

LIBRO:	CTR. CONSTRUCCIÓN
TEMA:	CAR. Carreteras
PARTE:	1. CONCEPTOS DE OBRA
TÍTULO:	04. Pavimentos
CAPÍTULO:	009. Carpetas de Concreto Hidráulico

A. CONTENIDO

Esta Norma contiene los aspectos por considerar en la construcción de carpetas de concreto hidráulico para pavimentos de carreteras de nueva construcción.

B. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

Las carpetas de concreto hidráulico son las que se construyen mediante la colocación de una mezcla de agregados pétreos, cemento Pórtland, en su caso, aditivos y adiciones, agua, para proporcionar al usuario una superficie de rodadura uniforme, bien drenada, resistente al derrapamiento, cómoda y segura. Tienen además la función estructural de soportar y distribuir la carga de los vehículos hacia las capas inferiores del pavimento.

Las carpetas de concreto hidráulico pueden construirse con base en:

B.1. LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO CON JUNTAS

Son aquellas que se construyen mediante el colado de concreto hidráulico con juntas longitudinales y transversales, con o sin pasajuntas, para formar elementos rectangulares.

B.2. LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO CON REFUERZO CONTINUO

Son aquellas que se construyen mediante el colado de concreto hidráulico sin juntas transversales y con acero de refuerzo colocado longitudinalmente en forma continua con el objeto de resistir los esfuerzos de tensión, y asegurar que las grietas que se produzcan queden totalmente cerradas.

B.3. LOSAS DE CONCRETO PRESFORZADO

Son aquellas que se construyen con secciones de concreto hidráulico sujetas a compresión, mediante un sistema de presfuerzo, con relativamente pocas juntas transversales.

C. REFERENCIAS

Son referencias de esta Norma, las Normas aplicables del Título 06. *Materiales para Carpetas de Concreto Hidráulico*, de la Parte 4. *Materiales para Pavimentos*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*.

Además, esta Norma se complementa con las siguientes:

NORMAS Y MANUALES	DESIGNACIÓN
Ejecución de Obras	N·LEG·3
Riegos de Impregnación	N·CTR·CAR·1·04·004
Criterios Estadísticos de Muestreo	M·CAL·1·02
Índice de Perfil	M·MMP·4·07·002
Determinación del Coeficiente de Fricción con Equipo de Rueda Oblicua	M·MMP·4·07·010

D. MATERIALES

- D.1.** Los materiales que se utilicen en la construcción de carpetas de concreto hidráulico, cumplirán con lo establecido en las Normas aplicables del Título 06. *Materiales para Carpetas de Concreto Hidráulico*, de la Parte 4. *Materiales para Pavimentos*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*, salvo que el proyecto indique otra cosa o así lo apruebe la Secretaría. Los agregados pétreos procederán de los bancos indicados en el proyecto o aprobados por la Secretaría.
- D.2.** Si dados los requerimientos de la obra, es necesario modificar las características del concreto hidráulico, utilizando aditivos, estos estarán establecidos en el proyecto o serán aprobados por la Secretaría. Si el Contratista de Obra propone la utilización de aditivos, lo hará mediante un estudio técnico que los justifique, sometiéndolo a la Secretaría para su análisis y aprobación. Dicho estudio ha de contener como mínimo, las especificaciones y los resultados de las pruebas de calidad, así como los procedimientos para el manejo, uso y aplicación de los aditivos.
- D.3.** No se aceptará el suministro y utilización de materiales que no cumplan con lo indicado en la Fracción D.1. de esta Norma, ni aun en el supuesto de que serán mejorados posteriormente en el lugar de su utilización por el Contratista de Obra.
- D.4.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, los materiales presentan deficiencias respecto a las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra las corrija o los reemplace por otros adecuados, por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E. EQUIPO

El equipo que se utilice para la construcción de carpetas de concreto hidráulico, será el adecuado para obtener la calidad especificada en el proyecto, en cantidad suficiente para producir el volumen establecido en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, conforme con el programa de utilización de maquinaria, siendo responsabilidad del Contratista de Obra su selección. Dicho equipo será mantenido en óptimas condiciones de operación durante el tiempo que dure la obra y será operado por personal capacitado. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, el equipo presenta deficiencias o no produce los resultados esperados, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra corrija las deficiencias, lo reemplace o sustituya al operador. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

E.1. PLANTA DE MEZCLADO

Contará como mínimo con:

- E.1.1.** Tolvas o silos para almacenar los agregados pétreos y el cemento Pórtland, protegidos de la lluvia y el polvo, con capacidad suficiente para asegurar la operación continua de la planta por lo menos quince (15) minutos sin ser alimentadas, y divididas en compartimentos para almacenar los agregados pétreos por tamaños.
- E.1.2.** Dispositivos para dosificar los agregados pétreos por masa, con una aproximación de más menos uno (± 1) por ciento de la masa acumulada, o en más menos dos (± 2) por ciento de la masa individual de cada fracción, y sólo en casos excepcionales, cuando así lo apruebe la Secretaría, por volumen y que permitan un fácil ajuste de la mezcla en cualquier momento, para poder obtener la granulometría que indique el proyecto.
- E.1.3.** Dispositivos para dosificar el cemento Pórtland por masa, con una aproximación de más menos uno (± 1) por ciento de la cantidad requerida según el proporcionamiento.
- E.1.4.** Dispositivos para dosificar el agua, con una aproximación de más menos uno (± 1) por ciento de la cantidad requerida, y los aditivos con una aproximación de más menos tres (± 3) por

ciento de la cantidad necesaria según el proporcionamiento. En el caso del agua y los aditivos líquidos, estos pueden medirse por volumen con una precisión aceptable.

E.1.5. Cámara mezcladora equipada con un dispositivo para el control del tiempo de mezclado.

E.1.6. Un dispositivo de suma acumulada, sin restitución, para contar correctamente el número de bachas producidas durante su operación.

E.2. EXTENDEDORAS DE CONCRETO

Autopropulsadas, con la suficiente potencia, masa y tracción para esparcir uniformemente en espesor y pendiente el concreto hidráulico sin desplazarlo, ya sea mediante una cuchilla oscilante o bien un transportador de banda o tornillo.

E.3. PAVIMENTADORAS

E.3.1. Autopropulsadas de cimbra deslizante, capaces de extender, vibrar, enrasar y terminar el concreto hidráulico colocado en una sola pasada, sin la necesidad de acabado manual, de tal manera que se obtenga una losa de concreto hidráulico uniforme que cumpla con las especificaciones del proyecto. Estarán equipadas con sensores de control automático de niveles para la línea guía de pavimentación y la pendiente, y tendrán la capacidad de insertar en forma automática las barras de amarre en las juntas longitudinales y las barras pasajuntas en las juntas transversales.

Los dispositivos externos que se utilicen como referencia de nivel para los sensores, estarán colocados en zonas limpias de piedras, basura o cualquier otra obstrucción que pudiera afectar las lecturas. Si durante la ejecución de los trabajos, los controles automáticos operan deficientemente, la Secretaría, a su juicio, podrá permitir al Contratista de Obra terminar el colado del día, mediante el uso del control manual de la pavimentadora; sin embargo, el colado se podrá reiniciar sólo cuando los controles automáticos funcionen adecuadamente.

E.3.2. Las pavimentadoras para la construcción de losas de concreto presforzado contarán con:

- Bandas para transportar el concreto fresco desde los camiones situados a un costado de la pavimentadora hasta el frente de ésta, sin interferir con los tendones de presfuerzo.
- Sistema de vibradores de inmersión y de alta frecuencia colocados a la mitad de la separación entre los tendones longitudinales, provisto de un mecanismo para sumergir los vibradores y extraerlos en las intersecciones con los tendones transversales y en los extremos de las losas.

E.4. VIBRADORES

E.4.1. Vibradores de inmersión fijos

Los vibradores de inmersión fijos que formen parte de la pavimentadora, estarán espaciados a no más de sesenta (60) centímetros y equipados con unidades sincronizadas de vibración con una frecuencia en el aire no menor de ocho mil (8 000) ciclos por minuto, con el objeto de proporcionar una densificación uniforme en el ancho y espesor total de la losa de concreto.

E.4.2. Vibradores de inmersión manuales

En zonas de juntas o de difícil acceso para los vibradores fijos, se pueden utilizar vibradores de inmersión manuales, con la capacidad suficiente para densificar la losa en todo su espesor. Estos vibradores serán lo suficientemente rígidos para asegurar el control de la posición de operación de la cabeza de vibrado.

E.4.3. Vibradores superficiales

Los vibradores superficiales que se coloquen directamente sobre la superficie de la losa, tendrán una frecuencia de operación de tres mil quinientos a cuatro mil doscientos (3 500 a 4 200) ciclos en el aire.

