategias necesarias a nivel constructivo para garantizar el cumplimiento de las exigencias del diseño.

El interventor aprobará o rechazará los materiales en función de los requisitos establecidos en esta Sección y el informe de desempeño del especialista.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

552.2.2 Agregados pétreos

Los agregados pétreos empleados para la ejecución de la mezcla asfáltica en frío deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa de material asfáltico a utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción combinada del agua y del tránsito. Cuando se empleen agregados con características hidrófilas, se deberá comprobar la adhesividad con el asfalto cumpliendo el requisito de resistencia conservada de la mezcla que se indica en el numeral 552.3.2 de esta Sección.

Durante el proceso de compactación de la mezcla se deberá aplicar un sello de arena para evitar la adhesión de las llantas de los vehículos, debido a la presencia de fluidificantes en la emulsión asfáltica. La arena será natural, proveniente de trituración o una mezcla de ambas; estará exenta de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras materias objetables. Sus características deberán ser las mismas que se exigen a los agregados para el sello de arena-asfalto, según la Sección 512 de estas especificaciones.

El Constructor es el responsable de los materiales que suministre para la ejecución de las mezclas asfálticas en frío, y deberá realizar todos los ensayos físicos, químicos, mecánicos, y petrológicos que sean necesarios para asegurar la calidad e inalterabilidad de los agregados que pretende utilizar, independiente y complementariamente de todos los que de manera taxativa se exigen en esta Sección.

552.2.2.1 Agregado grueso

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado grueso a la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adhesión completa del asfalto o afecten adversamente la durabilidad de la mezcla compactada. Sus requisitos básicos de calidad se presentan en la Tabla 552.1.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Tabla 552.1
Requisitos del agregado grueso para mezclas asfálticas en frío

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito		
			T0-T1	T2-T3	T4-T5
Petrografía					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Nota (1)		
Dureza					
Desgaste Los Ángeles	En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218-07	30	30	25
Micro Deval, % máximo		INV E-238-07	25	25	20
10% de finos	Valor en seco, kN mínimo	INV E-224-07	75	75	110
	Relación húmedo/seco, % mínimo		75	75	75
Durabilidad					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	Sulfato de Magnesio	INV E-220-07	18	18	18
Geometría de las Partículas					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara	INVE-227-07	75	75	90
	- 2 caras		50	60	75
Índice de Aplanamiento, % máximo		INV E-230-07	25	25	20
Índice de Alargamiento, % máximo		INV E-230-07	25	25	20
Resistencia al Pulimento					
Coeficiente de Pulimento Acelerado para capas de rodadura, valor mínimo		INV E-232-07	0.40	0.45	0.50

(1) En este análisis se deben describir y clasificar los constituyentes de la muestra de agregado, y determinar sus cantidades relativas, identificar tipos y variedades de rocas, la presencia de minerales química y volumétricamente inestables o reactivos, grado de meteorización o alteración, nivel de porosidad y posible presencia de contaminantes en los agregados presentándolo en porcentajes. Se debe establecer un concepto sobre la forma de adherencia posible del asfalto con el agregado en relación a la acidez de los materiales y el tipo de asfalto a usar.

Cuando la fórmula de trabajo exija la mezcla de dos (2) o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la deberán ser satisfechos para el conjunto de la mezcla.

552.2.2.2 Agregado fino

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado fino a la porción comprendida entre los tamices de 4.75 mm (No. 4) y 75 µm (No. 200). El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder los límites establecidos en la Tabla 552.2.

Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material deberá estar libre de cualquier sustancia que impida la adhesión del asfalto y deberá satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 552.2, cualquiera sea la capa de mezcla asfáltica en frío en la cual se utilice.

Cuando la fórmula de trabajo exija la mezcla de dos (2) o más agregados finos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 552.2 deberán ser satisfechos para el conjunto de la mezcla.

Tabla 552.2
Requisitos del agregado fino para mezclas asfálticas en frío

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito			
		T0-T1	T2-T3	T4-T5	
Petrografía					
Análisis petrográfico	ASTM C-295	Nota (1)			
Contenido de Arena Natural					
Proporción máxima de arena natural , en peso	-	50	35	25	
Durabilidad					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220-07	18	18	18
Geometría de las Partículas					
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo	AASHTO T-304	45	45	45	

(1) En este análisis se deben describir y clasificar los constituyentes de la muestra de agregado, y determinar sus cantidades relativas, identificar tipos y variedades de rocas, la presencia de minerales química y volumétricamente inestables o reactivos, grado de meteorización o alteración, nivel de porosidad y posible presencia de contaminantes en los agregados presentándolo en porcentajes. Se debe establecer un concepto sobre la forma de adherencia posible del asfalto con el agregado en relación a la acidez de los materiales y el tipo de asfalto a usar.

552.2.2.3 Agregados combinados

552.2.2.3.1 Granulometría

La mezcla de los agregados grueso y fino deberá ajustarse, en cuanto a su granulometría, a las exigencias que se presentan en la Tabla 552.3. Las determinaciones se efectuarán de acuerdo con la norma de ensayo INV E-213-07.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Tabla 552.3
Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en frío

Tipo de Mezcla		Tamiz (mm / U.S. Standard)							
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.36	0.075
		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 8	No. 200
		% Pasa							
Abierta	MAF12			100	70-95	-	10-30	0-10	0-2
	MAF20		100	70-95	-	20-45	0-20	0-10	0-2
	MAF25	100	70-95	-	25-55	-	0-15	0-5	0-2

Para prevenir segregaciones y garantizar los niveles de compactación y resistencia exigidos por la presente Sección, el material que produzca el Constructor deberá dar lugar a una curva granulométrica uniforme, sensiblemente paralela a los límites de la franja por utilizar, sin saltos bruscos de la parte superior de un tamiz a la inferior del tamiz adyacente y viceversa.

Los documentos del proyecto indicarán cuál deberá ser la granulometría por aplicar en cada caso específico, dependiendo del tipo de capa y su espesor y siguiendo los criterios de la Tabla 552.4.

Tabla 552.4
Tipo de mezcla en función de la ubicación y el espesor de la capa

Tipo de Capa	Espesor Compacto (mm)	Tipo de Mezcla
Rodadura	≤ 40	MAF 12
Intermedia	40 – 75	MAF 20
	≥ 75	MAF 25
Bacheo	≥ 75	MAF 25

552.2.2.3.2 Proporción de finos y Actividad

Debido a su bajo contenido de finos, en las mezclas calientes de tipo abierto no será necesario determinar la plasticidad de la fracción fina, la proporción de finos, y la Actividad del agregado combinado, salvo que el Interventor lo considere necesario.

552.2.3 Ligante asfáltico

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

El ligante asfáltico para elaborar la mezcla asfáltica en frío tipo abierta deberá ser una emulsión asfáltica catiónica de rotura media, de los tipos CRM, compatible con los agregados pétreos, la cual deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el aparte 210.2.2 de la Sección 210 de las presentes especificaciones. Si se requiere una emulsión de diferentes características, ella deberá ser objeto de una especificación particular.

552.2.4 Aditivos mejoradores de adherencia entre agregados y el ligante

Cuando se requieran, deberán ser propuestos por el Constructor, y su tipo y dosificación deberán asegurar el cumplimiento del requisito de resistencia conservada de la mezcla que se indica en el numeral 552.3.2 de esta Sección. Así mismo, el Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento que se derive del empleo del aditivo será de responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla compactada, de acuerdo con las instrucciones del Interventor o del Instituto de Desarrollo Urbano.

552.3 DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

Antes de iniciar el acopio de los agregados, el Constructor deberá suministrar, para verificación del Interventor, muestras de ellos y del ligante asfáltico por emplear, y de los eventuales aditivos, para que sean avalados por medio de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en la mezcla.

Una vez el Interventor efectúe todas las comprobaciones que considere convenientes y dé su aprobación a los ingredientes, el Constructor definirá una "fórmula de trabajo" que deberá cumplir todas las exigencias establecidas en la presente Sección.

