



ALCANCE, DEFINICIONES, MATERIALES Y MEZCLAS

12.10.01 Alcance

En esta Especificación se establecen los requisitos particulares para la producción, construcción, medición y forma de pago de Mezclas de Concreto Asfáltico en Caliente (MCAC) densamente gradadas, producidas en Planta en Caliente, compuestas de agregados y cemento asfáltico. Las mezclas de Concreto Asfáltico deben construirse según se establece en esta Especificación.

12-10.02 Tipos de mezcla

En esta especificación se incluyen cuatro tipos de mezcla de concreto asfáltico, distinguidas en función de su tamaño nominal máximo, las cuales se identifican como M-25, M-19; M-12 y M-9. La estructura granulométrica de cada mezcla se indica en el Parágrafo 12-10-10. Cualquier referencia a una mezcla en particular se hace señalando el tipo correspondiente; al no señalarse ningún tipo en particular, se debe entender que la referencia es válida para todos los tipos.

12-10.03

Se entiende por tamaño nominal máximo, la abertura en milímetros de la malla inmediatamente superior a la primera malla que retiene mas de un 10% del agregado, de acuerdo con los resultados del ensayo de Granulometría (Método de Ensayo ASTM C-136). Se consideran en esta clasificación las siguientes aberturas de malla:

| | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------|----------|--------|--------|----------|------|------|------|------|-------|-------|
| Abertura en mm | 37,5 | 25,4 | 19,1 | 12,5 | 9,5 | 4,75 | 2,36 | 0,60 | 0,30 | 0,15 | 0,075 |
| Tamiz | 1,5 pulg. | 1,5 pulg | ¾ pulg | ½ pulg | 3/8 pulg | # 4 | # 8 | # 30 | # 50 | # 100 | # 200 |

12-10.04 Tipos de tránsito

A los efectos de aplicación de esta Especificación, el tránsito vehicular se clasifica como ALTO, MEDIO o BAJO, de acuerdo a las siguientes consideraciones:

| TIPO DE TRÁNSITO | | | |
|---|---------------|-----------------|--------------|
| Características del tránsito | ALTO | MEDIO | BAJO |
| Ejes Equivalentes (EE) a 8,2 Ton. en el período de diseño | > 20 millones | 2 a 20 millones | < 2 millones |
| Camiones/Día por sentido | > 800 | 100 - 800 | < 100 |
| PDT por sentido | > 3.000 | 500 – 3.000 | < 500 |

MATERIALES

12-10.05 Agregados

El Agregado debe provenir de piedra picada, grava picada, escoria de acería, arena natural y/o manufacturada, y polvillo, en diferentes proporciones; debe proceder de rocas duras y resistentes; no debe tener arcilla en terrones ni como partícula adherida a los granos, y debe estar libre de todo material orgánico. Podrá emplearse mezcla asfáltica recuperada (MAR), en una proporción no mayor al 30% del total del peso del agregado.

A efectos de esta Especificación, se denomina arena manufacturada a la fracción pasante el tamiz de 9,5 mm (3/8”) proveniente en un mínimo de 90% de procesos de trituración. Cualquier otra arena que no cumpla con este requisito se considerará como arena natural.

12-10.06 Combinación de Diseño (CD)

Se denomina Combinación de Diseño (CD) a estructura granulométrica de la mezcla de agregados empleada en el laboratorio para el diseño Marshall que permitirá establecer las propiedades de



control de la mezcla asfáltica. La Combinación de Diseño (CD) debe satisfacer los límites indicados en el Parágrafo 12-10.10 para el tipo de mezcla seleccionado.

La estructura granulométrica de la CD se clasifica en: Fracción gruesa y fracción fina.

12-10.07 Fracción gruesa

La fracción gruesa es la porción del agregado de la CD que queda retenida en la malla de 2,38 mm (Tamiz # 8). La fracción gruesa de la CD, debe tener las características siguientes:

- (a) El porcentaje de trozos alargados y planos no debe ser mayor del 10% en peso. Este ensayo (Método ASTM D-4791) debe ser ejecutado sobre la fracción retenida en la malla de 4,76 mm (Tamiz # 4).
- (b) el porcentaje de Desgaste Los Ángeles, determinado según las normas ASTM C-131, debe cumplir con lo indicado en la siguiente Tabla:

| DESGASTE LOS ANGELES (ASTM C-131) | | | |
|--|------------------|-------|-------|
| Posición de la capa en la estructura del pavimento | TIPO DE TRÁNSITO | | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO |
| Rodamiento | < 40% | < 45% | < 45% |
| Distinta a rodamiento | < 45% | < 50% | < 50% |

- (c) El porcentaje de Desgaste en Sulfato de Magnesio (Método ASTM C-88) debe cumplir con lo indicado en la siguiente Tabla:

| DESGASTE EN SULFATO DE MAGNESIO (ASTM C-88) | | | |
|--|------------------|-------|-------|
| Posición de la capa en la estructura del pavimento | TIPO DE TRÁNSITO | | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO |
| Rodamiento | < 15% | < 15% | < 20% |

- (d) El porcentaje en peso de una o más caras producidas por fractura, determinado sobre la fracción retenida en la malla de 4,75 mm (Tamiz # 4), (Método COVENIN 1124) debe cumplir con lo indicado en la siguiente Tabla:

| PORCENTAJE DE CARAS PRODUCIDAS POR FRACTURA (COVENIN 1124) | | | |
|--|------------------|-------|-------|
| Posición de la capa en la estructura del pavimento | TIPO DE TRÁNSITO | | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO |
| Rodamiento | > 80% | > 70% | > 60% |
| Distinta a rodamiento | > 70% | > 60% | > 60% |

12-10.08 Fracción fina

La fracción fina es la porción del agregado de la CD que pasa la malla de 2.36 mm. Debe estar constituido por material producto de trituración, arena manufacturada y arena natural en diferentes proporciones. El porcentaje de arena natural máximo permitido debe cumplir con lo indicado en la siguiente Tabla:

| PORCENTAJE DE ARENA NATURAL | | | |
|--|------------------|-------|-------|
| Posición de la capa en la estructura del pavimento | TIPO DE TRÁNSITO | | |
| | ALTO | MEDIO | BAJO |
| Rodamiento | < 20% | < 25% | < 35% |
| Distinta a rodamiento | < 25% | < 25% | < 35% |



