

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Control de Revisiones

Versión	Revisión	Fecha	Descripción Modificación	Folios
4	1	2019-12-19	Generada a partir de la sección 600-11 de las IDU ET-2011 versión 3.0. A partir de la Resolución 10910 de 2019 se adoptan las especificaciones ET-IC-01 "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C.	54

El documento original ha sido aprobado mediante el SID (Sistema Información Documentada del IDU). La autenticidad puede ser verificada a través del código



Participaron en la elaboración¹	David Andres Romero Cardenas, OAP / Ivan Alberto Caamano Murillo, DTE / Jairo Alexander Ibarra Trujillo, DTE / Jose Alberto Prieto Hernandez, DTE / Nattalia Angelica Romero Herмосilla, DTE / Oscar Mauricio Velasquez Bobadilla, DTE / Roberto Carlos Aleman Lopez, OAP / Stefania Olivera Rios, DTE / Vicente Edilson Leal Moreno, DTE / Yuly Caterin Diaz Jimenez, DTE /
Validado por	Isauro Cabrera Vega, OAP Validado el 2019-12-16
Revisado por	Joanny Camelo Yopez, DTE Revisado el 2019-12-16
Aprobado por	Diana Maria Ramirez Morales, SGDU Aprobado el 2019-12-19

¹El alcance de participación en la elaboración de este documento corresponde a las funciones del área que representan

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

CONTENIDO

		Pág.
800.1	ALCANCE	3
800.2	MATERIALES	3
800.3	DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO	13
800.4	EQUIPO	20
800.5	REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	25
800.6	CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS	42
800.7	MEDIDA	52
800.8	FORMA DE PAGO	53
800.9	ÍTEM DE PAGO	53

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.1 ALCANCE

La presente Especificación tiene como alcance disponer los requerimientos mínimos para la obtención del diseño de la mezcla, para la fabricación, transporte, colocación y curado de una mezcla de concreto hidráulico, colocada formando losas, como capa de rodadura de la estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas longitudinales o transversales, el sellado de juntas, el acabado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de acuerdo con los requerimientos técnicos de resistencia y durabilidad; según lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y los alineamientos horizontales y verticales, pendientes y dimensiones indicadas en los planos, y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con todos los requisitos de la presente Especificación.

800.2 MATERIALES

El concreto hidráulico debe estar conformado por una mezcla homogénea de cemento hidráulico, agua, agregados, aditivos, fibras y adiciones, cuando estos últimos se requieran.

Adicional a los requerimientos dados en la Especificación 102 para los numerales relacionados con aseguramiento de calidad y materiales, el Contratista de Obra debe realizar todos los ensayos físicos, químicos, mecánicos y dinámicos que de manera taxativa se exigen en esta Especificación, para asegurar la calidad e inalterabilidad de los materiales que pretende utilizar.

800.2.1 Agregados Pétreos

Los agregados deben limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables, además debe estar exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla.

En caso de utilizar concreto hidráulico en pavimentos de espacio público, la calidad de los agregados utilizados debe ser la correspondiente al nivel de tránsito T1.

800.2.1.1 Agregado grueso

Para el objeto de la presente Especificación, se denomina agregado grueso la porción del agregado retenida mayoritariamente en el tamiz de 4,75 mm (No.4). Dicho agregado debe proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos no deben tener exceso de partículas planas, alargadas, blandas o deleznable. No se permite la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

El agregado grueso debe cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 800.1, en función del tipo de vía según su categoría de tránsito. La granulometría debe ajustarse a las recomendaciones presentadas en la NTC 174, de manera que se cumplan los requisitos para el diseño del concreto hidráulico. En la Tabla 800.2 se presenta la franja granulométrica donde pueden ubicarse los agregados gruesos seleccionados.

El tamaño máximo del agregado grueso no debe ser superior a cuarenta milímetros (40 mm) y en el caso de pavimentos de hormigón armado su tamaño no debe exceder un cuarto (1/4) de la distancia

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

libre entre armaduras longitudinales. Las limitaciones para el tamaño máximo del agregado pueden omitirse si a juicio del diseñador, la trabajabilidad, los métodos de colocación y/o compactación del concreto son tales que pueda colocarse sin que se formen hormigueros o vacíos.

Tabla 800.1
Requisitos del agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito		
			T1	T2	T3
Dureza					
Desgaste Los Angeles	En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E 218-13	35	35	30
Micro Deval, % máximo		INV E 238-13	30	25	25
10% de finos	Valor en seco, kN mínimo	INV E 224-13	60	75	75
	Relación húmedo/seco, % mínimo		75	75	75
Durabilidad					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	Sulfato de Magnesio	INV E 220-13 NTC 126	15		
	Sulfato de Sodio		10		
Limpieza					
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		INV E 211-13	0.25		
Partículas livianas, % máximo		INV E 221-13	1.00		
Geometría de las Partículas					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	1 cara	INVE 227-13 ASTM D5821	75	75	90
	2 caras		50	50	75
Proporción de partículas planas y alargadas (relación 5:1), % máximo		INV E 240-13 ASTM D4791	10		
Características Químicas					
Contenido de sulfatos expresado como SO ₄ ⁼ , % máximo		INV E 233-13	1.00		
Potencial de reactividad del agregado		ASTM 1260 (Nota 1)	No reactivo (Nota 2)		
Petrografía (Nota 3)					
Análisis Petrográfico		NTC 3773	(Nota 3)		

- (1) El ensayo debe realizarse evaluando el cemento a emplear en el diseño. A criterio del diseñador, puede emplearse el método de ensayo descrito en la NTC 3828 (ASTM C227)
- (2) Algunos valores aceptables según el tipo de ensayo pueden revisarse en la NTC 174 –Anexo A.
- (3) Si el agregado resulta ser potencialmente reactivo, se debe presentar un análisis petrográfico según la NTC 3773 (ASTM C295), que debe identificar y llamar la atención sobre la presencia de minerales que puedan potencialmente presentar reactividad, el grado de meteorización o alteración, nivel de porosidad y posible presencia de contaminantes en los agregados (en porcentaje). En general debe describir y clasificar los constituyentes de la muestra de agregado, y determinar sus cantidades relativas, identificando tipos y variedades de rocas.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Tabla 800.2
Límites granulométricos del agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico

Tipo de agregado	Tamiz (mm / U.S. Standard)								
	63.0	50.0	37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2
	2 ½"	2"	1 ½"	1"	¾"	½"	3/8"	No. 4	No.8
% pasa									
Grueso	100	95-100	70-100	35-100	25-100	10-72	7-55	0-10	0-5

Cuando la fórmula de trabajo exija la mezcla de dos (2) o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 800.1 para dureza, durabilidad y contenido de sulfatos deben ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. La limpieza y las propiedades geométricas se deben medir sobre muestras del agregado combinado en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

800.2.1.2 Agregado fino

Para el objeto de la presente Especificación, se denomina agregado fino la fracción que pase mayoritariamente el tamiz de 4.75 mm (No. 4). Debe provenir de arenas naturales o de la trituración de rocas, gravas, escorias siderúrgicas u otro producto que sea incluido en los documentos del proyecto.

El agregado fino debe cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 800.3 y su granulometría debe encontrarse en los límites indicados en la Tabla 800.4.