E.5. RASTRA DE TEXTURIZADO

De tela de yute o de algodón, sin costuras y de dos (2) capas, la inferior de aproximadamente quince (15) centímetros más ancha que la superior. Humedecida para llevar a cabo el texturizado longitudinal, de manera que se produzca una superficie uniforme de textura abrasiva, a todo lo ancho del pavimento.

Para pavimentos con un ancho mayor de cinco (5) metros, la rastra estará montada en un puente que pueda deslizarse sobre la cimbra o bien como parte integral del equipo de texturizado.

Las dimensiones de la rastra serán tales que proporcione una franja de contacto de cuando menos un (1) metro de ancho sobre la superficie del pavimento.

E.6. TEXTURIZADORA

Operada de manera independiente a la pavimentadora y al equipo de curado. Contará con un dispositivo mecánico equipado con dientes de acero de cien (100) a ciento cincuenta (150) milímetros de longitud, con sección transversal de uno (1) por dos (2) milímetros aproximadamente, espaciados aleatoriamente entre veinte (20) y treinta (30) milímetros centro a centro y ajustable para formar pequeños surcos de tres (3) milímetros de profundidad, como mínimo, transversales o longitudinales al eje de la carretera, según se establezca en el proyecto.

E.7. EQUIPO DE CURADO

Diseñado para asegurar una aplicación uniforme de la membrana de curado sobre la carpeta de concreto. Contará con un tanque de almacenamiento dotado de un dispositivo interior de agitación para mantener el producto de curado completamente mezclado durante el proceso. La aplicación de la membrana de curado se realizará mediante el uso de rociadores mecánicamente operados a presión, equipados con boquillas que cuenten con un dispositivo tipo escudo o capuchón para evitar la desviación del rocío por efectos del viento.

E.8. EQUIPO DE CORTE

Con disco abrasivo o de diamante, del tamaño, la masa, la potencia y la capacidad que se requieran para formar las juntas mediante cortes con la profundidad mínima establecida en el proyecto.

E.9. UNIDADES DE AGUA A PRESIÓN

Provistas de boquillas capaces de producir una presión mínima de catorce (14) megapascuales (143 kg/cm² aprox.).

E.10. COMPRESORES DE AIRE

Capaces de producir una presión mínima de seiscientos veinte (620) kilopascuales (6 kg/cm² aprox.) provistos con los dispositivos necesarios para evitar la contaminación del aire con agua o aceite.

E.11. DISPOSITIVOS PARA LA COLOCACIÓN DE MATERIAL DE RELLENO PREFORMADO

Capaces de colocar el material preformado de una manera uniforme a todo lo largo de la junta, a la profundidad establecida en el proyecto, sin restirlo o punzarlo.

E.12. EQUIPO PARA LA INYECCIÓN DEL MATERIAL DE SELLADO

Consistente en bombas de extrusión con la suficiente capacidad para inyectar el volumen requerido de material de sellado hasta la profundidad adecuada, equipadas con una boquilla cuya forma ajuste dentro de las juntas, y con la cual se pueda formar una cama de ancho y profundidad uniforme entre las caras de las juntas.

E.13. FRESADORAS O PERFILADORAS

Autopropulsadas, con la masa suficiente para corregir el acabado de las losas de concreto hidráulico mediante un fresado uniforme. Contarán con:

- Cabezas de corte de aproximadamente un (1) metro de ancho o más, montadas en marcos interiores que permitan controlar la profundidad del fresado, contarán con la cantidad suficiente de puntas para producir un fresado fino o con profundidad de hasta tres (3) milímetros.
- Discos de corte con diamantes para cortar las protuberancias o ranurar la superficie del pavimento, adosados a las cabezas de corte. Cada cabeza, con el ancho indicado anteriormente, tendrá entre cincuenta y cuatro (54) y cincuenta y nueve (59) discos, uniformemente distribuidos en todo su ancho. El tamaño, la cantidad y la pasta de adherencia de los diamantes, serán los adecuados para la dureza de los agregados pétreos del concreto por tratar.
- Cilindros hidráulicos para mantener constante la presión sobre las cabezas de corte.

F. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

El transporte y almacenamiento de todos los materiales son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de forma tal que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables del Título 06. *Materiales para Carpetas de Concreto Hidráulico*, de la Parte 4. *Materiales para Pavimentos*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*. Se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

G. EJECUCIÓN

G.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Para la construcción de carpetas de concreto hidráulico se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

G.2. PROPORCIONAMIENTO DE MATERIALES

- G.2.1.** Los agregados pétreos, el cemento Pórtland y aditivos que se empleen en la elaboración de las carpetas de concreto hidráulico, se mezclarán con el proporcionamiento necesario para producir un concreto hidráulico homogéneo, con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.
- G.2.2.** El proporcionamiento se determinará en el laboratorio para obtener las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría. Esta determinación será responsabilidad del Contratista de Obra.
- G.2.3.** Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, con las dosificaciones de los distintos tipos de agregados pétreos, cemento Pórtland y aditivos utilizados en la elaboración de carpetas de concreto hidráulico, no se obtiene un concreto hidráulico con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente el trabajo en tanto que el Contratista de Obra las corrija por su cuenta y costo. Los atrasos

en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.3. CONDICIONES CLIMÁTICAS

Los trabajos serán suspendidos en el momento en que se presenten situaciones climáticas adversas y no se reanudarán mientras éstas no sean las adecuadas, considerando que no se construirán carpetas de concreto hidráulico:

- G.3.1. Sobre superficies con agua libre o encharcada.
- G.3.2. Cuando exista amenaza de lluvia o esté lloviendo.
- G.3.3. Cuando la temperatura de la superficie sobre la cual serán construidas, esté por debajo de los cuatro (4) grados Celsius.
- G.3.4. Cuando la temperatura ambiente sea de cuatro (4) grados Celsius y su tendencia sea a la baja. Sin embargo, las carpetas de concreto hidráulico pueden ser construidas cuando la temperatura ambiente esté por arriba de dos (2) grados Celsius y su tendencia sea al alza. La temperatura ambiente será tomada a la sombra lejos de cualquier fuente de calor artificial.
- G.3.5. Cuando la evaporación sobre la superficie de la losa sea mayor de un (1) kilogramo por metro cuadrado por hora, determinada de acuerdo con las recomendaciones de la *Portland Cement Association (PCA)*, a menos que se levanten rompevientos para proteger el concreto hidráulico y lo apruebe la Secretaría.

G.4. TRABAJOS PREVIOS

- G.4.1. Inmediatamente antes de la construcción de la carpeta de concreto hidráulico, la superficie sobre la que se colocará estará debidamente terminada dentro de las líneas y niveles, exenta de materias extrañas, polvo, grasa o encharcamientos, sin irregularidades y reparados satisfactoriamente los baches que hubieran existido. No se permitirá la construcción sobre superficies que no hayan sido previamente aceptadas por la Secretaría.
- G.4.2. Si así lo indica el proyecto o lo aprueba la Secretaría, cuando la carpeta se construya sobre una capa de materiales pétreos, como una subbase, ésta se impregnará de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-004, *Riegos de Impregnación* o se colocará sobre ella una membrana de polietileno. Es responsabilidad del Contratista de Obra establecer el lapso entre la impregnación y el inicio de la construcción de la carpeta.
- G.4.3. Los acarreo del concreto y los materiales hasta el sitio de su utilización, se harán de tal forma que el tránsito sobre la superficie donde se construirá la carpeta, se distribuya sobre el ancho total de la misma, evitando la concentración en ciertas áreas y, por consecuencia, su deterioro.

G.5. ELABORACIÓN DEL CONCRETO HIDRÁULICO

- G.5.1. El procedimiento que se utilice para la elaboración del concreto hidráulico es responsabilidad del Contratista de Obra, quien tendrá los cuidados necesarios para el manejo de los materiales a lo largo de todo el proceso, para que el concreto cumpla con los requerimientos de calidad establecidos en el proyecto o aprobados por la Secretaría y atenderá lo indicado en las Normas aplicables del Título 06. *Materiales para Carpetas de Concreto Hidráulico*, de la Parte 4. *Materiales para Pavimentos*, del Libro CMT. *Características de los Materiales*.
- G.5.2. Si en la ejecución del trabajo y a juicio de la Secretaría, la calidad del concreto hidráulico difiere de la establecida en el proyecto o aprobada por la Secretaría, se suspenderá inmediatamente la producción en tanto que el Contratista de Obra la corrija por su cuenta y costo. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por

este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra, sin ninguna responsabilidad para Secretaría.

- G.5.3.** Durante el proceso de producción no se cambiará de un tipo de concreto a otro, hasta que las tolvas de la planta hayan sido vaciadas completamente y los depósitos de alimentación de los agregados pétreos sean cargados con el nuevo material.