El Constructor elaborará un informe detallado en el cual presentará y sustentará la mezcla que pretende colocar en la obra, incluyendo la evaluación de los agregados y del ligante, y la fórmula de trabajo.

En la fórmula de trabajo se consignarán la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en que ellos deben mezclarse, para obtener la granulometría establecida para la capa por construir. Siempre que el Instituto de Desarrollo Urbano exija que se evalúen las propiedades de empaquetamiento de los agregados en la mezcla, se aplicará para ello el método Bailey.

Además de las proporciones de mezcla de los agregados, se deberá indicar el porcentaje del ligante asfáltico residual (aproximado a la décima) en relación con el peso de la mezcla, y los porcentajes de aditivos respecto del peso del ligante asfáltico, cuando su incorporación resulte necesaria.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

También deberán señalarse:

- Los tiempos requeridos para la mezcla de los agregados en seco y para la mezcla de los agregados con el ligante bituminoso.
- La identificación y proporción (en peso seco) de cada fracción del material granular.
- La granulometría de cada fracción del material granular y la granulometría combinada.
- El porcentaje óptimo de ligante residual y de emulsión, en relación con el peso seco del componente mineral.
- La resistencia a la compresión inconfiada.
- La densidad máxima correspondiente a la densidad de diseño.
- Los resultados de los ensayos complementarios que indique el pliego

La aprobación de la fórmula de trabajo por parte del Interventor no exime al Constructor de su plena responsabilidad de alcanzar, con base en ella, la calidad exigida en esta Sección.

La fórmula aprobada sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos, si las circunstancias lo aconsejan y previo el visto bueno del Interventor.

552.3.1 Diseño de las mezclas asfálticas

El diseño básico de las mezclas asfálticas en frío objeto de esta Sección se efectuará fijando los contenidos de ligante a la vista de los materiales por emplear, basándose principalmente en la experiencia obtenida en casos análogos. Se hará, ante todo, una determinación del contenido óptimo teórico del ligante utilizando métodos basados en la superficie específica de los agregados. Posteriormente, con proporciones variables de ligante por encima y por debajo de este óptimo teórico, se elaborarán mezclas para someterlas al ensayo de cubrimiento y desplazamiento (norma INV E-769-07), cuyos resultados permitirán definir la proporción de emulsión en relación al peso de los agregados secos. En todo caso, el porcentaje de vacíos con aire deberá ser siempre mayor o igual a diez por ciento (10%).

552.3.2 Comprobación de la adhesividad

En todos los casos, se deberá comprobar la adhesividad entre el agregado pétreo y el ligante asfáltico, caracterizando la mezcla con el contenido óptimo de ligante según la norma de ensayo INV E-725-07, para verificar su sensibilidad al agua. La resistencia promedio a tracción indirecta de las probetas sometidas a curado húmedo deberá ser, cuando menos, ochenta por ciento (80 %) del valor promedio alcanzado por las probetas curadas en condición seca. Si no se alcanza este valor, se deberá incrementar la adhesividad empleando un aditivo mejorador de adherencia apropiado y/o un llenante mineral especial.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

552.3.3 Resistencia a la Deformación Plástica

Para capas de rodadura e intermedia en vías de tránsito T4 y T5, la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño por el método de de cubrimiento y desplazamiento, deberá ser verificada con la medida de su resistencia a la deformación plástica mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la norma de ensayo INV E-756-07, modificada de manera que se permita el curado de la mezcla compactada antes de proceder al ensayo.

La velocidad de deformación en el intervalo comprendido entre ciento cinco (105) y ciento veinte (120) minutos no podrá ser mayor de 15µm/minuto para mezclas que se vayan a emplear en pavimentos sometidos a un tránsito equivalente a la clase T5, ni mayor de 20 µm/minuto para mezclas que vayan a servir tránsitos T4. Si este requisito no se cumple, se deberán efectuar los ajustes necesarios en el diseño de la mezcla. Para tránsitos del nivel T0 y T3 no se requerirá la ejecución de esta prueba, a no ser que sea solicitada en las especificaciones particulares.

Se podrán emplear otros métodos de pista de ensayo de laboratorio contemplados en la norma EN-12697-22, caso en el cual los criterios de aceptación deberán definirse con base en especificaciones internacionales de comprobada efectividad.

552.3.4 Módulo Dinámico

La mezcla óptima diseñada por el método de de cubrimiento y desplazamiento, para capas de rodadura e intermedia en vías de tránsitos T2 a T5, deberá ser verificada con la medida de su módulo dinámico de acuerdo con las hipótesis de diseño y los criterios de fatiga empleados.

Para esto se elaborarán tres (3) probetas por cada quinientos metros cúbicos (500 m³) de mezcla asfáltica en caliente colocada, para verificar en el laboratorio la medida de su módulo dinámico, según la norma INV E-754-07.

El módulo promedio de las tres (3) probetas (M_m) no podrá exceder en más del quince por ciento (15%) el valor considerado en la hipótesis de diseño (M_d), ni encontrarse por debajo en más del cinco por ciento (5%) de este valor.

$$0.95M_d \leq M_m \leq 1.15M_d$$

Si este valor del módulo no se cumple, será necesario rediseñar la mezcla hasta lograr su cumplimiento.

552.3.5 Leyes de Fatiga

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Se establecen dos instancias para la verificación de la condición de fatiga de la mezcla asfáltica, la primera corresponde a la aprobación de la mezcla en concordancia con las hipótesis de diseño, y la segunda corresponde al control de calidad para la aprobación de la misma, con el fin de garantizar la conformidad del producto durante la ejecución de la obra.

La medida de la ley de fatiga en la mezcla asfáltica se realizará para capas de rodadura e intermedia en vías de tránsito T2 a T5, de acuerdo con el método de ensayo y la instancia correspondiente que se establecen en la Tabla 552.5. Para obtener la aprobación del uso de la mezcla, el Constructor deberá presentar, adicionalmente al diseño de la mezcla por el método de cubrimiento y desplazamiento, el histórico del último año de los registros del ensayo de fatiga, realizados para ese tipo de mezcla en la planta seleccionada para el suministro. El especialista de pavimentos, mediante concepto técnico, analizará el comportamiento y la variabilidad en la producción de la mezcla y su aproximación a las hipótesis de diseño.

Para el caso de plantas nuevas que no cuenten con un registro histórico, se deberán realizar, como mínimo, tres (3) pruebas diferentes sobre el mismo tipo de mezcla producida en diferentes días, con el fin de analizar su variabilidad.

Tabla 552.5
Método de Ensayo para la medida de la ley de fatiga

Instancia	Método de Ensayo	Mezcla asfáltica a ensayar
Diseño	Deformación controlada	Óptima diseñada por el método de cubrimiento y desplazamiento
Control de Calidad	Deformación controlada o Esfuerzo controlado (1)	Suministrada en la vía por la planta

(1) Una vez adoptado un método de ensayo en el procedimiento de control, éste no se debe variar.

Los ensayos de fatiga se realizarán bajo condiciones de densidad, temperatura y frecuencia representativas de las condiciones reales de operación del pavimento. Las probetas que se sometan a este ensayo deberán ser elaboradas con una mezcla sometida a envejecimiento previo según la norma de ensayo AASHTO R-30.

El Constructor deberá asegurarse de que las leyes de fatiga de las mezclas que elabore sean adecuadas para las necesidades de tránsito del proyecto donde se utilizará, por cuanto será de su entera y única responsabilidad cualquier deterioro prematuro atribuible exclusivamente a la fatiga de las capas asfálticas, durante el período de garantía de estabilidad de la obra.

552.3.6 Ajuste de la Fórmula de Trabajo

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla o se rebasan las tolerancias granulométricas establecidas en esta Sección, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

552.4 EQUIPO

En adición a lo descrito en la Sección 107.2 del Capítulo 1, se tendrá en cuenta lo que se indica a continuación.