Tabla 800.3
Requisitos del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisito
Durabilidad		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	Sulfato de Magnesio	INV E 220-13
	Sulfato de Sodio	NTC 126
Limpieza		
Límite Líquido, % máximo	INV E 125-13	No plástico
Índice de Plasticidad, % máximo	INV E 126-13	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo	INV E 133-13	60
Valor de Azul de Metileno, máximo (Nota 1)	INV E 235-13	5
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo	INV E 211-13	1
Partículas livianas, % máximo	INV E 221-13	0.50
Material que pasa el tamiz de 75 µm (No.200), % máximo	INV E 214-13	5
Contenido de Material Orgánica		
Color más oscuro permisible	INV E 212-13	Igual a Muestra patrón

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisito
Absorción		
Absorción de agua, % máximo	INV E 222-13	4
Características Químicas		
Contenido de sulfatos expresado como SO ₄ ⁼ , % máximo	INV E 233-13	1,20
Potencial de reactividad del agregado	ASTM 1260 (Nota 2)	No reactivo (Nota 3)
Petrografía		
Análisis petrográfico	NTC 3773	Nota (Nota 4)

- (1) Ensayo complementario al equivalente de arena, si el valor de Equivalente de arena no se cumple se debe garantizar el cumplimiento del valor de azul de metileno.
- (2) El ensayo debe realizarse evaluando el cemento a emplear en el diseño. A criterio del diseñador, puede emplearse el método de ensayo descrito en la NTC 3828 (ASTM C227)
- (3) Algunos valores aceptables según el tipo de ensayo pueden revisarse en la NTC 174 –Anexo A.
- (4) Si el agregado resulta ser potencialmente reactivo, se debe presentar un análisis petrográfico según la NTC 3773 (ASTM C295), que debe identificar y llamar la atención sobre la presencia de minerales que puedan potencialmente presentar reactividad, el grado de meteorización o alteración, nivel de porosidad y posible presencia de contaminantes en los agregados (en porcentaje). En general debe describir y clasificar los constituyentes de la muestra de agregado, y determinar sus cantidades relativas, identificando tipos y variedades de rocas.

Tabla 800.4
Límites granulométricos del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico

Tipo de agregado	Tamiz (mm / U.S. Standard)							
	9.51	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
	3/8"	No. 4	No. 8	No. 16	No. 30	No. 50	No.100	No. 200
% pasa								
Fino	100	95-100	80-100	50-85	25-60	10-30	2-10	0-5
Módulo de Finura					2.10 - 3.20			
Variación Máxima del Módulo de Finura durante construcción con respecto a la fórmula de trabajo					0.20			

800.2.2 Material Cementante hidráulico

El Contratista de Obra puede utilizar el material cementante que permita al concreto hidráulico alcanzar los requisitos de resistencia y durabilidad solicitado. Si los documentos del proyecto o una Especificación particular no señalan algo diferente, el material cementante hidráulico debe cumplir lo descrito en la Especificación 230 de las presentes especificaciones.

El Contratista de Obra debe seleccionar y utilizar un mismo tipo de material cementante hidráulico, tanto en calidad como en marca, para la fabricación del concreto hidráulico.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.2.3 Agua

El agua que se emplee durante todo el proceso de fabricación y curado del pavimento de concreto hidráulico debe cumplir con los requisitos de la norma NTC 3459. En todos los casos, debe ser limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial al pavimento terminado. En general, se considera adecuada el agua que sea potable.

En el caso en que la mezcla de concreto hidráulico sea realizada en obra, el Contratista de Obra debe garantizar el uso de agua que cumpla con los requisitos descritos a continuación en la Tabla 800.5.

Tabla 800.5
Requisitos del agua para la elaboración de concreto hidráulico

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisito
pH, mínimo	ASTM D1293	5
Sulfatos (SO ₄), máximo	ASTM D516	1 g/l – 1000 ppm
Ión Cloruro Cl-	ASTM D512	1 g/l – 1000 ppm
Sólidos totales por masa	ASTM C1603	5000 ppm

ppm: partes por millón.

Adicionalmente, para probar el agua utilizada en concreto hidráulico mezclado en obra, se deben realizar dos (2) series de ensayos sobre morteros, uno con agua que se desea emplear y otro con agua calificada (destilada). Se debe cumplir con los requisitos descritos en la Tabla 800.6.

Tabla 800.6
Requisitos de verificación del agua para la elaboración de concreto hidráulico

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisito
Resistencia a Compresión, % mínimo de la resistencia de mortero con agua destilada	NTC 220	90
Tiempo de Fraguado, desviación máxima respecto del tiempo de control (horas:minutos)	ASTM C403	de 1:00 inicial a 1:30 final

En caso de utilizar agua reciclada, el contenido equivalente de álcalis expresado como Na₂O + 0.658 K₂O no debe superar 600 ppm. Para su determinación pueden utilizarse las normas de ensayo ASTM C114, ASTM D4191 y ASTM D4192. Además, en este caso, el valor de la densidad del agua reciclada no debe superar 1.3 g/cm³ y la densidad del agua total no debe superar el valor de 1,1 g/cm³.

800.2.4 Aditivos

Se pueden usar aditivos para modificar las propiedades del concreto, con el fin de alcanzar las condiciones particulares del pavimento por construir. Su uso y dosificación deben ser definidos por en el diseño de la mezcla, por medio de ensayos efectuados con antelación a la colocación del concreto hidráulico, con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado y su compatibilidad con el cemento, sin que se perturben las propiedades restantes de la mezcla, ni representen peligro para la armadura

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

que pueda tener el pavimento. Se debe evitar el uso de aditivos con alto contenido de cloruros, ya que pueden acelerar procesos de corrosión en el acero.

Los aditivos pueden ser los siguientes:

- Incluidores de aire.
- Plastificantes.
- Reductores de agua.
- Acelerantes de fraguado.
- Retardantes de evaporación.
- Retardantes de fraguado.
- Estabilizadores de fraguado.

El uso de los aditivos en pavimentos de concreto hidráulico se debe realizar según las recomendaciones presentadas en la ficha técnica del producto, emitida por el fabricante. Deben cumplir con la norma NTC 1299 o NTC 4023.

En consecuencia, el Contratista de Obra debe suministrar al Interventor la ficha técnica y certificados de calidad, suministrados por el fabricante, sobre los cuales el Interventor debe realizar la validación del producto previo su uso.

800.2.5 Acero

En los documentos del proyecto se indica el acero necesario para la construcción del pavimento, bien sea como elementos de enlace o transferencia en las juntas o como refuerzo de las losas. Las barras de acero deben estar limpias, libres de oxidación excesiva y deben cumplir con todos los requerimientos de la norma NTC 2289 (ASTM A615).

800.2.5.1 Pasadores o barras pasajuntas

Los pasadores están constituidos por barras lisas de acero, con unas dimensiones mínimas de veinticinco milímetros (25 mm) de diámetro y cincuenta centímetros (50 cm) de longitud. Las barras deben ser de acero redondo liso con límite de fluencia (f_y) mínimo de 280 MPa (2800 kg/cm²). En todo caso el acero debe estar libre de cualquier imperfección o deformación que restrinja el deslizamiento libre del concreto.

Los pasadores deben ser recubiertos en toda su longitud con un producto que evite su adherencia al concreto así mismo debe estar soldado uno de sus lados de manera alternada a la canasta. Las barras quedaran ubicadas en la mitad de la losa y embebidas por lo menos quince centímetros (15 cm) en cada losa. Los atiesadores deben ser cortados en su totalidad.

Pueden ser utilizados sistemas alternativos que cumplan la misma función de los pasadores, según lo definan las recomendaciones del diseño, los cuales deben ser previamente aprobados por el Interventor, y deben ser objeto de una Especificación particular.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.2.5.2 Barras de amarre

Las barras de amarre deben ser localizadas en las juntas que muestran los documentos técnicos del proyecto y/o en los sitios en que indique el Interventor. Las barras de amarre deben ser corrugadas con límite de fluencia (f_y) según lo indicado en los documentos del proyecto, preferiblemente de 420 MPa (4200 kg/cm²), y mínimo de 280 MPa (2800 kg/cm²).