G.6. TRAMO DE PRUEBA

Sobre la superficie donde se construirá la carpeta de concreto hidráulico, el Contratista de Obra ejecutará previamente un tramo de prueba en todo el ancho de la corona o de la franja por construir, con una longitud de doscientos (200) metros, con la finalidad de evaluar el procedimiento y los equipos que utilizarán, considerando que:

- G.6.1.** La construcción del tramo de prueba se hará cumpliendo con todo lo establecido en esta Norma.
- G.6.2.** Una vez terminada la carpeta del tramo de prueba, se verificará que cumpla con lo establecido en la Cláusula H. de esta Norma. En caso negativo, el Contratista de Obra construirá el número de tramos de prueba necesarios hasta que cumpla con lo indicado en dicha Cláusula.
- G.6.3.** Si el tramo de prueba construido cumple con lo indicado en el Inciso anterior, podrá considerarse como parte de la obra y será objeto de medición y pago, de lo contrario no se medirá ni pagará y la Secretaría, a su juicio, determinará si es necesario o no que el Contratista de Obra retire el tramo de prueba por su cuenta y costo.

G.7. PASAJUNTAS Y BARRAS DE AMARRE

- G.7.1.** Las pasajuntas y barras de amarre para losas de concreto hidráulico con juntas, se colocarán de acuerdo con lo indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.7.2.** Las pasajuntas que se utilicen en las juntas transversales de contracción, serán barras lisas con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría y con sus extremos libres de rebabas cortantes. Se colocarán antes del colado del concreto hidráulico, mediante silletas o canastas metálicas de sujeción que las aseguren en la posición correcta durante el colado y el vibrado del concreto, sin impedir sus movimientos longitudinales. También será posible que la extendidora inserte automáticamente dichas barras. Una vez colocadas, la superficie expuesta de las pasajuntas se someterá a un tratamiento antiadherente, con aceite, una funda de plástico u otro procedimiento aprobado por la Secretaría, para garantizar el libre movimiento longitudinal de las losas en la junta. Las pasajuntas que se pongan en las juntas transversales de construcción, de expansión y de emergencia, serán iguales a las que se utilicen en las juntas de contracción y se colocarán con el mismo alineamiento y espaciamiento.
- G.7.3.** Las barras de amarre que se coloquen en las juntas longitudinales, serán corrugadas, con las características indicadas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría, y se hincarán o insertarán por vibración si se usa equipo de cimbra deslizante. En una longitud de cuarenta y cinco (45) centímetros antes y después de una junta transversal, no se colocarán barras de amarre.

G.8. ACERO DE REFUERZO

G.8.1. En losas de concreto hidráulico con refuerzo continuo

El refuerzo continuo se puede hacer con varillas de acero o mallas prefabricadas electrosoldadas, colocadas a la altura y con los traslapes que indique el proyecto o apruebe la Secretaría, utilizando los dispositivos adecuados para asegurar la continuidad del refuerzo.

G.8.2. En losas de concreto presforzado

Los tendones necesarios para las losas de concreto presforzado, se colocarán sobre asientos de apoyo situados en las posiciones que indique el proyecto o apruebe la Secretaría. Los tendones transversales en las zonas de curva, se apoyarán en medias cimbras, colocadas a lo largo de la cara interior de la franja por pavimentar.

G.9. COLADO DEL CONCRETO HIDRÁULICO

- G.9.1.** Después de elaborado el concreto hidráulico, será colocado extendiéndolo y densificándolo con una pavimentadora autopropulsada, de tal manera que se obtenga una capa de material de espesor uniforme. Sin embargo, en áreas irregulares, el concreto puede extenderse y terminarse a mano de manera que la superficie de la carpeta de concreto hidráulico logre el índice de perfil necesario, y se cuente con el espesor indicado en el proyecto o aprobado por la Secretaría.
- G.9.2.** El colado se hará en una forma continua, utilizando un procedimiento que minimice las paradas y arranques de la pavimentadora.
- G.9.3.** Cuando el colado sea suspendido por más de treinta (30) minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia, como se indica en el Inciso G.13.4. de esta Norma.
- G.9.4.** Cada franja de concreto hidráulico se colará cubriendo como mínimo el ancho total del carril o, de preferencia, el ancho total de la calzada y sus acotamientos.
- G.9.5.** No se permitirá el colado del concreto hidráulico si existe segregación.
- G.9.6.** Al final de cada jornada y con la frecuencia necesaria, se limpiarán perfectamente todas aquellas partes de la pavimentadora que presenten residuos de concreto hidráulico.
- G.9.7.** La longitud de colado del concreto hidráulico es responsabilidad del Contratista de Obra, tomando en cuenta que no se colará en tramos mayores de los que puedan ser terminados y curados de inmediato, así como aserrados oportunamente.

G.10. VIBRADO

- G.10.1.** Inmediatamente después de colado el concreto hidráulico, se densificará mediante vibrado.
- G.10.2.** El vibrado se hará uniformemente en todo el volumen de la carpeta, utilizando vibradores mecánicos, cuidando que no entren en contacto con la cimbra.
- G.10.3.** Para el caso de áreas no accesibles a los vibradores de las pavimentadoras, se emplearán vibradores de inmersión manuales.
- G.10.4.** Cuando la pavimentadora sea detenida, los vibradores no operarán por más de cinco (5) segundos después del paro.

G.11. TEXTURIZADO

Salvo que el proyecto indique otra cosa, el acabado de la carpeta de concreto hidráulico, se hará pasando sobre su superficie la rastra de texturizado y la texturizadora, o bien, mediante el método de denudado químico, que consiste en rociar un retardante de fraguado sobre la superficie del concreto fresco y, después de que la masa de concreto ha endurecido, aplicar un cepillado enérgico con un dispositivo de cerdas metálicas para eliminar el mortero de la superficie.

En cualquier caso, el acabado superficial proporcionará una superficie de rodadura con el coeficiente de fricción establecido en la Fracción H.5. de esta Norma, como mínimo.

G.12. CURADO

Después de terminado el texturizado, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial, con el equipo de curado se aplicará el material que indique el proyecto o apruebe la Secretaría para formar la membrana de curado en la superficie de la carpeta. En el caso de juntas aserradas, sus caras expuestas serán curadas inmediatamente después de que se concluya el corte.

G.13. JUNTAS

G.13.1. En el caso de carpetas de concreto hidráulico con juntas, una vez que el concreto haya endurecido lo suficiente para que no se desportille y antes de que se formen grietas naturales por contracción, se aserrará la carpeta para formar una junta como las mostradas en las Figuras 1 a 3 de esta Norma. Los cortes se ajustarán al alineamiento, dimensiones y características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