552.4.1 Equipo para el procesamiento de los agregados

La planta de trituración estará provista de una trituradora primaria, una secundaria, y una terciaria, siempre que ésta última se requiera; deberá incluir una clasificadora adecuada y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

552.4.2 Planta central de mezcla

552.4.2.1 Requisitos para todas las plantas

La mezcla asfáltica abierta en frío se fabricará en plantas centrales de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada, y su capacidad mínima de producción estará señalada en el Pliego de Condiciones y dependerá de las características de la obra por ejecutar.

Las mezclas abiertas en frío, a diferencia de las mezclas densas en frío, normalmente no requieren la adición de agua y, en consecuencia, los depósitos y dispositivos para la aplicación de agua en la planta pueden no ser necesarios.

Las plantas productoras de mezcla asfáltica deberán cumplir con lo establecido en la reglamentación vigente sobre protección y control de calidad del aire, y para su funcionamiento en la obra. Se deberá presentar al Instituto de Desarrollo Urbano la correspondiente autorización expedida por la entidad nacional o regional encargada de otorgar tales permisos.

Las tolvas para agregados deberán tener paredes resistentes, con bocas de anchura suficiente para que la alimentación se pueda realizar correctamente. La separación entre ellas debe garantizar que no se produzcan inter-contaminaciones. Dichas tolvas estarán dotadas de un rebosadero para evitar que un exceso de contenido se vierta en las tolvas contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de dosificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

baje de aquel que proporcione la cantidad calibrada, y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas. Además, sus dispositivos de salida deben permitir ajustes exactos para mantenerlos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear. En centrales que produzcan mezclas para vías con tránsitos de las clases T4 y T5, el número de tolvas de alimentación en frío no podrá ser menor de cuatro (4); para las demás clases de tránsito, el número de tolvas de alimentación no podrá ser menor de tres (3).

La planta deberá poseer, además, un dispositivo que permita la toma de muestras de agregados pétreos, antes de su mezcla con el agua y el ligante asfáltico, para verificar su limpieza. El sistema de extracción de polvo, por vía seca o húmeda, deberá evitar su emisión a la atmósfera y el vertido de lodos a cauces de agua e instalaciones sanitarias, de acuerdo con la legislación ambiental y sanitaria vigente.

En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de los mismos.

Las mezclas abiertas en frío podrán también ser elaboradas en plantas ambulantes montadas sobre bastidores autopropulsados, las cuales actuarán al mismo tiempo como extendedoras. Constarán de tolva de recepción de agregados ya mezclados y con la gradación adecuada, depósitos de agua, emulsión, y eventuales aditivos, y dispositivos de alimentación de todos los materiales a la mezcladora. Dispondrán, además, de una extendedora que regule el espesor y proporcione el perfil transversal y un buen acabado superficial.

Se permite el empleo de instalaciones de diferente concepción a las descritas en el presente numeral, siempre que cuenten con el visto bueno del Interventor, y previos los ensayos que demuestren la calidad de la mezcla fabricada con ellas.

552.4.2.2 Requisitos específicos para las plantas de tipo discontinuo

Las instalaciones para la dosificación por peso de los agregados, del llenante mineral de aporte, del agua, y del ligante asfáltico, deberán estar provistas de dosificadores ponderales independientes para cada material. La precisión de los dispositivos de dosificación de los agregados deberá ser superior al medio por ciento ($\pm 0.5\%$). Los dispositivos de dosificación ponderal del llenante, del agua, y del ligante, tendrán como mínimo una precisión de tres por mil ($\pm 0.3\%$). El ligante, que deberá tener un sistema idóneo de almacenamiento y alimentación, deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

552.4.2.3 Requisitos específicos para las plantas de tipo continuo

Las tolvas de agregados clasificados deberán estar provistas de dispositivos de salida que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición, y deberán estar sincronizados con los dosificadores del agua y del ligante, de manera que se pueda

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

reproducir la fórmula de trabajo. Los agregados serán transportados por bandas desde las tolvas hasta el mezclador, que será de tipo de ejes gemelos, donde se incorporarán con el agua y el ligante bituminoso. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

552.4.3 Equipo de transporte

Tanto los agregados pétreos como las mezclas asfálticas en frío se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Cuando vaya a transportar mezcla, la superficie interna del platón deberá ser tratada, con el fin de evitar la adherencia de la mezcla a ella, empleando un producto cuya composición y cantidad deberán ser aprobadas por el Interventor. La forma y altura del platón deberán ser tales, que durante el vertido de la mezcla a la máquina pavimentadora, la volqueta sólo toque a ésta a través de los rodillos previstos para ello.

Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames.

En relación con las volquetas, el Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio del Transporte (MT), la Secretaría Distrital de Movilidad (SDM), y la Secretaría Distrital de Medio Ambiente (SDMA).

El equipo para transferencia de la mezcla (Shuttle buggy), cuyo empleo es de carácter opcional, tiene por finalidad reducir la segregación y transferir la mezcla de las volquetas a la tolva de la máquina pavimentadora, sin que aquellas entren en contacto con ésta, ni circulen sobre superficies con riegos de imprimación o liga.

Todos los vehículos para el transporte de materiales deberán cumplir con las disposiciones legales referentes al control de la contaminación ambiental. Ningún vehículo de los utilizados por el Constructor para el transporte del material podrá exceder las dimensiones y las cargas admisibles por eje y totales fijadas por las disposiciones legales vigentes al respecto.

552.4.4 Equipo para la extensión de la mezcla

La extensión de las mezclas asfálticas en frío se hará con máquinas pavimentadoras autopropulsadas, adecuadas para extender y terminar la mezcla con un mínimo de precompactación, de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La capacidad de la tolva, así como la potencia de la máquina, deberán ser adecuadas para el tipo de trabajo que deban desarrollar.

La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formaletas. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor.

Si se determina que durante su operación el equipo deja huellas en la superficie de la capa, áreas defectuosas u otras irregularidades objetables que no sean fácilmente corregibles durante la construcción, el Constructor deberá proceder de inmediato a su reparación o cambio.

Cuando la mezcla se realice en planta ambulante, la misma planta realizará su extensión sobre la superficie.

552.4.5 Equipo de compactación

Se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Constructor deberá poner a disposición de los trabajos un (1) compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. El equipo de compactación deberá contar con el visto bueno del Interventor, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves; además, deberán estar provistos de dispositivos para la limpieza de los rodillos o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de rodillos metálicos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslape de las huellas delanteras y traseras.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado.

552.4.6 Equipo accesorio

Como equipo accesorio se requiere, además, un esparcidor mecánico o volqueta desde el cual se pueda repartir arena manualmente sobre la superficie con ayuda de palas.

Adicionalmente se requerirán elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Así mismo, se requieren equipos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, y herramientas menores para efectuar

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

distribuciones, compactación y correcciones manuales localizadas durante la extensión de la mezcla.

En caso de que la mezcla se elabore en plantas ambulante, se deberá disponer de vehículos adecuados para el suministro permanente de agregados y emulsión a las plantas.

552.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

552.5.1 Fase de experimentación

552.5.1.1 Generalidades

Sobre el particular, rige todo lo que resulte pertinente del numeral 107.11 de la Sección 107 del Capítulo 1 de estas especificaciones.

La fase de experimentación servirá para:

- Verificar la calidad de la mezcla asfáltica.
- Verificar la calidad y rendimiento de los equipos y de las cuadrillas que se utilizarán en el proyecto.
- Verificar que los equipos de extensión puedan colocar la mezcla de forma homogénea, sin producir segregaciones, arrastrar partículas, o generar marcas en la superficie.
- Verificar que los equipos de compactación sean capaces de compactar adecuadamente la mezcla asfáltica en los espesores propuestos hasta alcanzar las densidades especificadas, sin degradar el material por fuera de las tolerancias admisibles.
- Verificar que la superficie terminada cumpla los requisitos de regularidad establecidos por las especificaciones del proyecto.
- Verificar que las juntas se realicen correctamente y que en ellas se logre el grado de densidad especificado.

552.5.1.2 Tramo de Prueba

552.5.1.2.1 Verificación de la mezcla asfáltica

Se tomarán muestras de la mezcla para determinar su conformidad con las condiciones especificadas que correspondan en cuanto a granulometría, dosificación, densidad, y demás requisitos.