La fracción fina debe tener las características siguientes:

| Característica de la fracción fina y Método de Ensayo | TIPO DE TRÁNSITO | | |
|---|------------------|-------|-------|
| | ALTO | MEDIO | BAJO |
| Angularidad (Método C) ASTM-C-1252(93) | > 40% | > 35% | > 30% |
| Equivalente de Arena ASTM D2419 | > 45% | > 40% | > 35% |

En el caso de que no se satisfagan los valores mínimos anteriormente señalados para el Equivalente de Arena, en condiciones de tránsito ALTO y MEDIO, se ejecutará el Ensayo de Resistencia Retenida, de acuerdo a lo establecido en el Método ASTM D-4867(92). Si la relación entre la resistencia condicionada y la resistencia normal es mayor al 60%, se podrá emplear el material en evaluación. Sin embargo, el valor de arena equivalente, en ningún caso podrá ser menor al 35%.

12-10.09 Llenante Mineral

En caso de ser requerido podrá emplearse un material de tamaño inferior al tamiz # 100 como Llenante Mineral. Debe estar constituido por polvillo de piedra y/o cemento Portland. Cualquier otro material No Plástico que se proponga como Llenante Mineral, deberá ser previamente aprobado por el Ingeniero Inspector

12-10.10 Tipos de mezclas

La granulometría de la Combinación de Diseño (CD), debe estar comprendida entre los límites indicados en la tabla siguiente:

| | | TIPO DE LA MEZCLA | | | |
|---------------|----------|--|---------|---------|--------|
| | | M25 | M19 | M12 | M9 |
| Malla (tamiz) | | Designación de la mezcla de acuerdo al Tamaño Nominal Máximo | | | |
| mm | Tamaño | 25.4 mm | 19.1 mm | 12.5 mm | 9.5 mm |
| 37,5 | 1,5 pulg | 100 | | | |
| 25,4 | 1 pulg | 90/100 | 100 | | |
| 19,1 | 3/4 pulg | < 90 | 90/100 | 100 | |
| 12,5 | 1/2 pulg | 56/80 | < 90 | 90/100 | 100 |
| 9,5 | 3/8 pulg | | 56/80 | < 90 | 90/100 |
| 4,75 | # 4 | 29/59 | 35/65 | 44/74 | 55/85 |
| 2,36 | # 8 | 19/45 | 23/49 | 28/58 | 32/67 |
| 0,30 | # 50 | 5/17 | 5/19 | 5/21 | 7/23 |
| 0,075 | # 200 | 1/7 | 2/8 | 2/10 | 2/10 |

12-10.11 Aprobación de los agregados

Los agregados están sujetos a la aprobación previa y por escrito, del Ente Contratante, de acuerdo a lo indicado en la Especificación General 12-0, en sus Artículos 12-0.06 y 12-0.07.

12-10.12 Materiales Asfálticos

Los materiales asfálticos para la producción de MCAC son los Cementos Asfálticos clasificados según la Norma COVENIN 1670-95 como A-30 ó A-20. El tipo de material asfáltico a utilizar será determinado por el Proyectista y/o el Ingeniero Inspector de acuerdo con el procedimiento especificado para tal fin.

12-10.13 Calidad del material asfáltico

Cada despacho de material asfáltico debe estar acompañado de su correspondiente certificado de calidad, expedido por la empresa suplidora de este material, en el cual se indiquen los resultados de los ensayos exigidos en la Especificación COVENIN 1670-95. A cada despacho de material recibido se le debe tomar una muestra, la cual debe ser guardada en el laboratorio de obra, para el caso eventual en que sea requerida la ejecución de ensayos especiales, en un laboratorio debidamente autorizado por el Ente Contratante.

Mezcla Asfáltica

12-10-14 Propiedades Marshall

Una vez seleccionado el tipo de mezcla, los agregados, la Combinación de Diseño (CD) y el material asfáltico, se determinará el porcentaje óptimo de Cemento Asfáltico según los procedimientos descritos en los ensayos Marshall, Contenido de Vacíos y Densidad de Briquetas (Métodos ASTM D-1559, ASTM D-3203 y ASTM D-1189). La mezcla que resulte, en el diseño de laboratorio, con el porcentaje óptimo seleccionado, deberá cumplir con todos los requisitos indicados en las tablas 1 y 2 que se indican a continuación.

Tabla 1
Propiedades Marshall exigidas para el diseño de mezclas en Laboratorio

| Propiedades Marshall | TRÁNSITO | | |
|--|---|-------|-------|
| | ALTO | MEDIO | BAJO |
| Nº de golpes por cara | 75 | 75 | 50 |
| % vacíos totales (1) | 3 - 5 | 3 - 5 | 3 - 5 |
| % vacíos llenados | 65-75 | 65-75 | 65-78 |
| Estabilidad Marshall (mínima) lbs | 2.200 | 1.800 | 1.600 |
| Flujo (pulg/100) | 8-14 | 8-14 | 8-16 |
| Vacíos del agregado mineral (VAM) | valor según Tabla 2, en función del tamaño nominal máximo del agregado y el % de vacíos | | |
| (1) calculados en base a la densidad máxima teórica determinada según el ensayo de Rice (Método ASTM D-2041) | | | |

Tabla 2:
Valores de Vacíos en el Agregado Mineral (VAM), en función del Tamaño Nominal Máximo del Agregado y del % de vacíos totales de la mezcla

| Tamaño nominal máximo (mm) | Contenido de vacíos totales en la mezcla (%) | | |
|----------------------------|--|-----|-----|
| | 3.0 | 4.0 | 5.0 |
| 25.4 | 11 | 12 | 13 |
| 19.1 | 12 | 13 | 14 |
| 12.5 | 13 | 14 | 15 |
| 9.5 | 14 | 15 | 16 |

Nota: interpolar linealmente en caso de que el porcentaje de vacíos totales se encuentre entre los valores enteros indicados

12-10.15 Adherencia

La mezcla seleccionada, de acuerdo a lo indicado en el Parágrafo 12-10.14, debe resultar con una adherencia igual o mayor al 95%, determinada según el Método ASTM 3625(91). En el caso de que no se satisfaga el valor mínimo anteriormente señalado, se ejecutará el Ensayo de Resistencia



Retenida, de acuerdo a lo establecido en el Método ASTM D-4867(92). Si el resultado de Resistencia retenida es igual o mayor al 60%, se podrá emplear la mezcla en evaluación.