Las barras de amarre no deben ser en general dobladas y enderezadas; sin embargo, si por razones constructivas es absolutamente indispensable doblarlas y enderezarlas, debe ser con autorización previa del Interventor.

800.2.5.3 Refuerzo de las losas

El acero de refuerzo de las losas debe estar constituido por barras corrugadas con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm²). Todos los detalles del refuerzo, como cuantía, distribución, localización (parte superior o inferior de la losa), deben ser definidos en los documentos técnicos del proyecto; si no están definidos, se debe consultar con el diseñador.

800.2.6 Fibras

Las fibras pueden ser utilizadas para mejorar las propiedades de durabilidad y resistencia del concreto como refuerzo principal, con el fin de alcanzar las condiciones particulares del pavimento por construir. El concreto con fibras debe cumplir lo establecido en la NTC 5541.

La dosificación y las condiciones particulares para su uso deben ser definidas por el diseñador de la mezcla. En caso en que las fibras sean utilizadas como refuerzo para el pavimento, su uso debe estar sustentado por el especialista del Contratista de Obra, y avalado previamente por el Interventor.

En todos los casos el Contratista de Obra debe presentar al Interventor la ficha técnica vigente y con los certificados de calidad, aportados por el fabricante, que soporten el proceso de fabricación.

Las microfibras utilizadas con el fin de ayudar a la mitigación de la fisuración causada por la retracción plástica en el concreto, deben ser 100% polipropileno virgen mono o multifilamento. Las macrofibras utilizadas como refuerzo deben ser metálicas, que cumplan con la NTC 5214, o fibras sintéticas monofilamento, que se auto-fibrilen al incorporarse en la mezcla de concreto.

En caso en que la dosificación de las fibras sea realizada en obra, el Interventor debe inspeccionar que la cantidad de fibra adicionada corresponda al diseño definido.

800.2.7 Productos de Curado

La protección del concreto se realiza con el propósito de evitar la pérdida de humedad, y garantizar la velocidad máxima de evaporación dada en el diseño, después de su colocación, la cual debe realizarse por medio del curado por humedad, cubrimiento con películas líquidas o con láminas.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.2.7.1 Curado por humedad

El agua utilizada debe cumplir con los requisitos establecidos en el numeral 800.2.3. El material de cobertura puede ser tela de fique o algodón, arena u otro producto de alta retención de humedad.

800.2.7.2 Curado con películas líquidas

Los compuestos formadores de membrana líquida deben cumplir con la norma NTC 1977, solo si la base es de parafina, o con la ASTM C1315 para compuestos formadores de membrana líquida que tienen propiedades especiales para curar y sellar concreto.

En todos los casos el Contratista de Obra debe presentar al Interventor la ficha técnica vigente y los certificados de calidad, aportados por el fabricante, que soporten el proceso de fabricación.

El Interventor debe inspeccionar que dosificación del producto de curado corresponda a la recomendada por el fabricante en su ficha técnica. El Interventor también debe verificar que la velocidad máxima de evaporación establecida en diseño se cumple.

800.2.7.3 Cubrimiento por laminas

Las láminas de curado deben ser de polietileno blanco o de papel de curado que cumplan con la norma ASTM C171.

Las de polietileno deben ser de un espesor mínimo de 0.10 mm, y en el caso del papel de curado deben tener una resistencia a la tensión no menor a 5.25 kN/m.

800.2.8 Membranas para la separación del pavimento

Estas membranas deben ser de polietileno que cumplan con la norma ASTM C171, deben ser de un espesor mínimo de 0.10 mm y deben tener una resistencia a la tensión no menor a 15 MPa.

Este tipo de membranas es de uso obligatorio cuando las losas de concreto se apoyan sobre bases de concreto o bases tratadas con cemento sin juntas o con juntas que no coincidan con las de las losas del pavimento.

800.2.9 Productos para las Juntas

Los productos para el llenado y sellado de las juntas deben cumplir con los siguientes criterios de funcionamiento:

- Impermeabilizar las juntas del pavimento de losas de concreto para evitar la entrada de agua a las capas inferiores y así minimizar los riesgos de degradación de las diferentes capas a mediano o largo plazo.
- Prevenir la inserción de partículas.
- Proteger las esquinas de las juntas de su desportillamiento.
- Tener buena resistencia a la fatiga, al corte y a la tracción.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

- Tener buena resistencia al envejecimiento (rayos ultravioletas y agua) y a algunos agentes químicos (hidrocarburos).
- En el caso de juntas de expansión, el material de relleno debe permitir el movimiento libre de la junta sin separarse de sus caras, tanto al contraerse como al expandirse.

800.2.9.1 Material de sello

El material de sello puede ser de silicona (ASTM D5893), poliuretano mono o multicomponente (ASTM C920) o de aplicación en caliente (ASTM D6690) de acuerdo con las disposiciones de diseño y construcción de las juntas, presentada por el Contratista de Obra y validadas por el Interventor.

El diseño de la junta debe cumplir requerimientos como factor de forma, contracción del concreto, coeficiente de expansión térmica, elongación admisible y los que considere el diseñador para garantizar el sello. Debe quedar detallada la vida útil del sello para evaluar el proceso de resellado.

800.2.9.1.1 Sello de silicona

El material de sello debe cumplir con los requisitos establecidos en los documentos del proyecto; en general, se debe cumplir con los requisitos de la ASTM D 5893 tipo SL y los requisitos descritos en la Tabla 800.7.

Tabla 800.7
Requisitos mínimos del material de sello de silicona

Propiedad	Norma de ensayo ASTM	Requisito
Gravedad Específica	ASTM D792 (método A)	1.30 a 1.40
Dureza a - 18°C (7 días de curado a 25 °C □ 5 °C)	ASTM D2240	10 a 25
Efectos del envejecimiento acelerado después de 5,000 horas de exposición continua	ASTM C793	Sin agrietamiento, pérdida de adherencia o superficies polvorientas por desintegración.
Tack free time (tiempo de secado al tacto) a 25 °C □ 5°C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C679	Menor de 110 minutos.
Capacidad de movimiento y adhesión. Condiciones de la prueba: temperatura de 23 ± 2°C y 50 ± 5%.	ASTM C719	Ninguna falla por adhesión o cohesión después de 10 ciclos.
Resistencia a ruptura, mínimo	ASTM D412	100 psi (0.69 MPa)
Elongación, mínimo	ASTM C794	1200%
Módulo de elasticidad, mínimo	ASTM C795	100% de Elongación 30 psi
Resistencia a la tensión	ASTM D412	(0.21 MPa)
Dureza Shore	ASTM D661	a 21 días: 50+/-5
Capacidad de movimiento	ASTM C920	-2
Temperatura de servicio	-	-80° F (-62° C) a 350° F (176° C)

800.2.9.1.2 Sellos de Poliuretano

Los sellos de poliuretano son sistemas de alto desempeño, con características especiales para su instalación en juntas de pavimentos, estos sistemas se dividen en dos tipos, aquellos que deben ser instalados en juntas secas y concretos de más de 28 días y las tecnologías que permiten ser aplicadas

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

en concretos húmedos o luego de 24 horas de su colocación, estos sellos deben cumplir con la ASTM C920, algunos requisitos se presentan en la siguiente Tabla 800.8.