Así mismo, sobre muestras tomadas de la mezcla colocada y compactada, se verificará la conservación de las características granulométricas del agregado y de calidad del asfalto residual recuperado, mediante la ejecución de los ensayos indicados en el

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

numeral 552.6.2.7.6 de la presente Sección, cuyos resultados deben cumplir con los requisitos allí establecidos.

En caso de que el trabajo elaborado no se ajuste a dichas condiciones, el Constructor deberá efectuar inmediatamente todas las correcciones requeridas en los equipos y sistemas de trabajo o, si llega a ser necesario, a modificar la fórmula de trabajo, repitiendo las secciones de ensayo una vez efectuadas dichas correcciones hasta obtener resultados completamente satisfactorios.

552.5.1.2.2 Otras verificaciones

Sobre el tramo de prueba se deben verificar como mínimo los siguientes parámetros, si aplican, de la misma forma en que se verificará la obra construida para su aceptación o rechazo.

- Lisura.
- Textura.
- Resistencia al Deslizamiento.
- Rugosidad.

552.5.2 Explotación de materiales y elaboración de agregados

Sobre el particular, rige todo lo que resulte pertinente del numeral 107.10 de la Sección 107 del Capítulo 1 de estas especificaciones.

552.5.3 Preparación de la superficie existente

La mezcla en frío no se extenderá mientras no se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Interventor. Todas las irregularidades que excedan de las tolerancias establecidas en la especificación respectiva deberán ser corregidas de acuerdo con lo establecido en ella.

Si la colocación de la mezcla requiere riegos previos de imprimación o de liga, ellos se deberán efectuar conforme lo establecen las Secciones 500 y 501, respectivamente, de las presentes especificaciones.

Antes de aplicar la mezcla, se verificará que haya ocurrido el curado del riego previo, no debiendo quedar restos de fluidificante ni de agua en la superficie. Si hubiera transcurrido mucho tiempo desde la aplicación del riego, se comprobará que su capacidad de liga con la mezcla no se haya reducido en forma inconveniente; si ello ha sucedido, el Constructor deberá efectuar un riego adicional de adherencia, en la cuantía que fije el Interventor. Si la pérdida de efectividad del riego anterior es imputable al Constructor, el nuevo riego deberá realizarlo a sus expensas.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Si la superficie sobre la cual se va a colocar la mezcla corresponde a un pavimento asfáltico antiguo que, de acuerdo con los estudios del proyecto o las condiciones prevalecientes, requiere un fresado previo, éste se deberá efectuar conforme se establece en la Sección 550 de estas especificaciones.

552.5.4 Aprovisionamiento de los agregados

Los agregados se suministrarán en fracciones granulométricas claramente diferenciadas que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizará el material contenido en los ciento cincuenta milímetros (150 mm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1.5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Cuando se detecten anomalías en el suministro, los agregados se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice el cambio de procedencia de algún agregado.

La carga de las tolvas en frío se realizará de forma que éstas contengan más del cincuenta por ciento (50%) de su capacidad, pero sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones. La alimentación del agregado fino se realizará en dos (2) tolvas, así éste sea de un tipo único.

Las aberturas de salida de las tolvas se regularán en forma tal que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de trabajo de la alimentación. El caudal total de esta mezcla en frío se regulará de acuerdo con la producción prevista, no debiendo ser ni superior ni inferior, lo que permitirá mantener el nivel de llenado de las tolvas a la altura de calibración.

552.5.5 Fabricación de la mezcla

Las aberturas de salida de las tolvas se regularán de forma que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de trabajo de alimentación en frío. Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente se pesarán o medirán exactamente, y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. El volumen de material dentro del mezclador deberá limitarse hasta unos dos tercios de la

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

altura que alcancen las paletas, de manera que para los tiempos de mezclado establecidos al definir la fórmula de trabajo, se logre una envoltura uniforme y completa.

El polvo recogido en los colectores deberá retirarse mediante operaciones conformes con los reglamentos ambientales y sanitarios.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, una vez que los agregados se encuentren en el mezclador, se introducirá la cantidad de emulsión requerida, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla a la volqueta.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados, se agregará automáticamente la cantidad de emulsión requerida para cada batchada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En los mezcladores de ejes gemelos, el volumen total de los agregados y emulsión, no será tan grande que sobrepase los extremos de las paletas, cuando estas se encuentren en posición vertical.

Según el tipo de instalación, la mezcla podrá caer directamente a la volqueta, a una banda transportadora, a un silo desde el cual se vierta a la volqueta, o directamente a una pila de almacenamiento. En el caso de que se emplee una banda transportadora, se deberá regular su velocidad verificar el buen funcionamiento del raspador, y lubricarla con una pequeña cantidad de agua, con el fin de evitar segregación de la mezcla. A la descarga del mezclador o del silo de almacenamiento, no se deben presentar segregaciones en la mezcla, y todas las partículas del agregado deben encontrarse total y homogéneamente cubiertas de ligante.

Cuando la mezcla se elabore en plantas ambulantes, la dosificación de los agregados se deberá efectuar en una instalación ubicada fuera de la obra, donde las volquetas serán cargadas y transportarán la mezcla de agregados a la tolva receptora de la planta ambulante, la cual estará provista de dispositivos dosificadores similares a los de las plantas continuas, los cuales deberán ser sincronizados para obtener las proporciones deseadas de agregados y emulsión. Los ingredientes serán conducidos a una mezcladora continua que verterá la mezcla en la vía. La distribución de la mezcla se hará por medio de dos tornillos sin fin delante de una viga maestra niveladora, que extiende y perfila la capa.

En caso de que se utilicen adiciones, estas se unirán a los agregados antes de su mezcla con la emulsión asfáltica, y se cuidará su correcta dosificación y su distribución homogénea, así como la conservación de sus características iniciales durante el proceso de fabricación.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. <small>Instituto</small> Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Cuando se utilicen métodos de fabricación especiales, el Interventor deberá aprobar previamente los procedimientos de fabricación, y rechazará todas las mezclas segregadas y aquellas cuya envuelta no sea homogénea.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

552.5.6 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará de la planta central a la obra en volquetas carpadas, hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si el Interventor considera que existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de una manera tan apropiada como en horas de luz solar. Si el Constructor no ofrece esta garantía, no se le permitirá el trabajo nocturno, y deberá poner a disposición de la obra el equipo y el personal adicionales para completar el trabajo en el tiempo especificado, operando únicamente durante las horas de luz solar.

Se deberán tomar las precauciones necesarias durante el transporte de la mezcla para reducir al mínimo las pérdidas de los solventes volátiles de la emulsión, así como para prevenir la segregación de la mezcla.

Antes de abordar cualquier vía pavimentada, se deberán limpiar perfectamente las llantas de los vehículos destinados al transporte de la mezcla. Los vehículos de transporte de la mezcla deberán mantener al día los permisos de tránsito y ambientales requeridos, y sus cargas por eje deberán encontrarse dentro de los límites fijados por la resolución vigente.

Si el Constructor dispone de una máquina para transferencia de la mezcla asfáltica (shuttle buggy), la volqueta descargará la mezcla en la tolva de almacenamiento de la máquina, cuyas bandas transportadoras se encargarán de alimentar la pavimentadora, sin que ésta sea tocada por las llantas de la volqueta, favoreciendo de esta manera la regularidad superficial.

552.5.7 Extensión de la mezcla

La mezcla se extenderá con la máquina pavimentadora, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos del proyecto o determinados en la obra por el Interventor.

A menos que se expida una instrucción en contrario, la extensión se realizará en franjas longitudinales y comenzará a partir de los bordes de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas del ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y para conseguir la mayor continuidad de las operaciones de extendido, teniendo en cuenta el ancho de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

La pavimentadora se regulará de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

tolerancias establecidas en la presente especificación. Por ningún motivo se permitirá el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella.