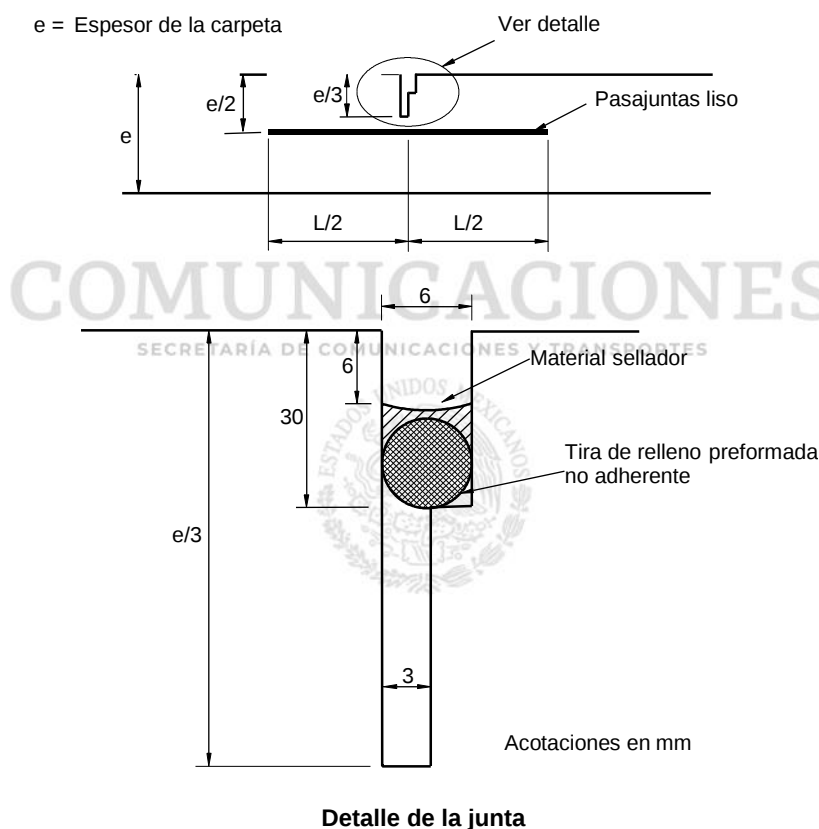
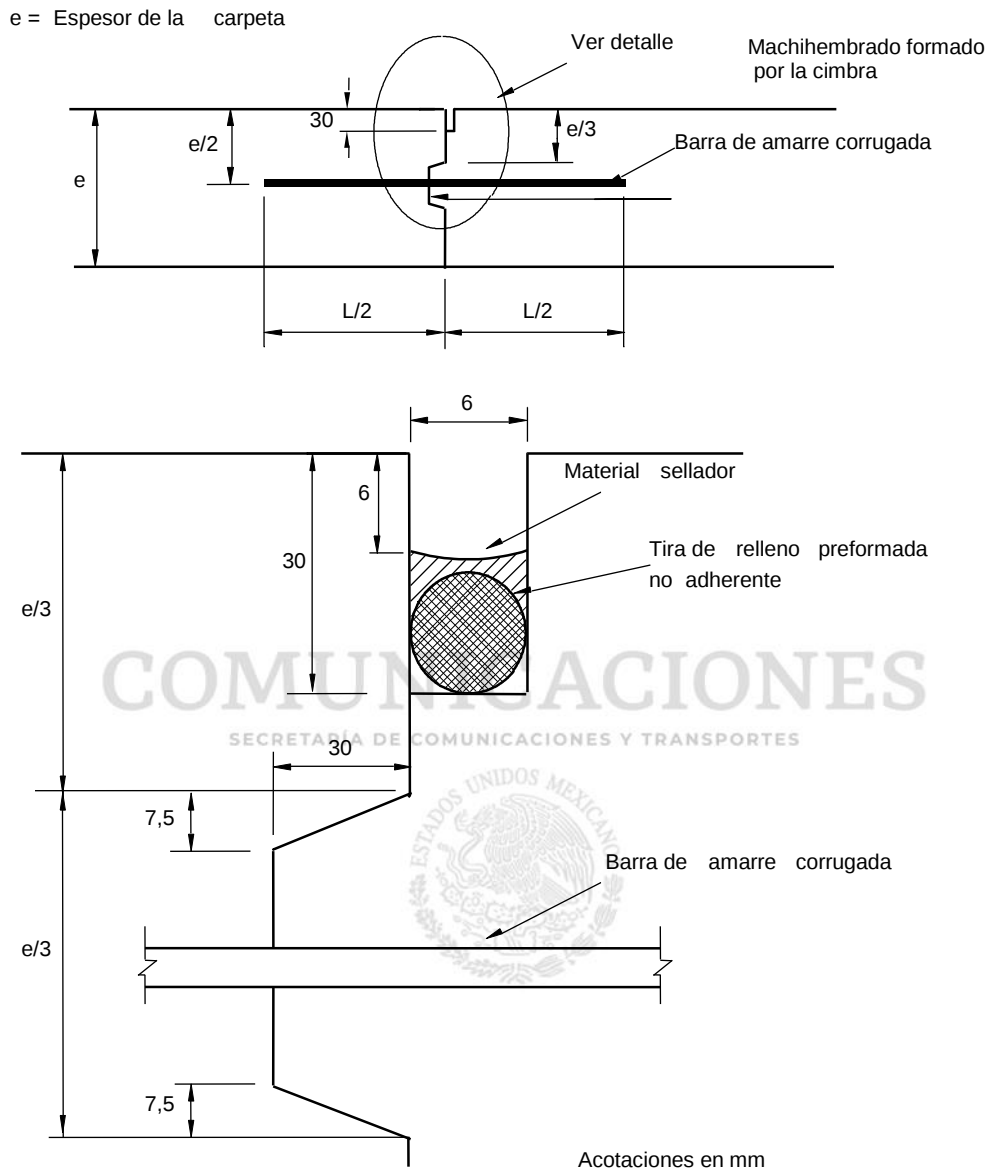


FIGURA 1.- Corte y sellado de juntas de contracción (Tipo A) con pasajuntas

G.13.2. Primero se aserrarán las juntas transversales de contracción e inmediatamente después las longitudinales. Es responsabilidad del Contratista de Obra elegir el momento propicio para efectuar el aserrado. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno serán demolidas y reemplazadas, o reparadas si la Secretaría así lo aprueba, por cuenta y costo del Contratista de Obra. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.

G.13.3. A menos que el proyecto indique otra cosa o lo apruebe la Secretaría, cuando se requiera hacer la junta con cortes en dos etapas (escalonados), el segundo corte no se realizará antes de setenta y dos (72) horas después del colado.

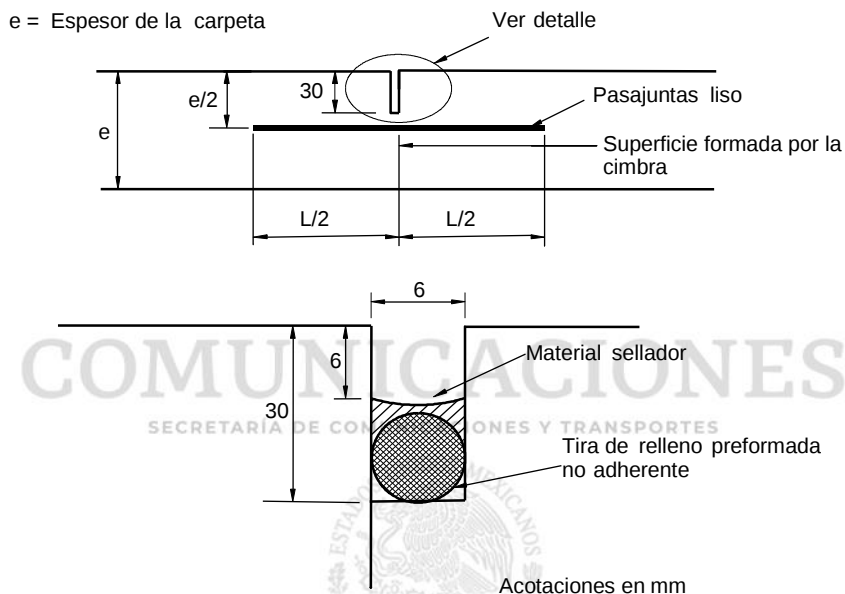


Detalle de construcción de la junta

FIGURA 2.- Corte y sellado de juntas longitudinales de construcción (Tipo B) con barras de amarre

G.13.4. En el sitio preestablecido para terminar el colado del día y coincidiendo siempre con la ubicación de una junta transversal de contracción, se formará una junta de construcción como la mostrada en la Figura 3 de esta Norma (Tipo C), hincando en el concreto fresco una frontera metálica o cimbra que garantice la perpendicularidad del plano de la junta con el plano de la superficie de la losa y se removerá el concreto fresco excedente. Esta frontera o cimbra contará con orificios que permitan la instalación de pasajuntas en todo lo ancho de la losa, con el alineamiento y espaciamiento que indique el proyecto o apruebe la Secretaría. Para garantizar la densificación correcta del concreto en las esquinas y bordes de la junta, se utilizarán vibradores de inmersión manuales.

G.13.5. Cuando por causas de fuerza mayor sea necesario suspender el colado por más de treinta (30) minutos, se construirá una junta transversal de emergencia como la mostrada en la Figura 3 de esta Norma (Tipo C). La localización de esta junta se establecerá en función del tramo que se haya colado a partir de la última junta transversal de contracción trazada. Si el tramo colado es menor de un tercio ($\frac{1}{3}$) de la longitud de la losa, se removerá el concreto fresco para hacer coincidir la localización de la junta de emergencia con la de contracción inmediata anterior. En caso de que la emergencia ocurra en el tercio medio de la losa, se hará la junta de emergencia como se indica en el Inciso anterior, cuidando que la distancia de ésta a cualquiera de las dos juntas de contracción adyacentes no sea menor de uno coma cinco (1,5) metros. Si la emergencia ocurre en el último tercio de la longitud de la losa, la junta de emergencia se hará dentro del tercio medio de la losa y se removerá el concreto fresco excedente.



Detalle de construcción de la junta

FIGURA 3.- Corte y sellado de juntas transversales de construcción o de emergencia (Tipo C) con pasajuntas

G.13.6. La dimensión de las losas en el sentido longitudinal será la establecida en el proyecto con una tolerancia de más menos un (± 1) centímetro, coincidiendo siempre el aserrado de las juntas transversales con el punto medio longitudinal de las pasajuntas. La alineación de las juntas longitudinales será la indicada en el proyecto, con una tolerancia de más menos un (± 1) centímetro.

G.14. CONSERVACIÓN DE LOS TRABAJOS

Es responsabilidad del Contratista de Obra la conservación de la carpeta de concreto hidráulico hasta que haya sido recibida por la Secretaría, cuando la carretera sea operable.

H. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Además de lo establecido anteriormente en esta Norma, para que la carpeta de concreto hidráulico, de cada tramo de un (1) kilómetro de longitud o fracción, se considere terminada y sea aceptada por la Secretaría, con base en el control de calidad que ejecute el Contratista de Obra, mismo que podrá ser verificado por la Secretaría cuando lo juzgue conveniente, se comprobará:

H.1. CALIDAD DEL CONCRETO HIDRÁULICO

H.1.1. Que los agregados pétreos, el cemento Pórtland, agua y aditivos utilizados en el concreto hidráulico, hayan cumplido con las características establecidas como se indica en la Fracción D.1. de esta Norma.

H.1.2. Que las características del concreto hidráulico fresco hayan cumplido con las establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

H.1.3. Que la resistencia a la tensión (T) a los veintiocho (28) días de edad en especímenes cilíndricos del concreto hidráulico, determinada en corazones extraídos al azar mediante un procedimiento basado en tablas de números aleatorios, conforme a lo indicado en el Manual M-CAL-1-02, *Criterios Estadísticos de Muestreo*, haya cumplido con lo establecido en el proyecto o lo aprobado por la Secretaría, considerando que:

H.1.3.1. El número de corazones por extraer se determinará aplicando la siguiente fórmula:

$$c = \frac{A}{600}$$

Donde:

c = Número de corazones por extraer, aproximado a la unidad superior

A = Superficie del tramo, (m²)

H.1.3.2. Los corazones se extraerán sin dañar la parte contigua de los mismos.

H.1.3.3. Tan pronto se concluya la extracción de los corazones, se rellenarán los huecos con el mismo tipo de concreto hidráulico utilizado en la carpeta, enrasando su superficie con la original de la carpeta.

H.1.3.4. La resistencia a la tensión promedio de cada cinco (5) corazones consecutivos, será igual a la resistencia establecida en el proyecto o mayor.

H.1.3.5. Cuando menos cuatro (4) de los cinco (5) corazones a que se refiere el Párrafo anterior, tendrán una resistencia a la tensión igual al noventa (90) por ciento de la resistencia establecida en el proyecto o mayor.

H.1.3.6. En caso de que la resistencia a la tensión del concreto hidráulico no cumpla con lo establecido en los Párrafos H.1.3.4. y H.1.3.5. de esta Norma, el Contratista de Obra, previa aprobación de la Secretaría, podrá elegir entre demoler y reemplazar la carpeta en el tramo defectuoso, por su cuenta y costo, o aceptar una sanción por incumplimiento de calidad, respecto al precio unitario fijado en el contrato, debida a la resistencia insuficiente del concreto hidráulico y de acuerdo con el criterio establecido en la Cláusula J. de esta Norma.

H.2. CALIDAD DE OTROS MATERIALES

H.2.1. Para losas de concreto hidráulico con juntas

H.2.1.1. Que las pasajuntas y barras de amarre hayan cumplido con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

H.2.1.2. Que la elevación y espaciamiento de las pasajuntas no haya diferido de los indicados en el proyecto en más de cinco (5) milímetros y que la desviación angular del eje de cada pasajunta, determinada entre sus extremos, no haya sido mayor de un (1)

milímetro respecto a la dirección teórica. Esta comprobación se hará de la siguiente manera:

- a) En las silletas o canastas de sujeción con las pasajuntas, colocadas en el tramo de prueba a que se refiere la Fracción G.6. de esta Norma y antes del colado del concreto hidráulico, se comprobará que la posición de las pasajuntas y su alineamiento cumplan con lo establecido en este Párrafo y de ser así se procederá al colado, de lo contrario el colado no se iniciará en tanto que el Contratista de Obra corrija o reemplace las silletas o canastas para dar cumplimiento a lo aquí estipulado.
- b) Una vez colado y vibrado el concreto del tramo de prueba, se removerá el concreto hasta la junta transversal de contracción inmediata anterior al sitio donde se concluyó el colado y se comprobará nuevamente la posición y el alineamiento de las pasajuntas en esa junta, para verificar que no hayan sufrido desplazamientos durante el proceso de construcción y aprobar el diseño de las silletas o canastas de sujeción, de lo contrario, el Contratista de Obra modificará el diseño y construirá el número de tramos de prueba necesarios hasta que se cumpla con lo indicado en este Párrafo.
- c) Una vez aprobado el diseño de las silletas o canastas de sujeción, durante la construcción de la carpeta de concreto hidráulico se verificará que las que se utilicen tengan las características de las aprobadas y que sean colocadas correctamente antes del colado del concreto.
- d) Cuando la Secretaría lo juzgue conveniente, se harán las comprobaciones que se indican en los Puntos a) y b) de este Párrafo, en cualquier tramo de construcción de la carpeta.

H.2.1.3. Que el material de curado para las losas, así como las tiras de relleno preformadas y el material sellador que se utilicen en las juntas, hayan cumplido con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría.

H.2.2. Para losas de concreto hidráulico con refuerzo continuo o presforzado

Que el acero de refuerzo continuo o los tendones de acero para presfuerzo hayan cumplido con las características establecidas en el proyecto o aprobadas por la Secretaría y que hayan sido habilitados y colocados correctamente.

H.3. ÍNDICE DE PERFIL

Que el índice de perfil de la carpeta de concreto hidráulico, en cada línea de colado de cada subtramo de doscientos (200) metros de longitud o fracción, haya sido de catorce centímetros por kilómetro (14 cm / km) como máximo, a menos que el proyecto indique otro valor. El Contratista de Obra hará esta verificación conforme al Manual M-MMP-4-07-002, *Índice de Perfil* dentro las cuarenta y ocho (48) horas siguientes al colado, considerando lo que a continuación se señala. La Secretaría evaluará diariamente los resultados que se obtengan.

H.3.1. Equipo

El Contratista de Obra dispondrá y mantendrá durante el tiempo que dure la obra, de un perfilógrafo tipo California que cumpla con lo indicado en el Manual M-MMP-4-07-002, *Índice de Perfil*. Antes de su utilización, el equipo se calibrará como se indica en ese Manual, pudiendo la Secretaría verificar la calibración en cualquier momento y si a su juicio, el perfilógrafo presenta deficiencias o no está bien calibrado, se suspenderá inmediatamente la evaluación en tanto que el Contratista de Obra lo calibre adecuadamente, corrija las deficiencias o lo reemplace. En ningún caso se medirán para efecto de pago carpetas que no hayan sido verificadas.

H.3.2. Tramo de prueba

Para que el tramo de prueba a que se refiere la Fracción G.6. de esta Norma sea aceptado por la Secretaría, tendrá un índice de perfil de catorce centímetros por kilómetro (14 cm / km) como máximo.

H.3.3. Determinación del índice de perfil

- H.3.3.1.** La obtención del índice de perfil, en cada línea de colado, se hará a lo largo de la línea imaginaria ubicada a noventa más menos veinte (90 ± 20) centímetros de la orilla interior de la línea de colado por evaluar. Las mediciones serán divididas en secciones consecutivas de doscientos (200) metros, con el propósito de establecer subtramos en los que se otorgue al Contratista de Obra un estímulo por mejoramiento de calidad o se le aplique una sanción por incumplimiento de calidad, respecto al precio unitario fijado en el contrato, según la calidad obtenida en la superficie terminada y de acuerdo con el criterio establecido en la Cláusula J. de esta Norma.
- H.3.3.2.** Cuando la longitud de un subtramo construido en un día de trabajo, no alcance los doscientos (200) metros, será agrupado con el tramo inmediato que se construya el día siguiente. En este caso, la medición del índice de perfil se hará tan pronto como sea práctico y posible, pero no después de cuarenta y ocho (48) horas de terminado el último subtramo de ese día. Si el Contratista de Obra no es el responsable del colado de un tramo subsecuente, no se medirá el índice de perfil en los cinco (5) últimos metros del colado de su tramo.
- H.3.3.3.** Si el índice de perfil determinado en alguna línea de colado de un subtramo de doscientos (200) metros, resulta menor de diez coma un centímetros por kilómetro (10,1 cm / km), el Contratista de Obra se hará acreedor de un estímulo por mejoramiento de calidad, calculado con base en el precio unitario de la carpeta de concreto hidráulico. En su caso, el estímulo se determinará mediante el factor que se establece en la Cláusula J. de esta Norma.