12-10.16 Fórmula de Trabajo

Una vez aprobados los materiales, la Combinación de diseño (CD) y el porcentaje óptimo de cemento asfáltico, para efectos de control de la producción de la mezcla en planta, se establecerán las siguientes variaciones permisibles, que definirán los rangos de la "Fórmula de Trabajo":

(a) En la granulometría

| <u>Material que pasa</u> <u>El cedazo</u> | <u>Variación permisible</u> <u>en el % que Pasa (+ ó -)</u> |
|--|--|
| # 4 y mayores | 7,00 |
| # 8 | 5,50 |
| # 50 | 4,00 |
| # 200 | 2,00 |

Las variaciones permisibles, una vez aplicadas, podrán estar fuera de los límites de la especificación granulométrica indicada en la Tabla del Parágrafo 12-10.10. En este caso, la Fórmula de Trabajo estará limitada para cada tamiz por los valores correspondientes a la Combinación de Diseño (CD), más y menos las variaciones permisibles.

(b) En el contenido de material asfáltico

El contenido de material asfáltico de la fórmula de trabajo, determinado de acuerdo al procedimiento establecido en el Método ASTM D-1856, no debe variar, por exceso o por defecto, del porcentaje óptimo determinado según se establece en el Parágrafo 12-10.14, en más de 0,45%.

En caso que la producción correspondiente a un lote de mezcla exceda las variaciones permisibles, tanto en la granulometría como en el contenido de material asfáltico, la cantidad de toneladas de dicho lote será afectada por los Factores de Pago, que forman parte de esta especificación como **Anexo 1**.

12-10.17 A los efectos de esta especificación se denomina "lote" a la cantidad de mezcla asfáltica que esté respaldada por un conjunto de ensayos de control de calidad. Normalmente se corresponde con la producción de media jornada de trabajo.

12-10.18 Si hay cambios en la procedencia y/o características de cualquiera de los agregados, se debe establecer una nueva Combinación de Diseño (CD) y se determinará un nuevo contenido de ligante asfáltico antes de utilizar el nuevo agregado.

EQUIPOS

12-10.20 El equipo mínimo para la construcción de pavimentos de MCAC debe estar constituido por:

- ? Planta Mezcladora con equipos y accesorios, ya sea del tipo de dosificación por terceo, o de mezclado en tambor.
- ? Máquina Pavimentadora (Extendedora)
- ? Compactadora de Ruedas Neumáticas (Autopropulsada)
- ? Compactadora de Rodillo Liso de Acero
- ? Compactadora Vibratoria de Rodillo Liso
- ? Camión cisterna para agua



- ? Equipo menor de extendido
- ? Camiones volteo u otro equipo adecuado para el transporte de la mezcla
- ? Equipo de laboratorio

El equipo debe estar en buenas condiciones mecánicas y satisfacer los requisitos establecidos en la Especificación General 12-0. Los equipos deben ser operados y mantenidos de acuerdo a lo indicado en los manuales del fabricante.

12-10.21 El Ente Contratante podrá exigir, de considerarlo conveniente, la ejecución de pruebas de campo para la aprobación del equipo.

12-10.22 En el sitio de instalación de la planta debe proveerse un local para la instalación del Laboratorio de Control de Calidad, el cual debe ser dotado —por El Contratista— de los equipos necesarios.

12-10.23 La Planta Mezcladora debe estar calibrada antes del inicio de los trabajos de pavimentación. Dicha calibración está sujeta a la aprobación del Ingeniero Inspector. Se debe ejercer estricto control sobre el correcto funcionamiento de la Planta Mezcladora. Cualquier falla o defecto que afecte la calidad de la mezcla es razón suficiente para suspender la producción de mezcla, hasta tanto ésta sea corregida. La suspensión de la producción debe hacerla el Ingeniero Inspector, por escrito, justificando la razón de la paralización

12-10.24 Para la construcción de pavimentos de MCAC debe disponerse en obra de la cantidad de máquinas pavimentadoras, compactadoras, equipos complementarios y accesorios que permita la colocación y compactación de la Mezcla Asfáltica sin demoras perjudiciales para la calidad de la obra.

12-10.25 La Planta Mezcladora, los equipos de extendido y compactación, los camiones o equipos de transporte de mezcla, así como sus accesorios y equipos complementarios, deberán cumplir con todas las Normas de Protección Ambiental y Seguridad Industrial que sean aplicables.

PERSONAL

12-10.35 El personal que se emplee para la construcción de pavimentos de concreto asfáltico debe ser suficiente y debe estar debidamente calificado para ejecutar el trabajo requerido, en un todo de acuerdo con lo establecido en esta especificación y en el Programa de Obra que apruebe el Ente Contratante.

PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN

12.10-40 El Ingeniero Inspector debe autorizar, por escrito, el inicio de los trabajos de construcción de pavimentos de MCAC luego de constatar que han sido satisfechos todos los requisitos establecidos en esta Especificación, en la Especificación General (12-0) y en el Contrato de Obra y sus Especificaciones particulares, si las hubiere.

Preparación del sitio

12-10.41 Cuando la superficie de apoyo donde se va a colocar el pavimento de concreto asfáltico no satisface los requisitos establecidos en el Parágrafo 12-0.43 de la Especificación General (12-0), y/o las características de nivelación y de compactación establecidas en el proyecto, o cuando dicha superficie se deforma bajo el paso del equipo de prueba señalado en el Parágrafo 12-0.44 de la Especificación General (12-0), debe procederse de acuerdo a lo establecido en la Partida 12-10.03: "Acondicionamiento de la superficie de apoyo".



12-10.42 Antes de iniciar el extendido y colocación de la mezcla, la superficie de apoyo debe ser preparada a satisfacción de la Inspección de la Obra. Previo al extendido de la mezcla se aplicarán los riegos asfálticos, tratamientos y/o materiales indicados por el Ingeniero Inspector o en el Proyecto de la Obra.