No se permitirá la segregación de materiales. Si ella se produce, la extensión de la mezcla deberá ser suspendida inmediatamente hasta que su causa sea determinada y corregida. Toda área segregada que no sea corregida antes de la compactación deberá ser removida y reemplazada con material apropiado, a expensas del Constructor.

La extensión de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora a la producción de la planta de fabricación, de manera que aquella sufra el menor número posible de detenciones. Se deberá verificar que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida.

En el caso de que la mezcla se elabore y extienda con la planta ambulante, serán igualmente aplicables todas estas instrucciones.

En aquellos sitios de muy corta longitud en los que, a juicio conjunto del Interventor y del Constructor, no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras o plantas ambulantes, la mezcla podrá ser extendida con herramientas manuales. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos, en una capa uniforme y de espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o instrucciones del Interventor, con las tolerancias establecidas en la presente Sección.

No se permitirá la extensión ni la compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra, o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a cinco grados Celsius (5° C). En caso de que la mezcla sin compactar o compactada sea afectada por el agua lluvia y como resultado de ello se lave la emulsión, el Constructor deberá, a sus expensas, retirar la mezcla afectada y reconstruir el sector afectado, a satisfacción del Interventor.

552.5.8 Compactación de la mezcla

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Interventor como resultado de la fase de experimentación. La compactación se realizará longitudinalmente de manera continua y sistemática. Deberá empezar por los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro, excepto en las curvas peraltadas en donde el cilindrado avanzará del borde inferior al superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando a cada paso en la forma aprobada por el Interventor, hasta que la superficie total haya sido compactada. Si la extensión de la mezcla se ha realizado por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya al menos ciento cincuenta milímetros (150 mm) de la anterior.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se harán con suavidad sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

La compactación se deberá realizar de manera continua durante la jornada de trabajo, y se complementará con el trabajo manual necesario para la corrección de todas las irregularidades que se puedan presentar.

En los lugares inaccesibles a los equipos normales de compactación, el proceso se efectuará mediante máquinas de tamaño y diseño adecuado para la labor por realizar, previo el visto bueno del Interventor.

Normalmente, la compactación comienza con una sola pasada del rodillo vibratorio liso con el fin de obtener la adecuada orientación del agregado. A continuación, se extiende una capa de arena, a razón de unos cuatro kilogramos por metro cuadrado (4 kg/m²), con el fin de eliminar la consistencia viscosa de la mezcla y, posteriormente, se pasará el rodillo neumático el número de veces definido en la fase de experimentación, con el fin de que la mezcla alcance un grado de firmeza satisfactorio para el Interventor.

Cuando la mezcla tenga por objeto servir como capa de rodadura, la textura del pavimento terminado deberá ser uniforme y permitir una adecuada adherencia con las llantas de los vehículos en condición de superficie húmeda.

552.5.9 Juntas de trabajo

Todas las juntas deberán presentar la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre trabajos realizados en días sucesivos, deberán cuidarse con el fin de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad, se les aplicará manualmente una capa uniforme y ligera de riego de liga antes de colocar la mezcla nueva, dejando curar suficientemente la emulsión aplicada.

El borde de la capa extendida con anterioridad se cortará verticalmente con el objeto de dejar al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, que se pintará como se ha indicado en el párrafo anterior. A continuación se extenderá contra ella la nueva mezcla, se compactará, y alisará con elementos adecuados, antes de permitir el paso del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente, disponiendo los elementos de apoyo adecuados para los equipos de compactación.

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Interventor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

Se procurará que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5 m) en el caso de las transversales, y de ciento cincuenta milímetros (150 mm) en el caso de las longitudinales.

552.5.10 Almacenamiento de mezclas abiertas en frío

Cuando la mezcla no se vaya a emplear inmediatamente después de su fabricación, se deberá acopiar en un lugar apropiado, donde quede protegida contra la acción de lluvias que puedan lavar la película de ligante. Los acopios se deberán realizar por capas de poca altura para evitar la segregación, y con una disposición adecuada para prevenir su contaminación.

Si el tiempo de almacenamiento es muy largo, y se formase una costra dura en la superficie del acopio, ésta costra se deberá retirar completamente y descartar en el momento en que se vaya a emplear la mezcla asfáltica.

552.5.11 Bacheos y parcheos

Al rellenar toda excavación para reparación del pavimento existente, con una profundidad mayor de ciento cincuenta milímetros (150 mm) y se tenga contemplado en el proyecto el empleo de una mezclas asfálticas abierta en frío para efectuar parte del relleno de la excavación, los setenta y cinco milímetros (75 mm) superiores, hasta alcanzar el nivel de rasante del pavimento que se repara, se deberán rellenar con mezcla asfáltica, y el resto de la excavación deberán rellenarse con material de subbase granular desde el fondo de la excavación hasta una profundidad de doscientos cincuenta milímetros (250 mm) por debajo de la rasante existente, material que deberá ser compactado con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad seca especificada. Por otro lado, si la excavación a reparar tiene una profundidad menor o igual a ciento cincuenta milímetros (150 mm), se rellenará en su totalidad con mezcla asfáltica, en capas de espesor compacto de no menos de cincuenta milímetros (50 mm), y no mayores a setenta y cinco milímetros (75 mm), hasta alcanzar la rasante existente.

En todo caso, los documentos del proyecto, o en su defecto el Interventor, definirán el espesor de dicha excavación que deba rellenarse con mezcla asfáltica abierta en frío, la cual deberá compactarse con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad especificada en la presente Sección.

Tanto la superficie que recibirá las capas asfálticas como las paredes de la excavación en contacto con ellas, deberán ser pintadas con un riego de liga con emulsión asfáltica, conforme a las instrucciones del Interventor.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

552.5.12 Apertura al tránsito

No se permitirá el tránsito público hasta que la mezcla compactada pueda soportar el paso de los vehículos sin que se produzcan desplazamientos. Durante las primeras setenta y dos horas (72 h) a partir de la apertura, se deberá limitar la velocidad a treinta kilómetros por hora (30 km/h) para impedir que sobre la capa se produzcan aceleraciones, frenadas o giros bruscos.

En los casos en que la mezcla abierta en frío se construya como capa intermedia, se podrá abrir al tránsito con las mismas limitaciones mientras se construye la capa superior, la cual no se podrá colocar hasta que la mezcla abierta se encuentre totalmente curada en cuanto a la eliminación del agua y del fluidificante de la emulsión.

552.5.13 Manejo ambiental

Todas las labores referentes a las actividades objeto de la presente Sección se deberán realizar teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y de los recursos naturales.

552.5.14 Reparaciones

Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación de las mezclas asfálticas abiertas en frío, tales como segregaciones, protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Constructor, a sus expensas, de acuerdo con las instrucciones del Interventor. El Constructor deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades del pavimento construido.

552.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

552.6.1 Controles generales

Se adelantarán los siguientes controles principales durante la ejecución de los trabajos:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 552.2 de esta Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado de la fase de experimentación, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de la mezcla asfáltica.
- Comprobar frecuentemente el espesor extendido, empleando un punzón graduado.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

- Comprobar la composición y forma de operación del equipo de compactación.
- Ejecutar todos los ensayos requeridos para el control de la mezcla suelta y compactada, y las pruebas de extracción de asfalto residual y granulometría.
- Efectuar los ensayos requeridos para el control de la mezcla.
- Ejecutar las pruebas requeridas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y la resistencia al deslizamiento, y comprobar la uniformidad de la superficie.

La toma de muestras para la ejecución de los diferentes ensayos de control se adelantará de acuerdo con las siguientes normas de ensayo: INV E-201-07 para agregados pétreos, INV E-701-07 para materiales bituminosos, e INV E-731-07 para mezclas asfálticas.

El Constructor deberá rellenar con mezcla asfáltica de la misma clase, a sus expensas, todos los orificios realizados con el fin de medir densidades en el terreno, y compactará el material de manera que su densidad cumpla con los requisitos indicados en esta Sección, y la superficie reparada conserve uniformidad con la superficie adyacente.