Tabla 800.8
Requisitos mínimos material de sello de poliuretano

Propiedad	Norma de ensayo ASTM	Requisito para sellos de poliuretano estándar	Requisito para sellos de poliuretano para concreto húmedo o con menos de 24 h
Contenido de sólidos	-	min 98%	min 98%
Gravedad específica	-	min 1.30	min 1.30
Dureza (Escala durómetro A)	ASTM C661	40 +/-5	40 +/-5
Formación de piel "Skin Time"	ASTM C679	max 2 horas	max 2 horas
Adherencia al concreto	ASTM C794	min 5.4 kN/m	min 5.4 kN/m
Adherencia al concreto luego de inmersión	ASTM C794	min 4.9 kN/m	min 4.9 kN/m
Adherencia a concreto húmedo o verde	ASTM C794	NA	>2.6 kN/m
Envejecimiento acelerado	ASTM C795	Pasa	Pasa
Resistencia a la tensión	ASTM D412	min 1720 kPa	min 1720 kPa
Elongación	ASTM D412	min 600%	min 600%
Inclinación permitida de aplicación	-	min 5%	min 5%
Resistencia al rasgado	ASTM D412	min 240 kPa	min 240 kPa
Capacidad de movimiento (Nota 1)	ASTM C719	Min. +/-35%	Min. +/-35%

(1) Acorde a requerimiento del proyecto y con base en las directrices del diseñador del pavimento.

800.2.9.1.3 Sello de aplicación en caliente elastoméricos de un componente y mezcla de varios componentes

Para el caso de los sellos elastoméricos de un componente, deben cumplir con la Especificación ASTM D3406.

Para el caso de sellos compuestos por varios materiales, el material de sello debe cumplir con los requisitos establecidos en los documentos del proyecto; en general, debe cumplir con la Especificación ASTM D6690.

Los dos tipos de sellos deben garantizar un compuesto adhesivo y resiliente, que no fluya con los cambios de temperatura ni por la acción de las llantas, debe tener una consistencia uniforme para su colocación y no permitir la inclusión de burbujas de aire o discontinuidades durante el proceso de llenado. Las características del sello en el proceso de aplicación no deben variar en 6 horas a temperatura ambiente.

800.2.9.1.4 Sellos preformados

Para el caso de los sellos Preformados de elastoméricos Polychloropreno debe cumplir con la Especificación ASTM D2628.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Para el caso de los sellos Preformados espuma de caucho, corcho y de PVC reciclado se debe cumplir con ASTM D1752.

800.2.9.2 Tirilla o cordón de respaldo

La tirilla o cordón de respaldo que se use debe tener las siguientes condiciones:

- Impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta
- No presentar adhesión alguna con el sello.
- Sus dimensiones deben estar en función del ancho y profundidad de la junta y del espesor mínimo necesario de material de sello
- Ser compatible con el sello por emplear.

La tirilla de respaldo debe ser de espuma de polietileno extruida de celda cerrada y de diámetro aproximadamente 25 % mayor al de la caja de junta, a la profundidad requerida para que cumpla con el factor de forma de la masilla en función de su utilización. Debe cumplir con la norma ASTM D5249.

800.2.9.3 Material aislante en juntas de expansión

El material de relleno para juntas de expansión pretende evitar cualquier tipo de fricción entre losas, éste debe ser suministrado en pieza de la altura y largo requeridos para la junta. Previa autorización del Interventor se pueden utilizar ocasionalmente dos piezas para completar el largo (nunca la altura), caso en el cual los dos extremos que se juntan deben quedar adecuadamente asegurados para garantizar la conservación de la forma requerida, sin moverse. Los materiales por emplear deben cumplir alguna de las especificaciones ASTM D994, D1751, o D1752.

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

El Contratista de Obra debe presentar para aprobación del Interventor, el diseño de la mezcla de concreto hidráulico y la fórmula de trabajo (cuando corresponda), teniendo en cuenta los criterios descritos en la presente Especificación. Dicho diseño y formula de trabajo deben ser sustentados y entregados al Interventor con una semana de anterioridad al momento de la llegada de la mezcla a la obra, a través de informes, tal y como se indica en los numerales 800.3.2 y 800.3.4.

800.3.1 Diseño de la mezcla

En la Tabla 800.9 se presentan requisitos generales para los valores de resistencia a la flexión y a la tracción indirecta, además del contenido de aire en el concreto. Finalmente se sugieren valores para la cantidad mínima de cemento y la máxima relación agua material cementante, pero éstos dependen de los requisitos de durabilidad.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Tabla 800.9
Criterios de diseño de la mezcla de concreto hidráulico

Característica	Norma de Ensayo	Requisitos por Clase de Tránsito			
		T1	T2	T3	Espacio público
Contenido mínimo de cemento, kg/m ³	-	300			-
Relación ponderal agua/material cementante, máx.	-	0.48			-
Resistencia a la flexión (Módulo de rotura) promedio a la edad de diseño, MPa	NTC 2871	4.00 – 4.50	4.20 – 4.50	4.50 – 4.80	-
Resistencia a la compresión promedio a la edad de diseño, MPa	NTC 673	-	-	-	21
Resistencia a la tracción indirecta a la edad de diseño, % mínimo de la resistencia a la flexión a la edad de diseño	NTC 722	50	50	55	-
Contenido de aire incluido, %	NTC 1032	2 a 6			

Para el diseño de la mezcla, cada uno de los ensayos de resistencia se lleva a cabo sobre probetas procedentes de cinco (5) amasadas diferentes de concreto, fabricando series de mínimo ocho (8) viguetas y catorce (14) cilindros por amasada para evaluar los diferentes parámetros.

En caso de ser un concreto diseñado para alcanzar su resistencia a la flexión a los 28 días, dos (2) cilindros se deben ensayar para obtener el Módulo de elasticidad a la edad de diseño y sobre el resto de especímenes cilíndricos se ensayan: a compresión dos (2) a siete (7) días, dos (2) a catorce (14) días y dos (2) a veintiocho (28) días; a tracción indirecta dos (2) a siete (7) días, dos (2) a catorce (14) días y dos (2) a veintiocho (28) días.

Para el concreto utilizado en espacio público son requeridos exclusivamente los ensayos de compresión.

Seis viguetas se deben ensayar a flexión; dos (2) a siete (7) días, dos (2) a catorce (14) días y dos (2) a veintiocho (28) días, las viguetas restantes deben ser utilizadas para realizar la extracción de mínimo 3 núcleos, que deben ser ensayados a compresión a la edad de diseño, para sustentar la correlación requerida en el numeral 800.3.1.6, en el caso de vías que no requieren tramo experimental.

En caso de ser un concreto diseñado a una edad diferente a los 28 días, se debe realizar la serie de ensayos como mínimo para dos edades.

El promedio de la resistencia obtenida en dos (2) especímenes de la misma serie y de la misma edad se considera como un resultado.

800.3.1.1 Concreto Fast Track (resistencia acelerada)

De ser requerido en documentos del proyecto o utilizado en las zonas aprobadas por el Interventor, está permitido el uso de concreto Fast Track, con el fin de obtener el desarrollo de altas resistencias a temprana edad.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Por lo que este concreto debe estar en capacidad de desarrollar resistencias a un (1) día (24 horas) entre el 80% y el 90% de la resistencia a flexión requerida a 28 días, permitiendo garantizar la reparación de vías y apertura al tráfico en menor tiempo, Se caracterizan por tener muy buena durabilidad y baja relación agua cemento. El uso de este concreto debe quedar establecido en los.

En todo caso es objeto de todos los requerimientos descritos en la presente Especificación.

800.3.1.2 Durabilidad

El tipo de concreto a emplear debe responder a las necesidades del proyecto y debe satisfacer los criterios de durabilidad según la NTC 5551.