Preparación de la Mezcla

12-10.43 La temperatura del material asfáltico al momento de ser mezclado debe ser aquella a la cual dicho material tenga una Viscosidad Cinemática comprendida entre 150 cs y 190 cs. Este rango de temperatura debe ser el indicado en la Hoja de Control del material asfáltico, según lo exigido en la Norma COVENIN 1670-95, o determinado mediante un gráfico de viscosidad contra temperatura. En ningún caso la temperatura de calentamiento será mayor de 165°C.

12-10.44 El material asfáltico debe ser calentado en tanques apropiados que produzcan un calentamiento uniforme de su contenido. Si la temperatura del material asfáltico sobrepasa el límite especificado en el Parágrafo 12-10.43, dicho material asfáltico es inaceptable y no se debe usar en la preparación de la mezcla asfáltica, aún cuando su temperatura sea posteriormente reducida al límite especificado.

12-10.45 El almacenamiento y alimentación de los agregados debe ejecutarse de manera que éstos puedan mantenerse separados de acuerdo a sus tamaños de producción

12-10.46 Los agregados que se usen para la preparación de la mezcla asfáltica se deben depositar y manejar de manera que se mantenga la uniformidad de su granulometría. Se debe evitar la segregación y/o contaminación del agregado.

12-10.47 Antes de ser mezclado con el material asfáltico, el agregado debe ser calentado hasta un máximo de 170°C. El contenido de humedad del agregado en el momento de efectuarse el mezclado con el asfalto no debe ser mayor de 1% de su peso.

12-40.48 Al finalizarse el proceso de mezclado, la temperatura de la mezcla no debe tener una variación mayor a 14°C —por exceso o por defecto—, de la temperatura adoptada para el material asfáltico, según lo indicado en el Parágrafo 12-10-43, pero en ningún caso dicha temperatura debe ser menor de 135°C ni mayor de 170°C.

12-10.49 El tiempo de mezclado debe ser el mínimo necesario para que todas las partículas del agregado queden cubiertas con el material asfáltico y la mezcla muestre un aspecto uniforme. En ningún caso el tiempo de mezclado, una vez que se haya añadido el material asfáltico, debe ser mayor de 50 segundos.

Transporte

12-10.50 La mezcla se debe transportar en camiones volteo, o en equipos especialmente diseñados para este fin, desde la Planta de Mezclado hasta el lugar de su utilización. Las tolvas de los camiones se deben limpiar para evitar materiales extraños en la mezcla. Las tolvas deben estar provistas de una lona o encerado para cubrir la mezcla desde que es cargada hasta el momento de su utilización.



Extendido y colocación

12-10.51 La mezcla asfáltica al ser descargada en la máquina pavimentadora debe tener una temperatura que permita obtener las densidades de campo establecidas en el proyecto, de acuerdo a lo indicado en el Parágrafo 12-10.59, pero nunca debe ser menor de 105°C.

12-10.52 La superficie de apoyo, al momento de la colocación de la MCAC, debe estar limpia y libre de agua o cualquier material diferente a los requeridos según lo indicado en el Parágrafo 12-10.42.

12-10.53 El extendido de la mezcla asfáltica se debe hacer por medio de máquinas pavimentadoras, sin que se produzcan arrastres o desgarramientos de la capa que se está extendiendo. No se debe permitir el palear la mezcla asfáltica sobre la superficie recién extendida. En caso de que se presenten áreas defectuosas, estas deben ser corregidas utilizando los procedimientos que sean aprobados por la Inspección de la Obra.

12-10.54 Sólo en las áreas inaccesibles para la Máquina Pavimentadora, y previa aprobación de la Inspección de la Obra, se podrán utilizar otros medios para la colocación de la mezcla asfáltica.

Compactación y acabado

12-10.55 Patrón de compactación y densidad de la mezcla en campo

Previo al inicio de los trabajos de extendido se debe determinar el Patrón de Compactación a utilizar en obra, a fin de asegurar que la MCAC satisfaga los requisitos de densidad que se indican mas adelante. El Patrón de Compactación deberá indicar: (a) tipo de mezcla; (b) el espesor de la capa; (c) características de los equipos de compactación (peso, presión de inflado, vibraciones por minuto y amplitud); (d) las temperaturas de compactación inicial y final; (e) el número de pases de cada compactadora y su secuencia de aplicación; (f) velocidad de operación de las compactadoras y (g) tipo de superficie de apoyo.

En caso que se produzcan cambios o modificaciones en los parámetros indicados —o cualquier otra variable— que alteren las condiciones de obra, deberá determinarse un nuevo Patrón de Compactación.

12-10.56 Criterio de control de la densidad de campo

El Ente Contratante debe establecer uno de los criterios que se indican a continuación, mediante el cual se analizarán los resultados de compactación de la mezcla:

- (a) Densidad de Rice: este método referencia la densidad de campo a la densidad máxima de la mezcla sin vacíos, del lote correspondiente al control de calidad efectuado sobre la mezcla producida en planta. Esta densidad de referencia se determinará de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D-2041.
- (b) Densidad de laboratorio: este método referencia la densidad de campo a la densidad de laboratorio del lote correspondiente al control de calidad efectuado sobre la mezcla producida en planta. Esta densidad de referencia se determinará de acuerdo al Método de Ensayo ASTM D-1189.

En caso de que el Ente Contratante no especifique el criterio de comparación de las densidades de campo, se entenderá que se aplicará el Método de Densidad de Rice [Método (a)].

12-10.57 Durante el proceso de compactación se deben cumplir los siguientes requisitos:

- a) La compactación debe iniciarse a la máxima temperatura a la que la mezcla tenga la consistencia necesaria para resistir el peso de la compactadora sin sufrir desplazamientos.