552.6.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

552.6.2.1 Calidad de los agregados pétreos

De cada procedencia de los agregados pétreos y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras, y a cada fracción de ellas se le deberán realizar los ensayos que sean pertinentes de aquellos que se encuentran indicados en el numeral 552.2.2 de esta Sección.

Los resultados de estas pruebas, al igual que los que se indican para el llenante mineral más adelante, deberán satisfacer las exigencias indicadas en el numeral 552.2.2 de esta Sección, so pena de rechazo de los materiales defectuosos.

Se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios durante la etapa de producción, y se ordenará el retiro de aquellos que, a simple vista, presenten trazas de suelo orgánico, materia orgánica, sustancias deletéreas, y/o tamaños superiores al máximo especificado. También se deberán acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como segregación y partículas alargadas o aplanadas. No es necesario determinar la plasticidad, el equivalente de arena de los agregados, el valor de azul de metileno, ni la angularidad del agregado fino.

Durante la etapa de investigación preliminar, y al menos una (1) vez a la semana durante la etapa de producción, se deberá efectuar la prueba de adhesividad según la norma de ensayo INV E-737-07.

Se vigilará, además, la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores, y se efectuarán las verificaciones de calidad que indica la Tabla 552.6 para

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

los agregados; además de la frecuencia de ensayos indicada en la Tabla 552.6, se requerirán ensayos de verificación cada vez que cambie la procedencia de los agregados.

El Interventor podrá reducir la frecuencia de los ensayos a la mitad de lo indicado en la Tabla 552.6, siempre que considere que los materiales son suficientemente homogéneos o si en el control de recibo de la obra terminada hubiese aceptado sin objeción diez (10) lotes consecutivos.

Tabla 552.6
Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas asfálticas en frío

Ensayo		Norma de Ensayo	Frecuencia
Composición			
Granulometría		INVE-213-07	1 por jornada
Dureza			
Desgaste Los Ángeles	En seco, 500 revoluciones	INV E-218-07	1 por mes
Micro Deval	Agregado Grueso	INV E-238-07	2 por mes
10% de finos	Seco y Húmedo	INV E-224-07	2 por mes
Durabilidad			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio		INV E-220-07	1 por mes
Geometría de las Partículas			
Partículas Fracturadas Mecánicamente		INVE-227-07	1 por jornada
Índice de Aplanamiento		INV E-230-07	1 por semana
Índice de Aplanamiento		INV E-230-07	1 por semana
Angularidad del Agregado Fino		AASHTO T-304	1 por jornada
Pesos Específicos			
Pesos Específico y Absorción		INV E-222-07, e INV E-223-07	1 por mes
Resistencia al Pulimento			
Coeficiente de Pulimento Acelerado		INV E-232-07	Cuando cambie la litografía

En ningún caso se permitirá el empleo de agregados que no satisfagan los requisitos pertinentes del numeral 552.2.2 de la presente Sección. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor impedirá el uso del volumen de material al cual representen dichos ensayos.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

552.6.2.2 Calidad del ligante asfáltico

A la llegada de cada carrotanque con emulsión de rotura media al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante de la emulsión, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 de las presentes especificaciones o las que se establezcan en la especificación particular que gobierne los trabajos.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, el Constructor efectuará las verificaciones exigidas en el numeral 210.5 de la Sección 210 de estas especificaciones. En todos los casos, se guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, en caso de que alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tabla 210.1 de la Sección 210 de las presentes especificaciones.

552.6.2.3 Calidad del agua

Siempre que el Interventor tenga alguna sospecha en relación con la calidad del agua utilizada en la fabricación de la mezcla con emulsión asfáltica, el Interventor verificará u ordenará la verificación de su pH, su contenido de sulfatos y su contenido de materia orgánica, cuyos resultados deben satisfacer las exigencias del aparte 440.2.5 para permitir su empleo.

Si alguna mezcla ha sido elaborada con un agua calificada de inapropiada, se pondrá en observación hasta el recibo definitivo de los trabajos y, en caso de que presente deterioros, se deberá remover y reconstruir por cuenta exclusiva del Constructor y a satisfacción del Interventor. La mezcla removida será de propiedad del Constructor.

552.6.2.4 Calidad de los aditivos

El Interventor realizará u ordenará la realización de las pruebas para verificar la calidad de estos productos, cada vez que lo considere necesario. El incumplimiento de las especificaciones pertinentes de estos productos implicará el rechazo del envío correspondiente.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

552.6.2.5 Control de la composición de la mezcla

A la salida del mezclador o del silo de almacenamiento, sobre cada vehículo de transporte, el Interventor controlará el aspecto de la mezcla. Rechazará todas las mezclas segregadas, así como aquellas cuya envuelta no sea homogénea.

Se considerará como lote, el volumen de material que resulte de aplicar los criterios indicados en el numeral 552.6.2.7 de esta Sección.

Cuantitativamente, se realizarán los siguientes controles:

552.6.2.5.1 Contenido de asfalto

Sobre cinco (5) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, se determinará el contenido de asfalto residual (INV E-732-07) y la granulometría de los agregados (INV E-782-07).

El porcentaje de asfalto residual promedio del lote ($ART\%$) tendrá una tolerancia de tres por mil (0.3%), respecto del valor definido como óptimo en la fórmula de trabajo ($ARF\%$).

$$ARF\% - 0.3\% \leq ART\% \leq ARF\% + 0.3$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual ($ARI\%$) no podrá diferir del valor promedio del lote ($ART\%$) en más de medio por ciento (0.5%), admitiéndose un (1) solo valor fuera de ese intervalo.

$$ART\% - 0.5\% \leq ARI\% \leq ART\% + 0.5$$

Un porcentaje de asfalto residual promedio ($ART\%$) fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites citados, implica el rechazo del lote, salvo que, en el caso de exceso del ligante, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la mezcla cuando ésta corresponda a una capa intermedia.

552.6.2.5.2 Granulometría de los agregados

Se determinará la composición granulométrica de los agregados sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la Tabla 552.7, pero sin permitir que la curva se salga de la franja correspondiente de la Tabla 552.3.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Tabla 552.7
Tolerancias granulométricas

Porcentaje que pasa el Tamiz	Tolerancia en Puntos de % Sobre el Peso Seco de los Agregados
4.75 mm (No. 4) y mayores	± 4.0
Menores que 4.75 mm (No. 4)	± 3.0

En el caso de que los valores obtenidos excedan las tolerancias, pero no salgan de la franja, el Constructor deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la granulometría defectuosa y el porcentaje medio de asfalto de la mezcla elaborada con este agregado. Ella se someterá a las pruebas de valoración descritas en el numeral 552.3.1 de esta Sección, sin excepción. Si todos los requisitos allí indicados se cumplen, se aceptará el lote. En caso contrario, se rechazará.

552.6.2.6 Control de calidad de la mezcla

Dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 552.8, ejecutados sobre muestras seleccionadas por el Interventor.

Tabla 552.8
Ensayos complementarios sugeridos para capas de mezcla asfáltica abierta en frío

Propiedad	Número Mínimo de Ensayos		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Módulo Dinámico	-	1	2
Curva de Fatiga (4 puntos)	-	1	2

552.6.2.7 Control de calidad del producto terminado

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de mezcla asfáltica abierta en frío colocada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m²) de mezcla asfáltica abierta en frío colocada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme, y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se esté construyendo, excluyendo sus chaflanes, no podrá ser menor que la señalada en los planos.

La cota de cualquier punto de la mezcla asfáltica compactada en capas de rodadura o intermedia no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además de lo anterior, se efectuarán las siguientes verificaciones:

552.6.2.7.1 Espesor

Sobre la base de los lugares escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (e_m), el cual no podrá ser inferior al de diseño (e_d):

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i), deberá ser, cuando menos, igual al ochenta por ciento (80%) del espesor de diseño (e_d), admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite:

$$e_i \geq 0.8e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del lote procediéndose como en el caso de rechazo por deficiencias de compactación, salvo que, tratándose de una capa intermedia sobre la cual se va a colocar otra mezcla asfáltica en frío, el Constructor se comprometa a compensar la deficiencia incrementando el espesor de la capa superior, sin que el exceso de espesor por colocar de esta última genere costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano.