800.3.1.3 Resistencia a la flexión

Se considera como fórmula de trabajo la mezcla cuyo valor medio de resistencia a la flexión obtenido a veintiocho (28) días o a la edad de ensayo especificada en proyecto, supere la resistencia especificada, con margen suficiente para que sea razonable esperar que con la dispersión que introduce la ejecución de la obra y la variabilidad propia de los ensayos de control, los resultados de resistencia real satisfagan durante la ejecución del proyecto los requisitos establecidos para el nivel de calidad de Aceptación a Satisfacción en el numeral 800.6.3.3 y los coeficientes de variación para concreto (ACI 214). Para poder cumplir con estos requisitos de aceptación, el Contratista de Obra debe tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada depende de la desviación estándar de la producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Para dosificar la mezcla de concreto, debe hacerse para una resistencia mayor que la especificada en proyecto, a fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos de aceptabilidad, esa Resistencia Requerida (MR_r) puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$MR_r = MR + pS$$

Donde, p es el factor de probabilidad y S la desviación estándar.

Si la desviación estándar se ha calculado disponiendo de por lo menos treinta (30) ensayos de resistencia y aplicando el procedimiento estadístico del ACI 214, las ecuaciones para determinar la resistencia requerida pueden escribirse con todos los valores expresados en MPa, así:

$$MR_r = MR + 1,34 S \quad (1)$$

$$MR_r = MR + 2,33 S - 0,5 \quad (2)$$

El valor de MR_r que se utilice para el diseño es el mayor que se obtenga de las anteriores ecuaciones.

Cabe mencionar que las ecuaciones (1) y (2) consideran la probabilidad de que solo el 1% de los ensayos arrojen resistencias menores que las establecidas, de no ser así estos valores deben recalcularse.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

De no disponerse de por lo menos treinta (30) ensayos de control de resistencia, deben aplicarse los factores de modificación para la desviación estándar, consignados en la Tabla 4.1 del ACI 214.

Cuando la desviación estándar es desconocida la resistencia MR_r debe ser determinada mediante la siguiente formula, con valores expresados en MPa.

$$MR_r = MR + 1,31$$

Para ser consecuentes con lo anterior, el conjunto de resultados a la edad de ensayo especificada en proyecto para resistencia a flexión, obtenidos durante el diseño de la mezcla debe como mínimo lograr esa calificación el porcentaje de resistencia mínimo requerido en el numeral 800.6.3.3.

800.3.1.4 Resistencia a la tracción indirecta

Se debe verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos para este parámetro como parte de los criterios de diseño y se reporta el valor de tracción indirecta correspondiente a la mezcla que cumple con los requisitos establecidos en el numeral anterior para la resistencia a la flexión.

800.3.1.5 Resistencia a la compresión

Se debe reportar el valor de resistencia a compresión, en el caso de concreto para pavimentos vehiculares, correspondiente a la mezcla que cumple con los requisitos establecidos para la resistencia a la flexión.

Las pruebas de resistencia a la compresión no se exigen como control de recibo en las mezclas de concreto hidráulico para pavimentos. Sin embargo, pueden usarse para realizar controles de homogeneidad de las mezclas, dada la facilidad de ejecución.

En el caso de concreto para pavimentos de espacio público, se considera como fórmula de trabajo la mezcla cuyo valor medio de resistencia a la compresión obtenido a veintiocho (28) días o a la edad de ensayo especificada en proyecto, supere la resistencia especificada, con margen suficiente para que sea razonable esperar que con la dispersión que introduce la ejecución de la obra y la variabilidad propia de los ensayos de control, los resultados de resistencia real satisfagan durante la ejecución del proyecto los requisitos establecidos para el porcentaje de resistencia mínimo requerido en el numeral 800.6.3.3800.6.3.3 y los coeficientes de variación para concreto (ACI 318). Para poder cumplir con estos requisitos de aceptación, el Contratista de Obra debe tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada depende de la desviación estándar de la producción y de la precisión con la que dicho valor pueda ser estimado a partir de datos históricos sobre mezclas iguales o similares.

Para dosificar la mezcla de concreto, debe hacerse para una resistencia mayor que la especificada en proyecto, a fin de asegurar el cumplimiento de los requisitos de aceptabilidad, esa Resistencia Requerida (f'_{cr}) puede calcularse con la siguiente ecuación:

$$f'_{cr} = f'_c + pS$$

Donde, p es el factor de probabilidad y S la desviación estándar.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Si la desviación estándar se ha calculado disponiendo de por lo menos treinta (30) ensayos de resistencia y aplicando el procedimiento estadístico del ACI 214, las ecuaciones para determinar la resistencia requerida pueden escribirse con todos los valores expresados en MPa, así:

$$f'_{c r} = f'_c + 1,34 S \quad (1)$$

$$f'_{c r} = f'_c + 2,33 S - 3,5 \quad (2)$$

El valor de $f'_{c r}$ que se utilice para el diseño es el mayor que se obtenga de las anteriores ecuaciones.

De no disponerse de por lo menos treinta (30) ensayos de control de resistencia, deben aplicarse los factores de modificación para la desviación estándar, consignados en la Tabla 5.3.2.2 del ACI 318.

800.3.1.6 Correlación

A partir de los resultados obtenidos de los ensayos de flexión, compresión y tracción indirecta en las cinco (5) amasadas diferentes de concreto, se deben establecer correlaciones para las distintas edades entre los valores de resistencia a la flexión NTC 2871 y compresión en cilindros NTC 673, y entre la resistencia a la flexión y a la tracción indirecta NTC722, con el fin de facilitar el control en obra y poder evaluar la calidad del concreto colocado por medio de núcleos, en caso de obtención de bajos resultados de resistencia a la flexión o de presentarse dudas sobre los mismos.

En el caso de obras que no requieran tramo experimental se debe realizar la correlación entre compresión de núcleos y compresión de cilindros NTC 673.

Se debe lograr una correlación confiable ($r^2 \geq 0.90$) entre los resultados de flexión y compresión; y flexión y tracción indirecta.

La comparación del nivel de control entre las resistencias a compresión y flexión puede realizarse utilizando el coeficiente de variación (ACI 214).

800.3.1.7 Manejabilidad

La manejabilidad del concreto determinado según el ensayo realizado bajo la norma NTC 396, debe seleccionarse en función de las máquinas de colocación o esparcimiento; el rango de aceptación debe ser indicado en el diseño de la mezcla. El diseñador debe especificar el tiempo de transporte máximo y la curva de tiempos de manejabilidad.

Adicionalmente, el diseñador debe indicar el procedimiento de colocación del concreto.

800.3.1.8 Módulo de Elasticidad

Las especificaciones particulares del proyecto pueden establecer requisitos mínimos para el módulo de elasticidad del concreto, caso en el cual la mezcla debe ser diseñada cumpliendo con dicho requisito. En caso de no tener un valor mínimo exigido de módulo de elasticidad, debe ser el mínimo esperado por el diseñador.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.3.1.9 Ventana de corte

La ventana de corte corresponde al periodo de tiempo optimo en el cual puede realizarse el corte de juntas en el pavimento del concreto hidráulico, de tal manera que no se realice de manera temprana que pueda generar desportillamientos, ni muy tarde, cuando se haya producido un agrietamiento prematuro.

Para la determinación de la ventana de corte, puede ser utilizado el método de madurez NTC 3756, o cualquier otro método que permita establecer una relación entre la resistencia del concreto y el tiempo durante los primeros días.

El resultado debe ser el rango de tiempo (horas) posterior al vaciado del concreto, en que se debe realizar el proceso de corte de juntas.

800.3.1.10 Metodología de curado.

El diseñador debe establecer la metodología de curado y equipos de ser el caso, para garantizar el comportamiento adecuado del concreto, expuesto a las condiciones ambientales a las que puede estar expuesta la obra. Adicionalmente, debe determinar la velocidad máxima de evaporación permitida para el concreto diseñado.