- b) Se deben tomar las provisiones necesarias para evitar que la mezcla asfáltica se adhiera a las ruedas de las compactadoras.
- c) Las compactadoras se deben mover lenta y uniformemente con la rueda de tracción hacia la máquina pavimentadora.
- d) La velocidad de las Compactadoras debe mantenerse dentro de los rangos indicados a continuación:

VELOCIDAD DE COMPACTACIÓN (kph)

| Tipo de compactadora | Compactación Inicial | Compactación Intermedia | Compactación Final |
|----------------------------|----------------------|-------------------------|--------------------------------|
| Rueda de acero estática | 3 a 5 | 3 a 5,5 | 3 a 5 |
| Compactadora Neumática | 4 a 5 | 4 a 6,5 | 4 a 5 |
| Ruedas de acero vibratoria | 4 a 5 | 6 a 8 | Utilizar sólo en modo estático |

- e) Debe asegurarse que toda el área a ser compactada reciba el número de pases establecidos en el Patrón de Compactación.
- f) El proceso de compactación debe concluirse antes que la mezcla alcance una temperatura de 85°C.
- g) La compactación de la mezcla debe efectuarse de tal forma que se logre una superficie plana y nivelada.

12-10.58 En las áreas inaccesibles para los equipos de compactación, y previa aprobación de la Inspección de la Obra, se podrán utilizar otros equipos y/o medios para la densificación de la mezcla asfáltica.

12-10.59 Después de compactada la mezcla se debe tomar muestras del pavimento. El promedio de las densidades de las muestras debe estar comprendido entre el 93% y el 97% de la densidad máxima teórica determinada según el ensayo de RICE, si se ha fijado el Método (a) indicado en el Parágrafo 12-10.56, o ser mayor al 97% de la densidad promedio de laboratorio, si se ha seleccionado el Método (b) en el citado Parágrafo. La mezcla empleada para el ensayo de control de densidades debe ser la misma mezcla colocada en el tramo o lote evaluado. Si el promedio de las densidades de las muestras está por debajo del valor mínimo, según sea el caso, se aplicarán los Factores de Pago indicados en el **Anexo 1**, el cual se considera parte integrante de estas especificaciones

12-10.60 El “Ente Contratante” podrá exigir la aplicación de criterios estadísticos que tomen en consideración la variabilidad de los parámetros de control para determinar los límites de aceptación y rechazo de la mezcla asfáltica. Estos criterios deberán, en este caso, formar parte del Contrato de Obra como **Anexo 2**.

12-10.61 El espesor mínimo de cualquier capa —después de compactada— debe ser igual a dos y media (2,5) veces el tamaño nominal de la mezcla que se está compactando. El espesor máximo de compactación —por capa individual— no debe ser mayor a 10,0 cm.

12-10.62 El espesor final de la capa se debe comprobar periódicamente. Las muestras tomadas para comprobar el espesor pueden ser utilizadas también para el control de compactación. Los huecos producidos por la toma de muestras, deben ser llenados con MCAC y compactados por El Contratista inmediatamente después de ser tomada la muestra. No se reconocerá ninguna compensación por el relleno de los huecos.

12-10.63 La distribución del Agregado y la textura superficial de la capa asfáltica debe ser uniforme en toda la extensión del pavimento terminado, de lo contrario, el Ingeniero Inspector podrá —previa



evaluación del sector defectuoso— rechazar el trabajo y exigir su corrección, a expensas de “El Contratista”.

12-10.64 Durante y después de la compactación, la superficie del pavimento —especialmente en las juntas de construcción— se debe probar con una regla de canto recto de tres metros de longitud. La diferencia de la superficie con el borde de la regla, colocada en cualquier dirección, no debe exceder de seis (6) mm. en ningún sitio. Todas las deformaciones que sobrepasen la tolerancia indicada se deben corregir, a expensas de El Contratista, según sea indicado por el Ingeniero Inspector.

12-10.65 En carreteras con características de tránsito ALTO, una vez concluidos los trabajos de pavimentación, se deberá determinar el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) mediante equipos especialmente diseñados para este fin. Los valores de rugosidad IRI se emplearán en la aceptación o rechazo del pavimento terminado, mediante la aplicación de los Factores de Pago indicados en el **Anexo 1**, que forma parte de esta Especificación. Este requisito podrá aplicarse a vías con otros tipos de tránsito si así lo establece el Contrato de Obra.

MEDICIÓN

12-10.80 Para la medición de los pavimentos de concreto asfáltico, se deben considerar las partidas siguientes: (a) **concreto asfáltico** y (b) **material asfáltico**.

12-10.81 **Concreto asfáltico:** Esta partida se mide por peso en toneladas métricas (1000 Kg) de pavimento terminado satisfactoriamente de acuerdo con lo establecido en esta Especificación. El peso se obtiene multiplicando el volumen de pavimento de cada lote por el promedio de las densidades obtenidas en las muestras del pavimento que se está midiendo. El volumen se obtiene multiplicando la longitud efectiva (12-10.82) por el ancho del tramo (12-10.83) y por el espesor promedio (12-10.84) del pavimento colocado.

12-10.82 La longitud efectiva es la longitud del pavimento colocado, medida en metros a lo largo del eje de la vía. A efectos de medición, la vía se divide en tramos de 2 km. de longitud máxima, para cada uno de esos tramos, se aplican las mediciones de ancho (12-10.83) y espesor promedio (12-10.84).

12-10.83 El ancho del tramo es el ancho del pavimento colocado, medido en metros, establecido en los planos, o en su defecto, el fijado por el Ingeniero Inspector.

12-10.84 El espesor promedio es el promedio aritmético de los espesores de pavimento colocado en cada lote, luego de efectuada su compactación. Los espesores de pavimento se determinan, para el total de cada tipo de mezcla empleada, mediante uno de los siguientes métodos:

1. Por toma de muestras del pavimento. En este caso, se deben tomar al menos seis (6) muestras de pavimento en cada lote, pudiendo estar incluidas para esa determinación, las muestras tomadas según se especifica en los Parágrafos 12-10.59 y 12-10.62.
2. Por secciones de topografía. En este caso se deben tomar secciones transversales. Para cada sección se debe determinar un espesor promedio. El número de las secciones y la distancia entre cada una de ellas, debe ser aprobada por el Ing. Inspector El espesor promedio del pavimento es el promedio aritmético de los espesores colocados en cada lote luego de efectuada la compactación.