Si el Constructor no asume este compromiso o se trata de una capa de rodadura, para la corrección se procederá a fresar, remover y reemplazar como en el caso de las deficiencias de compactación o, a opción del Constructor, y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, a la colocación de una capa adicional del mismo tipo de mezcla a sus expensas, de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor compacto, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta especificación. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas será también de cuenta del Constructor, quien deberá ejecutarlo en acuerdo a la Sección 501 de estas especificaciones.

552.6.2.7.2 Lisura

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua (encharcamientos) ni irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm) en capas de

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

rodadura, o quince milímetros (15 mm) en capas intermedias o bacheos, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja al azar el Interventor, los cuales no podrán coincidir con cambios de pendiente. Las zonas que presenten deficiencias de este tipo deberán ser fresadas y repuestas por el Constructor, a sus expensas, y a plena satisfacción del Interventor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

552.6.2.7.3 Textura

Las medidas de textura se realizarán antes de la puesta en servicio de la capa, y se harán únicamente sobre mezclas compactadas como capa de rodadura, empleando el método del círculo de arena descrito en la norma de ensayo INV E-791-07.

El número mínimo de puntos a controlar por lote será de tres (3), que se ampliarán a cinco (5) si la textura obtenida en uno de los tres (3) primeros es inferior a la especificada. Después de diez (10) lotes consecutivos aceptados, el Interventor podrá reducir la frecuencia de los ensayos.

La ubicación de los puntos de medida se realizará al azar, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-730-07.

La profundidad media de textura deberá ser, cuando menos, igual a un milímetro (1.0 mm), sin que ningún valor individual sea inferior a ocho décimas de milímetro (0.8 mm), y sin que existan áreas con evidencias indudables de segregación.

Si el requisito sobre textura no se cumple, la capa de mezcla asfáltica en frío correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta en el mismo espesor retirado a satisfacción del Interventor, todo a cargo y expensas del Constructor, quedando el material fresado de propiedad de éste. Alternativamente y a opción del Constructor, y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, éste podrá colocar una capa adicional, a sus expensas, de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor compacto del mismo tipo de mezcla, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta Sección. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas será también de cuenta del Constructor, quien deberá ejecutarlo en acuerdo con los requisitos de la Sección 501 de estas especificaciones.

552.6.2.7.4 Resistencia al deslizamiento

En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento medida con péndulo británico (INV E-792-07) deberá ser, como mínimo, de cincuenta y cinco centésimas (0.55) en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de tres (3) pruebas por lote en zonas en tangente, y una (1) medición por cada curva horizontal y por cada zona singular (glorieta, intersección, zona de frenado, etc.) incluida dentro del lote. Estas medidas se realizarán transcurridos,

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

como mínimo, treinta (30) días de puesta en servicio la capa. Se podrán emplear equipos para la verificación de la resistencia al deslizamiento diferentes al descrito en la norma de ensayo INV E-792-07. En tal evento, se considerarán admisibles valores medidos que correspondan a coeficientes de resistencia al deslizamiento mayores de cincuenta y cinco centésimas (0.55), de acuerdo con ecuaciones de correlación aceptadas internacionalmente.

Debido a que la resistencia al deslizamiento se encuentra relacionada directamente con la seguridad de los usuarios, los puntos para su determinación en cada lote no se elegirán al azar, sino que serán ubicados por el Interventor en los lugares que considere más sensibles al deslizamiento vehicular en condición de superficie húmeda.

Si el requisito sobre resistencia al deslizamiento no se cumple, la capa de mezcla asfáltica abierta en frío correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta en el mismo espesor retirado a satisfacción del Interventor, todo a cargo y expensas del Constructor, quedando el material fresado de propiedad de éste.

Alternativamente y a opción del Constructor, y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, éste podrá colocar una capa adicional, a sus expensas, de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor compacto del mismo tipo de mezcla, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta Sección. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas será también de cuenta del Constructor, quien deberá ejecutarlo en acuerdo con los requisitos de la Sección 501 de estas especificaciones.

552.6.2.7.5 Rugosidad

Para mezclas asfálticas abiertas en frío que hagan las veces de capa de rodadura, el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) se comprobará de manera continua en toda la longitud de la obra y en cada carril, antes del recibo definitivo de la misma. Para los efectos de aceptación de esta Sección, su determinación se deberá realizar únicamente con un equipo de medida de precisión, o por medio de un sistema de navegación inercial, en tramos de un hectómetro (1 hm).

En general, se podrán utilizar equipos para medir rugosidad de clase I ó II, según las definiciones de la FHWA, así:

- Clase I: Incluye perfilógrafos manuales de precisión, como el Dipstick (procedimiento descrito en el Apéndice C del documento FHWA-RD-03-31); el método de mira y nivel clasifica dentro de esta clase (de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-794-07).
- Clase II: Incluye perfilógrafos de medición directa. Este grupo también incluye mecanismos sin contacto con la vía como el láser, viga de luces o técnicas acústicas, las cuales deben ser mantenidas con la respectiva calibración, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Si se opta por el equipo de referencia inercial (Clase II), éste se deberá validar previamente con uno de precisión en un tramo de prueba de longitud no menor de doscientos metros (200 m). El equipo de referencia inercial se deberá operar de acuerdo con la norma ASTM E 950.

Para efectos de la evaluación con fines de recibo, las medidas se harán en cada uno de los carriles del pavimento construido, en tramos consecutivos de cien metros (100 m) por carril, con la excepción que se cita en el párrafo siguiente. Un conjunto de cinco (5) tramos continuos constituirá un lote. Los valores del Índice de Rugosidad Internacional (IRI) se presentarán en m/km.

En esta evaluación, para obras de rehabilitación, reconstrucción o construcción se excluirán las interferencias y sus longitudes aferentes, entendiendo por interferencias las alteraciones locales del perfil longitudinal que incrementan el valor del IRI y que no son debidas a defectos constructivos; son afectaciones definidas por diseño geométrico (perfiles, secciones, detalles) y se relacionan principalmente con intersecciones, cruces de vías, puentes y similares, los cuales será definidos por el Interventor, con su ubicación respectiva (carril y abscisa), antes de proceder a la determinación del Índice de Rugosidad Internacional (IRI), no se excluirán en estos casos los pozos, sumideros y cámaras de inspección de las empresas de servicios públicos. La longitud aferente a cada interferencia que debe ser excluida de la evaluación dependerá de las características del equipo de medición y de los detalles del diseño geométrico del sitio. En actividades de mantenimiento periódico o rutinario, las exclusiones incluirán los pozos de alcantarillado, sumideros y cámaras de las Empresas de servicios públicos.

Se darán indicaciones en los documentos técnicos del proyecto respecto al tipo de equipos por utilizar, a las exclusiones por interferencias, y a los valores máximos de rugosidad que se deben cumplir.

Los requisitos por cumplir, salvo que los documentos técnicos del proyecto establezcan otra cosa, son los indicados en la Tabla 552.9.

Tabla 552.9
Valores máximos admisibles de IRI (m/km)

Porcentaje de hectómetros	Pavimentos de Construcción Nueva o Rehabilitados en espesor > 10 cm			Pavimentos Rehabilitados en espesor ≤ 10 cm	
	Categoría de Tránsito				
	T0-T1	T2-T3	T4-T5	T0-T3	T4-T5
50	3.0	2.5	2.0	3.0	2.5
80	3.5	3.0	2.5	3.5	3.0
100	4.0	3.5	3.0	4.0	3.5

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Si los resultados de rugosidad de la capa superficial que excedan estos límites no es superior a veinte por ciento (20%) del total del lote, los defectos de regularidad se corregirán mediante fresado y colocación de una nueva capa de mezcla asfáltica en los tramos que, de acuerdo con los resultados de las mediciones, incidan en el incumplimiento. Los espesores por fresar y reponer en cada tramo serán establecidos por el Interventor, y todos los costos que impliquen estas correcciones deberán ser asumidos por el Constructor. El material fresado producto de estas correcciones será de propiedad del Constructor. Sobre el pavimento reparado se repetirán las pruebas de medición de rugosidad, y las consecuencias de un nuevo rechazo serán las mismas que en el caso de la construcción de la primera capa de rodadura.