800.3.1.11 Uso de fibras

En caso de definir el uso la adición de fibras al concreto hidráulico en la construcción del pavimento, se debe definir la dosificación, colocación, compactación, acabado, curado y protección del concreto, ajustándose a los alineamientos de espesores y secciones típicas de pavimentación, dentro de las medidas y tolerancias estipuladas, de conformidad con las especificaciones, Disposiciones Especiales y/o documentos del proyecto.

El uso de las fibras como refuerzo debe ser avalado por el especialista y soportado mediante los resultados de esfuerzo residual del concreto reforzado, con el ensayo de la norma NTC 5981.

800.3.2 Informe de sustentación del diseño

El informe de sustentación del diseño debe ser entregado al Interventor en todo caso, es decir, en caso en que el concreto sea realizado en una planta de premezclado o en el caso en que la mezcla sea realizada en obra. Este informe debe contener como mínimo:

- Ensayos básicos especificados para los granulares (Numeral 800.2.1).
- Ensayos básicos del cemento y su clasificación (Especificación 230).
- Contenido de aire en el concreto, se encuentre en el rango requerido en la Tabla 800.9.
- Densidad del concreto de diseño.
- Para los aditivos y fibras, de ser el caso, el certificado de calidad del producto y ficha técnica, que acrediten el cumplimiento de lo requerido en los numerales 800.2.4 y 800.2.6.
- En caso de aplicar, especificar el nombre de la empresa de premezclado, la clasificación de los equipos, la marca, el volumen, y el cumplimiento de la NTC 3318 – Producción de concreto.
- Certificados de calibraciones de todos los instrumentos utilizados en la producción del concreto.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

- Resultados de resistencia a la flexión, a la compresión, a la tracción indirecta y módulo de elasticidad que dieron lugar al diseño de la mezcla, con lo descrito en el numeral 800.3.1.
- Correlación entre la resistencia a la flexión y a la compresión en cilindros, y entre la resistencia a la flexión y a la tracción indirecta, según el numeral 800.3.1.6. De ser aplicable la correlación entre resistencia a la compresión en cilindros y núcleos.
- La manejabilidad del concreto, conforme a lo requerido en el numeral 800.3.1.7.
- Definición de la ventana de corte según numeral 800.3.1.9.
- Determinar la velocidad máxima de evaporación permitida para el concreto diseñado, según el numeral 800.3.1.10.

800.3.3 Definición de la fórmula de trabajo

La fórmula de trabajo, aplicable solamente para los concretos mezclados en obra, consiste en definir la siguiente información, para el diseño de mezcla óptimo:

- Proporciones en que deben mezclarse los agregados disponibles y la granulometría de los agregados combinados.
- Franja de tolerancia donde es válida la fórmula, la cual es distinta a la banda granulométrica.
- Las dosificaciones en masa de material cementante, agregados, agua y eventuales aditivos y fibras por metro cúbico (m³) de concreto fresco.
- Relación agua / material cementante.
- Tipo y marca del material cementante.
- Equipo y procedimiento utilizado para la fabricación de la mezcla de concreto.

800.3.4 Informe de sustentación de la fórmula de trabajo

Realizadas las evaluaciones específicas, el Contratista de Obra debe presentar anexo al informe de diseño de la fórmula de trabajo, el informe de sustentación de la fórmula de trabajo, en el cual sustenta la mezcla que pretende colocar en la obra. En el que se debe incluir:

- Informe de la fase experimental de laboratorio.
- Resultados de ensayos realizados a la mezcla definitiva del diseño.
- Certificados de calibración de los equipos utilizados en los ensayos durante el diseño de la mezcla.
- Definición de la fórmula de trabajo del numeral 800.3.3.

800.3.5 Validez de la fórmula de trabajo

Cada vez que varíe alguno de los siguientes factores, se debe justificar y validar el diseño, por lo que la fórmula de trabajo debe reconsiderarse:

- El tipo, clase, categoría o marca de material cementante.
- El tipo o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino difiere en más de dos décimas (0.2) del presentado en el diseño.
- Granulometría, en tal magnitud que queden por fuera de la franja de tolerancia fijada.
- Resultados de pesos específicos que varíen en más del 20%.
- La naturaleza o proporción de los aditivos.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

- El método de puesta en obra.

800.4 EQUIPO

Todos los equipos empleados deben ser compatibles con los procedimientos de construcción adoptados, y requieren de la aprobación previa del Interventor, teniendo en cuenta que su capacidad y eficiencia se ajusten a los requerimientos de ejecución de los trabajos y cumplimiento de las exigencias de calidad en la respectiva Especificación.

800.4.1 Generalidades

Adicional a los requerimientos dados en la Especificación 102 para los numerales relacionados con equipos, el Contratista de Obra debe dar cumplimiento a los requisitos que de manera taxativa se exigen en esta Especificación.

Se deben emplear equipos modernos que garanticen un adecuado terminado del concreto, con personal capacitado y con las competencias (experiencia según documentos del proyecto, si es el caso) requeridas según las condiciones, necesidades del proyecto y lo definido en el diseño.

800.4.2 Criterios de selección de producción, transporte y extendido del concreto

Para definir el equipo de construcción del pavimento, se deben tener en cuenta todos los aspectos relacionados con la logística de producción, transporte y colocación, y las particularidades del proyecto tales como el perfil de la vía y el espacio disponible. La selección del equipo más adecuado en términos de calidad y rendimiento debe incluir entre otros los siguientes aspectos:

- Perfil especificado para la vía.
- Ancho de calzada.
- Ancho de fundida o colocación.
- Espesor del pavimento.
- Condiciones de construcción
- Rendimiento de construcción.
- Obstáculos para el acondicionamiento y funcionamiento adecuado del equipo

800.4.2.1 Equipos de producción del concreto

El concreto puede fabricarse en una planta de premezclado de concreto hidráulico capaz de manejar, simultáneamente, el número de fracciones de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada. Si el concreto es producido en obra, debe emplearse mezcladora estacionaria o autohormigonera de mínimo 1m³ y máximo 3m³ de capacidad para su fabricación. La selección del equipo es absoluta responsabilidad del Contratista de Obra, garantizando el cabal cumplimiento de los requisitos de calidad, rendimiento y uniformidad de la mezcla establecidos en esta Especificación.

La planta de fabricación del concreto debe efectuar una mezcla regular e íntima de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme, dentro de las tolerancias establecidas en el diseño. Se debe cumplir con lo establecido en la NTC 3318.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.4.2.2 Equipos de transporte de concreto hidráulico

El transporte del concreto a la obra se debe realizar en vehículos transportadores o agitadores, según lo establecido en la NTC 3318, puede emplearse volqueta si los requerimientos del diseño de mezcla de concreto así lo establecen. Deben ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

800.4.2.3 Equipos de extendido y compactación

El concreto se debe extender y compactar por los medios apropiados para garantizar la homogeneidad de la mezcla colocada, evitando la segregación, la aparición de vacíos y logrando alcanzar la densidad adecuada y el contenido de aire especificado. La colocación puede realizarse mediante extendido en formaletas fijas o extendido con formaletas deslizantes. La definición del equipo de extendido o colocación depende de muchos factores, entre los cuales están los siguientes:

- El tipo de concreto.
- Proceso constructivo.
- Rendimiento de colocación esperado.
- Espesor y ancho de las losas de concreto.
- Ancho de extensión.
- Requerimientos de planicidad.
- Restricciones impuestas por los planes de manejo de tráfico.
- Espacio disponible para trabajar sin interrupción.
- Espacio disponible para desplazar el equipo durante la pavimentación.