Para el cálculo del espesor promedio, los valores individuales de las muestras están sujetas a las siguientes condiciones:

a. mezclas colocadas como primera capa sobre la subrasante, bases y sub-bases no asfálticas y primera capa de repavimentación sobre un pavimento existente:

- a.1 los espesores individuales comprendidos entre el 88% y el 112% del espesor de proyecto se deben considerar en su valor real
- a.2 los espesores individuales mayores al 112% del espesor de proyecto se deben considerar equivalentes al 100% del espesor de proyecto
- a.3 los espesores individuales menores al 88% del espesor de proyecto se deben considerar defectuosos. "El Contratante" debe ordenar la corrección o la remoción y reposición del sector con espesor defectuoso, o excluirá todo el sector del cómputo de las cantidades de obra.

b. Cualquier otra capa distinta a las consideradas en el caso (a) anterior:

- b.1 los espesores individuales comprendidos entre el 94% y el 106% del espesor de proyecto se deben considerar en su valor real
- b.2 los espesores individuales mayores al 106% del espesor de proyecto se deben considerar equivalentes al 100% del espesor de proyecto
- b.3 los espesores individuales menores al 94% del espesor de proyecto se deben considerar defectuosos. "El Contratante" debe ordenar la corrección o la remoción y reposición del sector con espesor defectuoso, o excluirá todo el sector del cómputo de las cantidades de obra

12-10.85 En el caso de que un mismo tipo de mezcla asfáltica deba ser extendida y compactada en varias capas, las tolerancias señaladas en el Parágrafo 12-10.84 serán aplicadas al espesor total resultante de la sumatoria de los espesores de las capas individuales.

12-10.86 Material asfáltico

El material asfáltico utilizado en la mezcla de pavimento de concreto asfáltico, se debe medir en toneladas métricas (1.000 kg). La cantidad de material asfáltico empleado en cada tramo se debe determinar multiplicando el peso de la mezcla asfáltica colocada en el tramo por el porcentaje de material asfáltico de la mezcla asfáltica, determinado según se indica en el Parágrafo (12-10.87).

12-10.87 El porcentaje de material asfáltico de la mezcla asfáltica se debe determinar mediante el ensayo de extracción por centrifuga, o a través de equipos nucleares o de hornos de ignición. La muestra ensayada debe corresponder a la del lote que se está midiendo.

FORMA DE PAGO

12-10.90 Concreto asfáltico

Las partidas de concreto asfáltico se pagan al precio unitario establecido en el presupuesto, por tonelada métrica (1.000 kg) de pavimento construido satisfactoriamente, medido según se indica en los Parágrafos 12-10.80 y siguientes.

El precio unitario de la partida para presupuesto correspondiente debe incluir:

- ? El suministro del agregado empleado para la construcción del pavimento de Concreto Asfáltico.
- ? El manejo y el procesamiento del Agregado y del material asfáltico.
- ? El transporte de la Mezcla Asfáltica a cualquier distancia.
- ? La preparación, el extendido y la compactación de la Mezcla Asfáltica.
- ? La ejecución e interpretación de los ensayos de control de calidad.



- ? La provisión de todo el Equipo y Personal necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

Si el Ente Contratante lo considera conveniente, podrán adoptarse las siguientes modificaciones en el precio unitario de la partida de "concreto asfáltico":

- ? Excluir el transporte del agregado y pagarlo por la Partida correspondiente a la Especificación 12-82, Transporte de Agregados para la Construcción de Pavimentos Asfálticos.
- ? Incluir en esta misma partida los gastos correspondientes al suministro y transporte del cemento asfáltico.
- ? Excluir el transporte de la mezcla y pagarlo según la Especificación 12-35, Transporte de Mezclas Asfálticas.

12-10.91 Cuando la superficie de apoyo donde se va a construir el pavimento de concreto asfáltico no satisfaga los requisitos establecidos en el Parágrafo 12-0.43 de la Especificación General (12-0), y/o las características de nivelación y de compactación establecidas en el proyecto, o cuando dicha superficie se deforme bajo el paso del equipo de prueba señalado en el Parágrafo 12-0.44 de la Especificación General (12-0), no siendo imputables a "El Contratista" las causas que hayan motivado esos defectos, los trabajos a que se refieren los Parágrafos 12-0.45 y 12-0.46 de la Especificación General (12-0), se deben pagar por la(s) partida(s) correspondiente(s).

12-10.92 **Material asfáltico**

El Material Asfáltico se debe pagar al precio unitario establecido en el Presupuesto, por tonelada métrica (1000 Kg.) de Material Asfáltico utilizado, determinado según se indica en el Parágrafo 12-10.87.

El precio unitario de la Partida para de Presupuesto correspondiente debe incluir: el suministro, y transporte del Material Asfáltico, así como la provisión de todo el Equipo y Personal necesario para la correcta ejecución de esta partida.

Cuando el "Ente Contratante" lo juzgue conveniente, el Transporte del Material Asfáltico utilizado será pagado por la Partida para Presupuesto correspondiente a la Especificación 12-82, Transporte de material asfáltico para la Construcción de Pavimentos Asfálticos.

12-10.93 **Factores de Pago**

Las cantidades de obra determinadas en cada lote, de acuerdo a lo indicado en los Artículos 12-10-81 y siguientes, se multiplicarán por un Factor de Pago Final (FPF), el cual se obtendrá al aplicar los criterios correspondientes a los Factores de Pago señalados en el **Anexo 1**, el cual forma parte de esta Especificación.

PARTIDAS PARA PRESUPUESTO

12-10.99 Tipos de partidas

El Ente Contratante seleccionará la(s) partida(s) a aplicar en el Contrato de Obra, en función de las características propias de la obra a ejecutar. Las partidas podrán incluir, de acuerdo al criterio del Ente Contratante, tal como se señala en el Parágrafo 12-10.90 y siguientes, los transportes de los diferentes materiales necesarios para la mezcla asfáltica.

Las partidas contempladas en esta Especificación son las siguientes:

C-12-10-002-01

Pavimento de concreto asfáltico en caliente, Tipo _____, para tránsito _____, de _____ cm de espesor, incluyendo el suministro y transporte de los agregados y del cemento asfáltico. Incluye el transporte de la mezcla asfáltica.

Unidad: tonelada.