H.3.4. Índice de perfil promedio diario

- H.3.4.1.** Cada día de trabajo se determinará el índice de perfil promedio diario, obteniendo el promedio aritmético de todos los índices de perfil determinados ese día. Si el índice de perfil promedio diario, resulta mayor de veinticuatro centímetros por kilómetro (24 cm / km), se suspenderá de inmediato la construcción de la carpeta de concreto hidráulico, hasta que el Contratista de Obra corrija la carpeta defectuosa, según se indica en el Inciso H.3.5. Para reanudar la construcción de la carpeta, el Contratista de Obra construirá otro tramo de prueba según lo indicado en la Fracción G.6. de esta Norma, como si se tratara del inicio de los trabajos. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que por este motivo se ocasionen, serán imputables al Contratista de Obra.
- H.3.4.2.** Para determinar el índice de perfil promedio diario se puede utilizar el formato que se muestra en la Tabla 1 de esta Norma, en el que, para un mismo día de trabajo y cada línea de colado y subtramo, se anota el índice de perfil obtenido. Se calcula el promedio aritmético de todos los índices de perfil obtenidos el mismo día y se anota en el último renglón del formato. Si el tramo tiene más de dos (2) líneas de colado, al formato se le agregan las columnas que sean necesarias para completar el número de líneas de colado. Los índices de perfil que se obtengan en subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el Inciso H.3.5. de esta Norma, serán registrados en la columna correspondiente, pues los valores originales se conservarán sin alterar.

H.3.5. Corrección de la superficie de la carpeta de concreto hidráulico

H.3.5.1. El Contratista de Obra realizará las correcciones de la superficie de la carpeta de concreto hidráulico que se requieran para obtener el índice de perfil adecuado.

H.3.5.2. Después de obtenido el índice de perfil de cada línea de colado en un subtramo de doscientos (200) metros, todas aquellas áreas en las que el perfilograma presente una desviación igual a un (1) centímetro o mayor, en siete coma cinco (7,5) metros o menos, serán corregidas mediante fresado. Concluida la corrección, se obtendrá nuevamente el índice de perfil del subtramo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

TABLA 1.- Formato para el cálculo del índice de perfil promedio diario

Fecha de construcción:

Tramo ^[1]		Subtramo ^[2]		I_p cm/km		I_{p_c} cm/km		
del km	al km	del km	al km	Línea de colado 1	Línea de colado 2	Fecha de obtención	Línea de colado 1	Línea de colado 2
+	+	+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
+	+	+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
+	+	+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					
		+	+					

$\bar{I}_p =$

I_p = Índice de perfil original del subtramo y línea de colado correspondientes

$\bar{I}_p$ = Índice de perfil promedio diario. Promedio aritmético de todos los I_p obtenidos en un mismo día, (cm/km)

I_{p_c} = Índice de perfil después de corregido el subtramo y línea de colado correspondientes

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Subtramo de 200 m o fracción

H.3.5.3. Una vez realizadas las correcciones individuales de todas las desviaciones a que se refiere el Párrafo anterior, cualquier subtramo de doscientos (200) metros que presente un índice de perfil mayor de veinticuatro centímetros por kilómetro (24 cm / km) en cualquiera de sus líneas de colado, será corregido mediante alguno de los procedimientos que se indican a continuación u otros que apruebe la Secretaría. En cualquier caso, concluida la corrección se determinarán nuevamente los índices de perfil de todas las líneas de colado del subtramo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

- a) Fresado continuo de la superficie de la carpeta de concreto hidráulico, en tramos no menores de cincuenta (50) metros y a todo el ancho de la corona en carreteras de

dos (2) carriles, o en todos los carriles de un mismo sentido en carreteras con carriles múltiples, para reducir el índice de perfil a veinticuatro centímetros por kilómetro (24 cm / km) o menos.

- b) Remoción de la carpeta de concreto hidráulico y su reemplazo por una nueva, que cumpla con todo lo indicado en esta Norma y tenga un índice de perfil de veinticuatro centímetros por kilómetro (24 cm / km) como máximo.

H.3.5.4. Cuando el índice de perfil de alguna línea de colado de un subtramo de doscientos (200) metros esté entre catorce coma uno y veinticuatro centímetros por kilómetro (14,1 a 24 cm / km), el Contratista de Obra corregirá la superficie terminada como se indica en el Párrafo H.3.5.3., o aceptará una sanción por incumplimiento de calidad, calculada con base en el precio unitario de la carpeta de concreto hidráulico, mediante el factor que se establece en la Cláusula J. de esta Norma.

H.3.5.5. Todos los trabajos de corrección serán por cuenta y costo del Contratista de Obra, y previamente a su ejecución, los procedimientos de corrección de la superficie de la carpeta serán sometidos a la aprobación de la Secretaría. No se permitirá efectuar trabajos de corrección con equipos de impacto que puedan dañar la estructura del pavimento, ni con resanes superficiales adheridos. Los atrasos en el programa de ejecución detallado por concepto y ubicación, que se ocasionen por motivo de las correcciones, serán imputables al Contratista de Obra.

H.3.5.6. Todos los trabajos de corrección de la superficie de la carpeta, se efectuarán antes de que se verifiquen sus líneas, pendientes y espesores, como se indica en la Fracción H.4. de esta Norma, salvo que la corrección se realice mediante un procedimiento aprobado por la Secretaría, que eleve esa superficie, en cuyo caso, la verificación de los espesores se hará antes de ejecutarlo.

H.4. LÍNEAS, PENDIENTES Y ESPESORES

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

H.4.1. Previamente a la construcción de la carpeta, en las estaciones cerradas a cada veinte (20) metros, se nivelará la superficie de la capa inmediata inferior, obteniendo los niveles en el eje y en ambos lados de éste, en puntos ubicados a una distancia (B) igual al semiancho de la corona de la carpeta ($A/2$) menos setenta (70) centímetros, a la mitad del espacio comprendido entre estos y el eje ($B/2$), y en las orillas de la carpeta, como se muestra en la Figura 4 de esta Norma, sin considerar las ampliaciones en curvas, ni los carriles de aceleración o desaceleración, las ampliaciones en paraderos o las cuñas de transición en entronques a nivel. Cuando existan estos elementos, en las mismas secciones a cada veinte (20) metros de los carriles principales, adicionalmente se nivelarán los puntos en sus orillas, para el posterior cálculo de las pendientes transversales, como se indica en el Inciso siguiente.

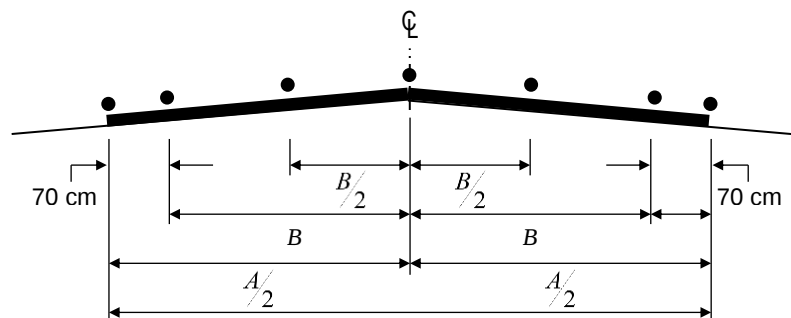


FIGURA 4.- Ubicación de los puntos por nivelar

- H.4.2.** Una vez terminada la carpeta, verificados sus índices de perfil y, en su caso, hechas las correcciones a que se refiere el Inciso H.3.5., se volverán a nivelar las mismas secciones que se indican en el Inciso H.4.1., determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener las pendientes transversales entre ellos, y se medirán, en cada sección, las distancias entre el eje y las orillas de la carpeta, para verificar que esas pendientes y distancias estén dentro de las tolerancias que se indican en la Tabla 2 de esta Norma.
- H.4.3.** Si para corregir la superficie de la carpeta se opta por un procedimiento aprobado por la Secretaría, que eleve esa superficie, antes de su ejecución, se nivelarán las mismas secciones a que se refiere el Inciso H.4.1. de esta Norma, determinando las elevaciones de los mismos puntos ahí indicados para obtener los espesores de la carpeta antes de ser corregida.

TABLA 2.- Tolerancias para líneas y pendientes

Característica	Tolerancia
Ancho de la carpeta, del eje a la orilla	-1 cm y no mayor que el ancho de proyecto
Pendiente transversal	± 0,5%

- H.4.4.** Las nivelaciones se ejecutarán con nivel fijo y comprobación de vuelta, obteniendo los niveles con aproximación al milímetro. Las distancias horizontales se medirán con aproximación al centímetro.
- H.4.5.** A partir de las cotas obtenidas en las nivelaciones a que se refieren los Incisos H.4.1., H.4.2. y H.4.3. de esta Norma, según sea el caso, en todos los puntos nivelados se determinarán los espesores de la carpeta terminada, los que serán iguales al fijado en el proyecto o, para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, cumplir con lo establecido en los Incisos H.4.6. y H.4.7. de esta Norma.
- H.4.6.** El espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, estará comprendido entre noventa y ocho centésimos (0,98) del espesor de proyecto y el espesor de proyecto:

Donde:

e = Espesor de proyecto, (cm)

$\bar{e}$ = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), el cual no será mayor que el espesor de proyecto, obtenido mediante la siguiente fórmula:

$$\bar{e} = \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{n}$$

Donde:

e_i = Espesor obtenido en cada determinación, (cm)

n = Número de determinaciones hechas en el tramo

- H.4.7.** La desviación estándar de todos los espesores determinados en el tramo, será igual a diez centésimos (0,10) del espesor promedio o menor:

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

Donde:

σ_e = Desviación estándar correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (cm), calculada con la siguiente fórmula:

$$\sigma_e = \left(\frac{\sum_{i=1}^n (e_i - \bar{e})^2}{n-1} \right)^{1/2}$$

$\bar{e}$, e_i y n tienen el significado indicado en el Inciso anterior.