En general, el extendido con formaletas fijas sólo se recomienda para vías con tránsitos intermedios o bajos (categoría de tránsito T1 y T2), o para secciones especiales en vías de alto tráfico tales como intercambiadores, remates, áreas pequeñas y similares. Para vías con tránsitos altos (categoría de tránsito T3) se debe realizar el extendido con formaletas deslizantes, siempre y cuando la zona de trabajo lo permita.

El concreto debe ser extendido, enrasado y compactado por uno o más equipos, que garanticen la distribución uniforme y sin segregación; y cuando sea el caso compactado uniformemente, de forma que se obtenga la sección requerida con un mínimo de trabajo manual. El número y la capacidad de los equipos debe ser tal que se obtenga la calidad, el espesor, la configuración del pavimento y el rendimiento requerido de acuerdo con el diseño y cronograma del proyecto.

Los documentos técnicos del proyecto pueden establecer requisitos específicos para los equipos de extensión y colocación del concreto.

800.4.2.4 Formaletas fijas

Las formaletas o moldes deben ser metálicos, rígidos, rectos, sin torceduras, con bordes formando ángulos rectos y de altura mínima igual al espesor de la losa; deben tener secciones de no menos de 3 m de largo, es necesario que la formaleta tenga un peralte igual al espesor del concreto, y un ancho de base igual o mayor que el 80% del espesor de diseño del pavimento y no menor de 20 cm. La

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

formaleta debe tener un sistema de aseguramiento a la base de manera que una vez colocados sean capaces de resistir:

- La presión del concreto colocado entre las formaletas,
- Las deformaciones inducidas por la temperatura,
- La vibración del equipo de extendido y compactación.

La formaleta debe resistir estos esfuerzos sin movimientos visibles, garantizando su planicidad. Para curvas de radio menor que 30 m, se deben utilizar formaletas flexibles o formaletas curvas que tengan el mismo radio de la curva por construir.

Las uniones entre secciones de formaleta deben garantizar que no exista un desplazamiento vertical diferencial entre dos secciones contiguas y que al paso del equipo de extendido y compactación no se deformen los extremos de las secciones de formaleta.

Todas las formaletas deben tener los orificios precisos para la colocación de las barras indicadas en los planos del proyecto.

El borde superior de la formaleta no puede variar más de 3 mm en 3 m de largo con respecto a un plano verdadero. Las formaletas de madera pueden ser utilizadas en casos especiales, con autorización del Interventor.

El Contratista de obra debe contar siempre con el mínimo de formaletas disponibles para la jornada de trabajo, según el cronograma de ejecución.

800.4.2.5 Reglas y rodillos vibratorios

Estos equipos se deben utilizar para extender y compactar el concreto cuando se construya con formaletas fijas. Estos equipos se desplazan sobre las formaletas fijas y producen simultáneamente compactación y nivelación de la superficie del pavimento; deben tener el peso adecuado y contar con los sistemas de vibración en apropiado estado de funcionamiento.

Para lograr la compactación adecuada del concreto es indispensable añadir vibración interna por medio de vibradores de agujas. En todos los casos, el equipo de vibración debe garantizar una densificación uniforme en profundidad y en planta; el número, espaciamiento y frecuencia de los vibradores deben ser los necesarios para obtener un concreto homogéneo y denso, que cumpla con las recomendaciones de la norma ACI-309 relacionadas con la compactación del concreto.

El Contratista de Obra debe proveer un sistema electrónico o mecánico para verificar las características de operación de los vibradores, las cuales deben ser controladas al menos 2 veces al día o cuando lo solicite el Interventor.

800.4.2.6 Equipo de formaletas deslizantes

Este equipo de colocación debe consistir en una máquina autopropulsada con formaletas integradas a la misma, diseñada específicamente para la construcción de pavimentos de concreto, que pueda

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

realizar las labores de extensión, compactación y nivelación en una sola pasada. Este equipo debe contar con:

- Sensores electrónicos para controlar el alineamiento y el nivel en cualquiera de los dos lados de la máquina.
- Tornillo sinfín que distribuya el concreto en todo lo ancho y en la cantidad suficiente al frente del equipo de formaleta deslizante.
- Vibradores, para vibrar el concreto en todo el ancho y profundidad de la franja de pavimento que se extiende. El número, espaciamiento y frecuencia de los vibradores deben ser los necesarios para obtener un concreto homogéneo y denso, que cumpla con las recomendaciones de la norma ACI-309 relacionadas con la consolidación del concreto.
- Un control automático de detención en todos los elementos del sistema de vibración en caso de detención del avance de la máquina.

Este equipo puede tener también la capacidad de insertar las barras de amarre para las juntas longitudinales en forma automática.

Se debe establecer el requerimiento para la frecuencia de vibración adecuada, en función de tamaño de agregado del concreto.

El Contratista de Obra debe proveer un sistema electrónico o mecánico para verificar las características de operación de los vibradores, las cuales deben ser controladas al menos 2 veces al día o cuando lo solicite el Interventor.

800.4.3 Herramientas y elementos de acabado

800.4.3.1 Flotador o enrasador

Esta herramienta manual de acabado superficial debe tener en una superficie metálica, lisa y rígida, provista de un mango largo articulado, que al ser rotado acciona un mecanismo de elevación, que le permite el deslizamiento planeando sobre la superficie del concreto. La longitud debe ser de 3 m y su ancho de 150 mm; para áreas pequeñas, la longitud se puede reducir a 1.5 m. Debe tener sus bordes ligeramente curvos y chaflanados evitando que se hunda en el concreto dejando surcos, su sección transversal tiene forma de canal.

800.4.3.2 Tela de fique o de yute para microtexturizado

Debe ser tejido de fibra vegetal de fique o de yute que se pasa en sentido longitudinal a la vía luego de haber realizado el allanado. La tela no debe tener costuras internas que dejen marcas indeseables en la superficie del pavimento.

800.4.3.3 Cepillo de texturizado

Esta herramienta consta de un cuerpo principal en forma de rastrillo o peine, que debe medir aproximadamente 0.80 m de largo, con dientes metálicos flexibles y un mango. El peine metálico debe ser utilizado para dejar una textura estriada transversal en la superficie del concreto. En algunos casos,

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

éste puede ir montado sobre una máquina que sigue a la máquina de extendido a una distancia determinada por la consistencia del concreto.

Los dientes del peine deben tener un ancho de cerda de $3 \text{ mm} \pm 1 \text{ mm}$ y una separación entre cerdas de $20 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$. La huella que se deja en el concreto debe estar entre 3 y 6 mm de profundidad. Los dientes deben colocarse aproximadamente a 45° evitando así que éstos saquen los agregados a la superficie.

800.4.4 Equipos para curado

En el caso de membranas de curado o de curado por humedad, su aplicación debe realizarse por medio de irrigadores mecánicos a presión o aspersores manuales que garanticen la perfecta aplicación continua y uniforme del producto, conforme a la recomendación del fabricante.

El equipo aspersor debe estar en capacidad de mantener el producto en suspensión y se tiene un dispositivo que permita controlar la cantidad aplicada de la membrana.

800.4.5 Equipos de corte

Para el corte de las juntas se deben usar equipos con disco de diamante o de algún otro elemento abrasivo que permita obtener resultados equivalentes; la calidad de los equipos y discos, así como la idoneidad del personal que los opera, debe garantizar que la labor se desarrolle sin generar desportillamientos o agrietamientos en las zonas de corte.

Se requieren discos de diferentes diámetros y anchos para realizar los cortes iniciales y el ensanche de estos. Los equipos pueden ser de discos sencillos o múltiples. El Contratista de Obra debe contar con los equipos suficientes para realizar la totalidad de cortes en la edad establecida en la ventana de corte, para lo cual debe contar como mínimo con un equipo adicional en caso de daño.