C-12-10-002-02

Pavimento de concreto asfáltico en caliente, Tipo _____, para tránsito _____, de _____ cm de espesor. Incluye suministro y transporte de los agregados y del cemento asfáltico. No incluye transporte de la mezcla asfáltica.

Unidad: tonelada.

C-12-10-003-03

Pavimento de concreto asfáltico en caliente, Tipo _____, para tránsito _____, de _____ cm de espesor, incluyendo el suministro y transporte de los agregados. No incluye suministro ni transporte del cemento asfáltico, ni el transporte de la mezcla asfáltica.

Unidad: tonelada.

C-12-10-003-04

Pavimento de concreto asfáltico en caliente, Tipo _____, para tránsito _____, de _____ cm de espesor incluyendo el suministro de los agregados. No incluye transporte de los agregados ni suministro ni transporte del cemento asfáltico, ni el transporte de la mezcla asfáltica.

Unidad: tonelada.

C-12-10-009.01

Material asfáltico tipo C.A. _____, para concreto asfáltico, incluyendo su transporte.

Unidad: tonelada.

C-12-10-009.02

Material asfáltico tipo C.A. _____, para concreto asfáltico, sin incluir su transporte.

Unidad: tonelada.



NORMA INVEAS (MEZCLAS DE CONCRETO ASFÁLTICO-COVENIN 12-10)

**ANEXO 1
FACTORES DE PAGO****A. Alcance**

El presente Anexo se refiere a la determinación de las cantidades de mezcla asfáltica a ser cancelada a “El Contratista”, en el caso de pavimentos de Mezclas de Concreto Asfáltico en Caliente (MCAC) densamente gradadas, ejecutadas de acuerdo a lo establecido en la Partida COVENIN 12-10. Los Factores de Pago se aplicarán a las cantidades determinadas de acuerdo a lo señalado en los Parágrafos 12-10.80 (Medición) y siguientes, en las Partidas de concreto asfáltico; de material asfáltico; de los distintos transportes según sea el caso (de agregados, de material asfáltico y de mezcla); y de aditivos si los hubiere.

B. Factores de Pago contemplados en este Anexo

Los Factores de Pago descritos en este Anexo se definen de la siguiente manera:

? Factor de Pago por Granulometría (FPG)

Valor igual a la unidad o fracción decimal que ajusta la cantidad de obra ejecutada en un lote de producción, en función de las variaciones —en los tamices # 4, # 8, # 50 y # 200— de los resultados de la granulometría de control en una o más muestras de ensayo representativas del lote, con relación a los porcentajes pasantes en dichos tamices en la Combinación de Diseño (CD).

? Factor de Pago por Contenido de Asfalto (FPA)

Valor igual a la unidad o fracción decimal que ajusta la cantidad de obra ejecutada en un lote de producción, en función de las variaciones en el contenido de asfalto determinado en el ensayo de extracción en una o más muestras de ensayo representativas del lote, con relación al porcentaje óptimo determinado de acuerdo a lo indicado en el Parágrafo 12-10.14.

? Factor de Pago por Compactación (FPC)

Valor igual a la unidad o fracción decimal que ajusta la cantidad de obra ejecutada en un lote de producción, en función de las variaciones en el grado de compactación de un conjunto de muestras del pavimento terminado, de acuerdo a lo establecido en el Parágrafo 12-10.59.

? Factor de Pago por Planitud (FPP)

Valor igual a la unidad, mayor a la unidad o fracción decimal que ajusta la cantidad de obra ejecutada en un tramo de pavimento correspondiente a un lote de producción, en función del valor del Índice Internacional de Rugosidad (IRI) medido en la capa de rodamiento en una vía de tránsito ALTO. En caso de que así lo considere conveniente la Inspección de la Obra, la medición de la rugosidad puede realizarse en una longitud determinada por la Inspección, y la rugosidad en ella determinada se aplicará por igual a la cantidad de lotes contemplados dentro de la longitud medida.

C. Ámbito de aplicación

La aplicación de los Factores de Pago se hará en función del Tipo de Tránsito, determinado tal como se define en el Parágrafo 12-10.04, de acuerdo a la siguiente Tabla:

| Capa y Tipo vía según su tránsito | Factores de Pago a aplicar |
|--|---|
| CAPA DE RODAMIENTO EN VÍAS DE TRÁNSITO ALTO | * POR GRANULOMETRÍA (FPG) * POR CONTENIDO DE ASFALTO (FPA) * POR COMPACTACIÓN (FPC) * POR PLANITUD (FPP) |
| CAPAS DISTINTAS A RODAMIENTO EN VÍAS DE TRÁNSITO ALTO Y CUALQUIER CAPA EN VÍAS DE TRÁNSITO MEDIO | * POR GRANULOMETRÍA (FPG) * POR CONTENIDO DE ASFALTO (FPA) * POR COMPACTACIÓN (FPC) |
| CUALQUIER CAPA EN VÍAS DE TRÁNSITO BAJO | * POR CONTENIDO DE ASFALTO (FPA) * POR COMPACTACIÓN (FPC) |

C. Determinación de la magnitud de los Factores de Pago

El valor asignado a cada factor de pago individual se establecerá de acuerdo a los criterios que se indican a continuación:

a. Factor de Pago por Granulometría (FPG)

| Tamiz Nota (1) | Variación del porcentaje pasante con referencia al de la COMBINACIÓN DE DISEÑO (CD) —Parágrafo 12-10.06— (puntos de porcentaje por arriba o por debajo) | FACTOR DE PAGO (FPG) |
|----------------|---|----------------------|
| Tamiz Nº 4 | 0,00 — 7,00 | 1,00 |
| | 7,01 — 8,00 | 0,98 |
| | 8,01 — 9,00 | 0,95 |
| | 9,00 — 10,00 | 0,90 |
| | > 10,00 | 0,80* |
| Tamiz Nº 8 | 0,00 — 5,50 | 1,00 |
| | 5,51 — 6,50 | 0,98 |
| | 6,51 — 7,50 | 0,95 |
| | 7,51 — 8,50 | 0,90 |
| | > 8,50 | 0,80* |
| Tamiz Nº 50 | 0,00 — 4,00 | 1,00 |
| | 4,01 — 5,50 | 0,98 |
| | 5,51 — 6,50 | 0,95 |
| | 6,51 — 7,50 | 0,90 |
| | > 7,50 | 0,80* |
| Tamiz Nº 200 | 0,00 — 2,00 | 1,00 |
| | 2,01 — 2,40 | 0,98 |
| | 2,41 — 2,80 | 0,95 |
| | 2,81 — 3,20 | 0,90 |
| | > 3,20 | 0,80* |