Por el contrario, si los resultados de rugosidad de la capa superficial que excedan estos límites es mayor a veinte por ciento (20%) del total del lote, toda la longitud de éste deberá ser fresada y repuesta en el mismo espesor. El fresado, traslado y disposición del material demolido, y la reconstrucción de la capa, con la calidad exigida en esta Sección, serán de cargo del Constructor. El material demolido será de propiedad del Constructor. Éste, a su vez, no podrá invocar las reparaciones o reconstrucciones debidas a deficiencias en la regularidad superficial, como causal para incumplir el programa de trabajo.

Alternativamente, el Constructor podrá enfrentar el problema colocando, a sus expensas, un espesor adicional de una mezcla del mismo tipo en un espesor de cincuenta milímetros (50 mm), siempre y cuando lo autorice el Interventor y no se presenten problemas de drenaje, empates con otros pavimentos o accesos, gálibo o sobrecarga estructural. Si la nueva superficie incumple nuevamente los requisitos de regularidad de esta Sección, la única opción consecuente será el fresado y reposición del pavimento en el tramo afectado, a expensas completas del Constructor.

552.6.2.7.6 Conservación de propiedades

Se tomarán muestras de tamaño representativo del material colocado y compactado para verificar su calidad mediante los ensayos que se indican en la Tabla 552.10. Estas muestras se tomarán en sitios y a intervalos de tiempo aleatorios, según lo determine el Interventor, a más tardar una semana después de colocada la mezcla asfáltica.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

Tabla 552.10
Ensayos para verificación de la conservación de las propiedades

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia promedio sugerida	Valor
Composición			
Granulometría	INV E-213-07	3 por mes	La curva granulométrica debe permanecer dentro de los límites de la franja que se esté aplicando
Calidad del Asfalto Recuperado de la Mezcla Colocada			
Recuperación de Asfalto en la Mezcla colocada	INV E-759-07 ó INV E-783-07	1 por mes	-
Punto de Ablandamiento. Incremento con respecto al asfalto original, máximo	INV E-712-07	1 por mes	12° C
Viscosidad Rotacional a 60° C. Relación viscosidad a 60° C del asfalto recuperado / viscosidad a 60° C del asfalto original, máximo	AASHTO T-316	1 por mes	6 veces

552.6.2.7.7 Construcción de capas de renivelación

Cuando la mezcla asfáltica en frío se emplee en capas de renivelación de un pavimento existente, deberá cumplir los mismos requisitos que se exigen cuando se coloca como capa intermedia.

Todas las áreas de mezcla asfáltica en frío colocada y compactada, donde los defectos de calidad y terminación excedan algunas de las tolerancias de esta Sección, así como aquellas en donde se presente retención de agua en la superficie (encharcamientos), deberán ser corregidas por el Constructor, a sus expensas, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

552.6.2.7.8 Correcciones por variación en el diseño o por causas no imputables al Constructor

Cuando sea necesario efectuar correcciones a la capa de mezcla abierta en frío por modificaciones en el diseño estructural o por fuerza mayor u otras causas inequívocamente no imputables al Constructor, el Interventor delimitará el área afectada y ordenará las correcciones necesarias, por cuyo trabajo autorizará el pago al Constructor, al respectivo precio unitario del contrato.

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

552.7 MEDIDA

552.7.1 Ejecución de mezclas asfálticas abiertas en frío

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico (0.1 m³), de mezcla asfáltica abierta en frío, suministrada y compactada en obra a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en esta Sección. Cuando el cómputo de la fracción centesimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco centésimas de metro cúbico (≥ 0.05 m³), la aproximación a la décima se realizará por exceso, y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico (< 0.05 m³) se realizará por defecto.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real construida, medida a lo largo del eje del proyecto, por el ancho y espesor mostrados en los documentos del proyecto, o ajustados según los cambios ordenados por el Interventor. No se medirá, con fines de pago, ningún volumen por fuera de estos límites.

552.7.2 Ejecución de bacheos y parcheos con mezcla asfáltica en frío

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico (0.1 m³), de bacheo o parcheo con mezcla asfáltica abierta en frío ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en la presente Sección. Cuando el cómputo de la fracción centesimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco centésimas de metro cúbico (≥ 0.05 m³), la aproximación a la décima se realizará por exceso, y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico (< 0.05 m³) se realizará por defecto.

El volumen se determinará multiplicando la superficie en donde el Interventor haya autorizado el trabajo, por el espesor compacto promedio en que se haya colocado y aceptado la mezcla. No se medirá ningún volumen por fuera de estos límites.

552.8 FORMA DE PAGO

El pago de las mezclas asfálticas en frío abiertas se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico (m³), para toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá incluir la señalización preventiva y el ordenamiento del tránsito público durante el lapso de ejecución de los trabajos, así como todos los costos correspondientes a administración, imprevistos y utilidades del Constructor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la adquisición, obtención de todos los permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras, obtención de licencias ambientales para la explotación de los

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	 ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Instituto Desarrollo Urbano
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

agregados y la elaboración de las mezclas, las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras, la preparación de las zonas por explotar, los costos de adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales y ambientales al terminar su explotación.

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, eventual lavado, suministro de los materiales pétreos, desperdicios, elaboración de las mezclas asfálticas en frío, cargues, transportes y descargues de agregados y mezclas; así como la colocación, nivelación y compactación de las mezclas elaboradas.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de la definición de la fórmula de trabajo, los costos de la fase de experimentación, y los costos de todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 552.9 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto.

Con excepción del barrido y soplado de la superficie, se considera que la preparación de la superficie existente se encuentra incluida dentro del ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a ítem de pago separado por este concepto. Si aquel ítem no está previsto en el Contrato suscrito, el Constructor igualmente deberá considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del ítem objeto del pago de la presente Sección.

El precio unitario también incluye el suministro, almacenamiento, aplicación, y desperdicios del producto asfáltico utilizado para la mezcla. En caso de requerirse aditivos mejoradores de adherencia, su costo deberá estar incluido también dentro del precio unitario de la mezcla.

El precio unitario también deberá incluir, además, el suministro y aplicación del asfalto para la pintura de adherencia en las juntas de pavimento y en las caras verticales y superficie sobre la cual se colocará mezcla asfáltica durante el relleno de las excavaciones para reparación del pavimento existente (bacheo y parcheo) y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de la capa respectiva en acuerdo pleno con la presente Sección.

552.9 ITEMS DE PAGO

552.1 Mezcla asfáltica en frío del tipo abierta Metro cúbico (m³)

552.2 Mezcla asfáltica en frío del tipo abierta para bacheo y parcheo Metro cúbico (m³)

552.E Ensayos especiales para mezclas asfálticas abiertas en frío

SECCIÓN: 552-11	ESPECIFICACIÓN TÉCNICA: MEZCLA ASFÁLTICA ABIERTA EN FRÍO	VERSIÓN 1.0	
PROCESO GESTIÓN ESTRATÉGICA	ACTO ADMINISTRATIVO:		

552.E.1 Resistencia a la Deformación Plástica	Unidad
552.E.2 Módulo Dinámico (por punto)	Unidad
552.E.3 Ley de Fatiga (4 puntos)	Unidad
552.E.4 Recuperación de asfalto residual de probetas, núcleos o panelas (cantidad suficiente para ejecutar ensayos de viscosidad con viscosímetro rotacional a 60° C y punto de ablandamiento)	Unidad

NOTAS:

(1) Se deberá elaborar un ítem de pago diferente para cada tipo de mezcla que forme parte del contrato.

(2) Los ensayos especiales que hacen parte esencial de la definición y comprobación de la fórmula de trabajo no se pagarán con los ítems correspondientes de ensayos especiales; su costo debe estar incluido en el precio unitario de la mezcla asfáltica correspondiente.