H.5. COEFICIENTE DE FRICCIÓN (CF)

H.5.1. Que la superficie de rodadura de la carpeta de concreto construida, haya tenido un coeficiente de fricción en condiciones de pavimento mojado, entre seis (0,6) y nueve (0,9) décimas medido de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-4-07-010, *Determinación del Coeficiente de Fricción con Equipo de Rueda Oblicua*, a una velocidad de sesenta y cinco (65) kilómetros por hora, por lo menos sobre la huella de la rodadura externa de cada línea de colado. La prueba se hará sobre la superficie de rodadura texturizada. Para ello, el Contratista de Obra dispondrá de un equipo de rueda oblicua que cumpla con el Manual mencionado, debidamente calibrado. La Secretaría verificará la calibración en cualquier momento y si a su juicio, el equipo de rueda oblicua presenta deficiencias o no está bien calibrado, se suspenderá inmediatamente la medición en tanto que el Contratista de Obra lo calibre adecuadamente, corrija las deficiencias o lo reemplace. En ningún caso se medirán para efecto de pago tramos que no hayan sido verificados. En su caso, la carpeta de concreto hidráulico será corregida de acuerdo con lo indicado en el Inciso H.3.5. de esta Norma.

H.5.2. Cuando el coeficiente de fricción sea menor de seis décimas (0,6), el Contratista de Obra, por su cuenta y costo, corregirá la superficie terminada como se indica en los Puntos a) o b) del Párrafo H.3.5.3. En cualquier caso, concluida la corrección se determinarán nuevamente el coeficiente de fricción y los índices de perfil de todas las líneas de colado del subtramo, para verificar el cumplimiento de lo estipulado tanto en el Inciso anterior como en la Fracción H.3. de esta Norma.

I. MEDICIÓN

Cuando la construcción de carpetas de concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea ejecutada conforme a lo indicado en esta Norma, a satisfacción de la Secretaría, se medirá según lo señalado en la Cláusula E. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, para determinar el avance o la cantidad de trabajo realizado para efecto de pago, tomando como unidad el metro cúbico de carpeta terminada, según su tipo y para cada banco en particular, con aproximación a la unidad. El volumen de cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, se determinará mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

V = Volumen de la carpeta de concreto hidráulico de cada tramo de 1 km o fracción, (m³)

L = Longitud del tramo, (m)

$\bar{e}$ = Espesor promedio correspondiente a todas las determinaciones hechas en el tramo, (m), obtenido como se indica en el Inciso H.4.6. de esta Norma.

$\bar{a}$ = Ancho promedio de la carpeta de concreto hidráulico, obtenido con base en las distancias entre el eje y las orillas de la corona, determinadas en todas las secciones del tramo como se indica en el Inciso H.4.2. de esta Norma, (m). El ancho promedio de la carpeta de concreto hidráulico no será mayor que el ancho de proyecto.

Para el cálculo del volumen en el tramo medido se puede usar el formato que se muestra en la Tabla 3 de esta Norma.

TABLA 3.- Formato para el cálculo de los volúmenes, los estímulos o sanciones y los importes a pagar

Tramo ^[1]		L	$\bar{e}$	$\bar{a}$	V	PU	Importe	FRT	$\overline{FIP}$	E
del km	al km	m	m	m	m ³	\$	\$ ^[2]			\$
+___	+___									
+___	+___									
+___	+___									
+___	+___									
+___	+___									
Sumas =						\$				\$
Importe total =							\$			

L = Longitud del tramo correspondiente

$\bar{e}$ = Espesor promedio del tramo correspondiente (no será mayor que el espesor de proyecto)

$\bar{a}$ = Ancho promedio del tramo correspondiente (no será mayor que el ancho de proyecto)

V = Volumen del tramo correspondiente ($V = L \times \bar{e} \times \bar{a}$)

PU = Precio unitario de la carpeta

$\overline{FIP}$ = Factor promedio de estímulo o sanción según el índice de perfil del tramo correspondiente, calculado con se indica en la Fracción J.1. de esta Norma, considerando que el factor de estímulo sólo se aplicará a los tramos que no estén sujetos a sanción por resistencia insuficiente del concreto hidráulico ($FRT = 0$)

FRT = Factor de sanción debida a la resistencia insuficiente del concreto hidráulico en el tramo correspondiente, determinado como se indica en la Fracción J.2. de esta Norma

E = Estímulo o sanción del tramo correspondiente [$E = V \times PU \times (\overline{FIP} - FRT)$]

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Importe de la carpeta (Importe = $V \times PU$)

J. BASE DE PAGO

Cuando la construcción de carpetas de concreto hidráulico se contrate a precios unitarios por unidad de obra terminada y sea medida de acuerdo con lo indicado en la Cláusula I. de esta Norma, se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico de carpeta terminada en cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, según su tipo y para cada banco en particular. Estos precios unitarios, conforme a lo indicado en la Cláusula F. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, incluyen lo que corresponda por:

- Valor de adquisición, incluyendo mermas y desperdicios, del cemento Pórtland y los aditivos; del acero para pasajuntas, barras de amarre, refuerzo o presfuerzo, así como para las silletas o canastas de sujeción en su caso, o los dispositivos y asientos que se requieran; de las tiras de relleno preformadas y del material sellador para las juntas; del material para el curado de las losas y, en su caso, de la membrana de polietileno. Limpieza de los vehículos en que se transporten estos materiales, movimientos en el lugar de destino, carga al equipo de transporte, transporte al lugar de almacenamiento, descarga y cargo por almacenamiento.

- Desmonte y despalle de los bancos; extracción del material pétreo aprovechable y del desperdicio, cualesquiera que sean sus clasificaciones; cribados y desperdicios de los cribados; trituración parcial o total; lavado o eliminación del polvo superficial adherido a los materiales; cargas, descargas y todos los acarreos de los materiales y de los desperdicios; formación de los almacenamientos y clasificación de los agregados pétreos separándolos por tamaños.
- Instalación, alimentación y desmantelamiento de las plantas.
- Permisos de explotación de bancos de agua, así como la extracción, carga y acarreo al lugar de utilización del agua.
- Dosificación y mezclado de los agregados pétreos, cemento Pórtland, agua y aditivos.
- Barrido y limpieza de la superficie sobre la que se construirá la carpeta.
- Cargas en la planta del concreto hidráulico al equipo de transporte o carga de los materiales al vehículo mezclador para la elaboración del concreto hidráulico, y su transporte al lugar del colado.
- Habilitación y colocación de las pasajuntas y sus silletas o canastas de sujeción en su caso, de las barras de amarre o del acero para el refuerzo o presfuerzo, con los dispositivos y asientos que se requieran.
- Colado, vibrado, texturizado y curado del concreto.
- Aserrado y sellado de las juntas.
- Los tiempos de los vehículos empleados en los transportes de todos los materiales, durante las cargas y las descargas.
- La conservación de la carpeta de concreto hidráulico hasta que sea recibida por la Secretaría.
- Y todo lo necesario para la correcta ejecución de este concepto.

Cuando así sea establecido en el contrato y procedan estímulos por mejoramiento de calidad o sanciones por incumplimiento de calidad, de acuerdo con la resistencia a la tensión del concreto y con los índices de perfil de la carpeta, que se obtengan según se señala en el Inciso H.1.3. y en la Fracción H.3., respectivamente, se pagará al Contratista de Obra una bonificación o se le hará una deducción, según corresponda, calculada para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, medido como se indica en la Cláusula I. de esta Norma, mediante la siguiente fórmula:

$$E = V \times PU \times (\overline{FIP} - FRT)$$

Donde:

E = Estímulo por pagar como bonificación cuando resulta positivo o sanción aplicada como deducción cuando resulta negativo, para cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, (\$)

V = Volumen de la carpeta de concreto hidráulico del tramo, (m³)

PU = Precio unitario de la carpeta de concreto hidráulico fijado en el contrato, (\$/m³)

$\overline{FIP}$ = Factor promedio de estímulo o sanción según el índice de perfil del tramo, determinado como se indica en la Fracción J.1. de esta Norma, (adimensional)

FRT = Factor de sanción debida a la resistencia insuficiente del concreto hidráulico en el tramo, determinado como se indica en la Fracción J.2. de esta Norma, (adimensional)

Para calcular el estímulo o la sanción (E) de cada tramo, se puede usar la Tabla 3, en la que se anotan el factor promedio de estímulo o sanción ($\overline{FIP}$) según el índice de perfil y el factor de sanción debida a la resistencia insuficiente del concreto hidráulico (FRT), de cada tramo.