* o remoción total y reposición a expensas del Contratista, a criterio del Contratante

Nota 1: Cuando se encuentren desviaciones de la Combinación de Diseño (CD) en más de un tamiz, se seleccionará sólo el Factor de Pago que resulte mas bajo.



b. Factor de Pago por contenido de Asfalto (FPA)

| Variación del contenido de ligante asfáltico con referencia al óptimo (Parágrafo 12-10.14) (puntos de porcentaje por arriba o debajo) | FACTOR DE PAGO (FPA) |
|---|---|
| 0,00 — 0,45 | 1,00 |
| 0,46 — 0,65 | 0,95 |
| 0,66 — 0,75 | 0,90 |
| > 0,75 | 0,80 (o remoción a criterio del contratante) |

c. Factor de Pago por compactación (FPC)

Cuando se aplique el criterio de densidad de Rice, tal como se indica en el Parágrafo 12-10.56, se aplicará el siguiente Factor por compactación:

| Densidad promedio en obra, referida a máxima de Rice (%) | Número de muestras con compactación menor al 93% | FACTOR DE PAGO (FPC) |
|--|--|--|
| $\geq 93,0$ | ninguna | 1,00 |
| $\geq 93,0$ | Una ó mas | 0,98 |
| 91,0 — 92,9 | Una ó mas | 0,90 |
| 88,0 — 90,9 | Una ó mas | 0,80 |
| < 88 | Una ó mas | 0,50 o remoción a criterio del Ente Contratante |

Cuando se aplique el criterio de densidad de Laboratorio, tal como se indica en el Parágrafo 12-10.56, se aplicará el siguiente Factor por compactación:

| Densidad promedio en obra, referida a la densidad de laboratorio (%) | Número de muestras con compactación menor al 97% | FACTOR DE PAGO (FPC) |
|--|--|--|
| $\geq 97,0$ | ninguna | 1,00 |
| $\geq 97,0$ | Una ó mas | 0,98 |
| 95,0 — 96,9 | Una ó mas | 0,90 |
| 92,0 — 94,9 | Una ó mas | 0,80 |
| < 92 | Una ó mas | 0,50 o remoción a criterio del Ente Contratante |

d. Factor de Pago por Planitud (FPP)

A la longitud extendida y compactada de acuerdo a la producción contenida en el lote bajo control, se le medirá el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) mediante el empleo de un equipo especialmente diseñado para este fin. La rugosidad acumulada en la longitud medida, se extrapolará linealmente, en caso de ser necesario a una longitud equivalente de un km. En caso de que así lo considere la Inspección de la Obra, la longitud de medición pudiere abarcar mas de un lote de producción. En este caso se determinará la rugosidad del pavimento en la longitud que determine el Ingeniero Inspector y el factor de pago correspondiente a la rugosidad medida para la longitud seleccionada, se aplicará por igual a los lotes contemplados dentro de la longitud medida.



Una vez obtenido este valor, los factores de pago por Planitud, serán obtenidos de la siguiente tabla:

| IRI (m/km) | Factor de Pago por Planitud (FPP) |
|-------------|---------------------------------------|
| <= 1,00 | 1,05 |
| 1,00 – 1,20 | 1,02 |
| 1,21 – 1,80 | 1,00 |
| 1,81 – 2,20 | 0,98 |
| 2,21 – 2,50 | 0,90 |
| 2,51 – 2,70 | 0,85 |
| 2,71 – 3,00 | 0,80 |
| > 3,01 | Corrección por cuenta del Contratista |

e. Factor de Pago Integral (FPI) y Factor de Pago Final (FPF)

Una vez que se ha establecido el valor de factor de pago para cada una de las propiedades indicadas en los Apartes (a) granulometría (FPG), (b) contenido de asfalto (FPA), (c) compactación (FPC) y (d) planitud (FPP), descritos anteriormente, se procede a obtener el Factor de Pago Integral (FPI), el cual es el resultado de multiplicar entre sí cada uno de los factores individuales, tal como se señala en la Tabla 1 que se presenta a continuación.

Tabla 1
FACTOR DE PAGO INTEGRAL Y FACTOR DE PAGO FINAL
SEGÚN EL TIPO DE CAPA Y EL TIPO DE VÍA

| Capa y Tipo vía según su tránsito | Factor de Pago Integral (FPI) | Factor de Pago Final (FPF) |
|--|-------------------------------|---------------------------------------|
| CAPA DE RODAMIENTO EN VÍAS DE TRÁNSITO ALTO | $FPG * FCA * FPC * FPP$ | $FPF = [1 - \frac{(1 - FPI)}{1,5}]$ |
| CAPAS DISTINTAS A RODAMIENTO EN VÍAS DE TRÁNSITO ALTO Y CUALQUIER CAPA EN VÍAS DE TRÁNSITO MEDIO | $FPG * FCA * FPC$ | $FPF = [1 - \frac{(1 - FPI)}{1,8}]$ |
| CUALQUIER CAPA EN VÍAS DE TRÁNSITO BAJO | $FCA * FPC$ | $FPF = [1 - \frac{(1 - FPI)}{2,2}]$ |
| Nota: el valor de FPF debe ser calculado con tres (3) cifras decimales | | |

Las cantidades de obra determinadas en cada lote, de acuerdo a lo indicado en los Artículos 12-10-81 y siguientes, se multiplicarán por un Factor de Pago Final (FPF), el cual se obtendrá, a su vez, al aplicar la fórmula indicada en la Tabla 1, es decir:

$$\text{Cantidades de obra a cancelar} = (\text{cantidades de obra medidas en el lote}) * \text{FPF}$$



A los efectos de esta especificación se denomina "lote" a la cantidad de mezcla asfáltica que esté respaldada por un conjunto de ensayos de control de calidad. Normalmente se corresponde con la producción de media jornada de trabajo.