El factor de estímulo según el índice de perfil sólo se aplicará a los tramos que no estén sujetos a sanción por resistencia insuficiente del concreto hidráulico (cuando $FRT = 0$).

J.1. FACTOR PROMEDIO DE ESTÍMULO O SANCIÓN SEGÚN EL ÍNDICE DE PERFIL

El factor promedio de estímulo o sanción según el índice de perfil del tramo (*FIP*) es el promedio aritmético de los factores de estímulo o sanción (*FIP_j*) para cada subtramo de doscientos (200) metros en cada línea de colado, tomados de la Tabla 4. Para su cálculo se puede utilizar el formato que se muestra en la Tabla 5, en el que, para cada línea de colado y subtramo, se anota el factor de estímulo o sanción (*FIP_j*) tomado de la Tabla 4, de acuerdo con el índice de perfil (*I_p*) obtenido de la Tabla 1 y se calcula el promedio aritmético de todos los factores de estímulo o sanción (*FIP_j*) de cada tramo, que se anota en la última columna del formato, en el cuadro correspondiente. Para subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el Inciso H.3.5. de esta Norma, el factor de estímulo o sanción (*FIP_j*) correspondiente se determina con base en el índice de perfil (*I_p*) logrado después de la corrección. Si el tramo tiene más de dos (2) líneas de colado, al formato se le agregan las columnas que sean necesarias para completar el número de líneas de colado.

TABLA 4.- Factores de estímulo o sanción según el índice de perfil

Índice de perfil * cm / km	Factores de estímulo o sanción (<i>FIP_j</i>)	
4,0 o menos	Estímulo	+ 0,05
4,1 a 5,5		+ 0,04
5,6 a 7,0		+ 0,03
7,1 a 8,5		+ 0,02
8,6 a 10,0		+ 0,01
10,1 a 14,0	0	
14,1 a 16,0	Sanción	- 0,02
16,1 a 18,0		- 0,04
18,1 a 20,0		- 0,06
20,1 a 22,0		- 0,08
22,1 a 24,0		- 0,10
Mayor de 24,0	CORREGIR	

* Para cada tramo de 200 m o fracción en cada línea de colado

J.2. FACTOR DE SANCIÓN POR RESISTENCIA INSUFICIENTE

El factor de sanción (*FRT*) que proceda según la resistencia a la tensión (*T*) del concreto hidráulico en cada tramo de un (1) kilómetro o fracción, medido como se indica en la Cláusula I. de esta Norma, se determina como sigue:

- J.2.1.** Se calcula el promedio de las resistencias obtenidas en el tramo, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\bar{T} = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n}$$

Donde:

$\bar{T}$ = Promedio de las resistencias a la tensión obtenidas en el tramo, (MPa)

T_i = Resistencias a la tensión individuales de los corazones probados, (MPa)

n = Número de corazones probados

J.2.2. Se obtiene la desviación estándar como sigue:

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (T_i - \bar{T})^2}{n-1}}$$

Donde:

σ_T = Desviación estándar de las resistencias a la tensión obtenidas en el tramo, (MPa)

T_i , $\bar{T}$ y n tienen el significado indicado en el Inciso anterior.

TABLA 5.- Formato para el cálculo del factor promedio de estímulo o sanción según el índice de perfil, de cada tramo

Mes: Año:

Tramo ^[1]		Subtramo ^[2]		Línea de colado 1			Línea de colado 2			$\overline{FIP}$
del km	al km	del km	al km	Día ^[3]	I_p cm/km	FIP_j	Día ^[3]	I_p cm/km	FIP_j	
+ —	+ —	+ —	+ —							
		+ —	+ —							
		+ —	+ —							
		+ —	+ —							
		+ —	+ —							
+ —	+ —	+ —	+ —							
		+ —	+ —							
		+ —	+ —							
		+ —	+ —							
		+ —	+ —							
+ —	+ —	+ —	+ —							
		+ —	+ —							
		+ —	+ —							
		+ —	+ —							
		+ —	+ —							

I_p = Índice de perfil del subtramo y línea de colado correspondientes, obtenido de la Tabla 1. Para subtramos que hayan sido corregidos como se indica en el Inciso H.3.5. de esta Norma, se utiliza el índice de perfil (I_{p_c}) logrado después de la corrección

FIP_j = Factor de estímulo o sanción para el subtramo y línea de colado correspondientes, obtenido de la Tabla 4

$\overline{FIP}$ = Factor promedio de estímulo o sanción. Promedio aritmético de los FIP_j del tramo correspondiente

[1] = Tramo de 1 km o fracción

[2] = Subtramo de 200 m o fracción

[3] = Día en el que se construyó la carpeta

J.2.3. Se calcula el coeficiente de variación aplicando la siguiente fórmula:

$$Cv = \frac{\sigma_T}{\bar{T}}$$

Donde:

C_v = Coeficiente de variación, (adimensional)

$\bar{T}$ y σ_T tiene el significado indicado en los Incisos J.2.1. y J.2.2. de esta Norma, respectivamente.

J.2.4. Se obtiene la resistencia relativa equivalente, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$T_{RE} = \frac{\left(\frac{\bar{T}}{T'} - 0,8 \right) \cdot 0,2}{C_v} + 0,8$$

Donde:

T_{RE} = Resistencia relativa equivalente, (adimensional)

T' = Resistencia de proyecto, (MPa)

$\bar{T}$ y C_v tiene el significado indicado en los Incisos J.2.1. y J.2.3. de esta Norma, respectivamente.

J.2.5. Se determina el factor de sanción por resistencia insuficiente (FRT) utilizando la gráfica mostrada en la Figura 5 de esta Norma, donde se localiza el valor de la resistencia relativa equivalente (T_{RE}) en la escala horizontal y se lleva una línea vertical hasta interceptar la curva correspondiente al número de especímenes probados (n); de la intersección se lleva una línea horizontal hasta interceptar la escala vertical, donde se lee el factor de sanción que se aplicará, aproximado a cinco centésimas (0,05). Cuando el valor de T_{RE} sea menor de setenta y cinco centésimas (0,75), no se aceptará la carpeta de concreto hidráulico y el Contratista de Obra tendrá que reponer el tramo defectuoso por su cuenta y costo, a satisfacción de la Secretaría.

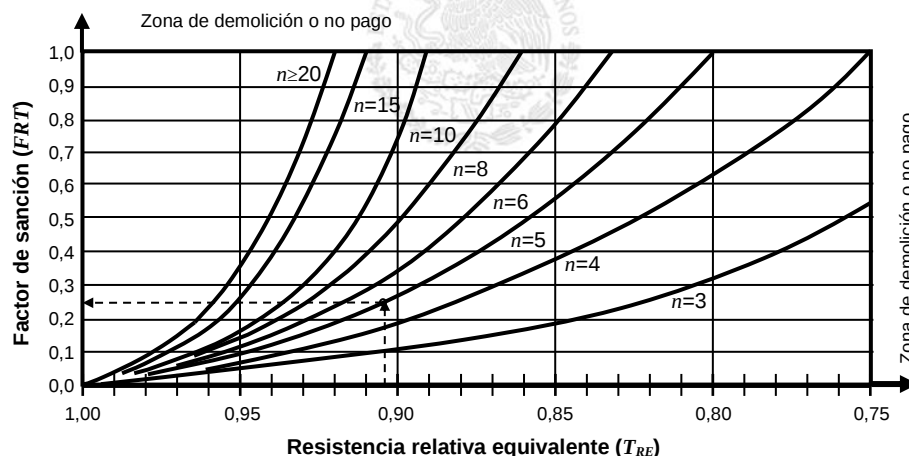


FIGURA 5.- Gráfica para determinar el factor de sanción por resistencia insuficiente (FRT)

K. ESTIMACIÓN Y PAGO

La estimación y pago de las carpetas de concreto hidráulico, se efectuará de acuerdo con lo señalado en la Cláusula G. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*.

L. RECEPCIÓN DE LA OBRA

Una vez concluida la construcción de la carpeta de concreto hidráulico, la Secretaría la aprobará y al término de la obra, cuando la carretera sea operable, la recibirá conforme a lo señalado en la Cláusula H. de la Norma N-LEG-3, *Ejecución de Obras*, aplicando en su caso, las sanciones a que se refiere la Cláusula I. de la misma Norma.

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



SCT

SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA

Dirección General de Servicios Técnicos

Av. Coyoacán 1895

Col. Acacias

Ciudad de México, 03240

www.gob.mx/sct



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

Blvd. Manuel Ávila Camacho 5

Toreo Parque Central, Torre A, piso 4,

Col. Lomas de Sotelo

Naucalpan

Estado de México, 53390

www.gob.mx/imt

normas@imt.mx