800.4.6 Equipos de lavado, secado y sellado de juntas

Todo el equipo necesario para la adecuada ejecución de este trabajo debe estar en excelentes condiciones; debe ser el recomendado por el fabricante del sello y aprobado por el Interventor antes de iniciar las labores correspondientes.

800.4.6.1 Bombas de agua de bajo consumo y alta presión

El Contratista de Obra debe garantizar la adecuada limpieza de la cavidad de corte. Para ello, debe proponer, para aprobación del Interventor, los equipos y metodologías más apropiados, dentro de las posibles restricciones ambientales que puedan existir.

Para el correcto lavado de las juntas se pueden utilizar bombas de agua de bajo consumo y de alta presión. La presión debe ser mínimo de 10 MPa.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.4.6.2 Compresores de aire

El Contratista de Obra debe garantizar el adecuado secado de la cavidad de corte. Para ello, debe proponer, para aprobación del Interventor, los equipos y metodologías más apropiados, dentro de las posibles restricciones ambientales que puedan existir.

Para el correcto secado de las juntas se pueden utilizar compresores de aire, de 1 MPa y 70 L/s de caudal.

800.4.6.3 Equipos de colocación de sello

Para la colocación del sello se pueden utilizar pistolas de calafateo o bombas para canecas con el producto sellante.

Debe cumplir con las recomendaciones del proveedor del material de sello, pueden ser bombas de extrusión con la suficiente capacidad para inyectar el volumen requerido de material de sellado hasta la profundidad adecuada, deben estar equipadas con una boquilla cuya forma, ajuste dentro de las fisuras o juntas, y con la cual se pueda formar una cama de ancho y profundidad uniforme entre las caras de estas.

Según el tipo de material a emplear, puede ser necesario contar con un equipo para mantener los sellantes líquidos con la viscosidad adecuada de colocación para garantizar la adherencia en las caras de la fisura que se quiere sellar, ruteadora (si es necesario) y aplicador del sellante. Si el sellante utilizado es líquido y no necesita dispositivos de calentamiento el Contratista de Obra debe presentar el equipo y protocolo de utilización para la aprobación por el Interventor.

De ser necesario, se debe contar con equipos y/o herramientas para garantizar la adecuada inserción del cordón de respaldo, con profundidad y ancho según la junta.

800.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

800.5.1 Tramo experimental

El tramo experimental es aplicable en las condiciones dadas en la Tabla 102.1 de la Especificación 102. Adicional a los requerimientos dados en la Especificación 102 para los numerales relacionados con tramo experimental, el Contratista de Obra, el Interventor y el Supervisor deben dar cumplimiento a los requisitos que de manera taxativa se exigen en esta Especificación.

La fase de experimentación sirve para:

- Verificar que los medios de vibración disponibles son capaces de compactar adecuadamente el concreto en todo el espesor del pavimento.
- Verificar que se cumplen las limitaciones de regularidad establecidas por las especificaciones del proyecto.
- Validar las correlaciones cuando sea el caso
- Verificar/ Validar que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado. El Interventor debe verificar el cumplimiento de la velocidad máxima de evaporación establecida en

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

el diseño. La efectividad de los productos de curado debe demostrarse mediante ensayos al inicio de la colocación del concreto, donde además se verifique la dosificación del producto.

- Verificar que los tiempos dados en la ventana de corte para la realización de las juntas, sea el tiempo adecuado para evitar el desmoronamiento del concreto fresco en edad temprana, pero lo suficientemente pronto para evitar posibles agrietamientos por corte tardío.
- Verificar que los equipos de corte permitan obtener la profundidad adecuada de la junta.
- Verificar que el grado de transferencia de carga sea el establecido en los documentos del proyecto.
- Verificar que el proceso de micro y macrotexturizado se desarrolla adecuadamente.

Dentro del tramo de experimentación se deben realizar los demás controles de calidad determinados en el numeral 800.6, adicional a los especiales requeridos en el presente numeral.

Finalizado el proceso de construcción del tramo, el especialista de Geotecnia y/o pavimentos, realiza un concepto técnico, sobre la viabilidad del uso del concreto hidráulico y los procedimientos constructivos utilizados en el tramo.

800.5.1.1 Verificación de la correlación

Durante el tramo experimental se debe ensayar una serie de probetas con el propósito de verificar la correlación presentada en el diseño. Una serie de probetas corresponde a la toma de dieciocho (18) y 9 (nueve) viguetas, para ser ensayados así:

- A compresión tres (3) cilindros a siete (7) días, tres (3) a catorce (14) días y tres (3) a veintiocho (28) días.
- A tracción indirecta tres (3) cilindros a siete (7) días, tres (3) a catorce (14) días y tres (3) a veintiocho (28) días.
- A flexión tres (3) viguetas a (7) días y tres (3) a catorce (14) y tres (3) a veintiocho (28) días.

Adicional, se deben extraer seis (6) núcleos de 10 cm de diámetro para ser ensayados a compresión: dos (2) a siete (7) días, dos (2) a catorce (14) días y dos (2) a veintiocho (28) días, para establecer la correlación entre los resultados de compresión de cilindros tomados y la compresión de los núcleos extraídos; entre los resultados de tracción indirecta de cilindros tomados y la compresión de los núcleos extraídos; y el resultado de flexión de viguetas tomadas y la compresión de núcleos extraídos.

La distancia entre núcleos debe ser de mínimo siete metros (7m) del más próximo en sentido longitudinal y estar separado más de quinientos milímetros (500 mm) de cualquier junta o borde, cumpliendo lo establecido en la NTC 3658.

En caso de ser un concreto diseñado a una edad diferente a los 28 días, se debe realizar la serie de ensayos para las edades propuestas por el diseñador.

Si los resultados de la correlación tienen una desviación respecto a la establecida en el diseño mayor a un 2%, se debe tomar como correlación aplicable la obtenida en el tramo experimental.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.5.2 Preparación de la superficie existente

El concreto hidráulico no se debe extender hasta que el Interventor verifique y valide que la superficie sobre la cual se va a colocar cumpla con los requerimientos de la Especificación del material correspondiente, además de tener la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la Especificación de la unidad de obra correspondiente se deben corregir de acuerdo con lo establecido en ella.

Cuando se emplee el método de construcción con formaletas fijas, previo al vaciado y una vez colocadas las formaletas, el Contratista de Obra debe tomar secciones topográficas en las que muestre la homogeneidad de la capa de apoyo y la adecuada ubicación de las formaletas, que permita garantizar el espesor de diseño.

En el caso de formaletas deslizantes, el Contratista de Obra debe realizar una revisión detallada de los controles topográficos antes de proceder al vaciado.

En ningún caso el Interventor debe permitir que existan valores de desnivel que causen reducciones en el espesor con respecto al espesor de diseño.

Antes de verter el concreto, se debe saturar la superficie de apoyo de las losas sin que se presenten charcos o, si el proyecto lo contempla, se debe utilizar membranas para la separación del pavimento. El traslapeo se debe hacer teniendo en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

En todos los casos, se prohíbe circular sobre la superficie preparada, salvo las personas y equipos indispensables para la ejecución del pavimento.

Para el caso de superficies que sean ajustadas por incumplir los niveles mediante fresado o mediante herramientas manuales, el Interventor debe inspeccionar que no queden materiales sueltos y que el ajuste de la superficie sea el más uniforme posible.

800.5.3 Elaboración de la mezcla

El presente numeral es aplicable solo para el concreto mezclado en obra.

800.5.3.1 Manejo y almacenamiento de los agregados pétreos

El Interventor debe inspeccionar que el método de manejo y almacenamiento empleado por el Contratista de obra no cause segregación, degradación, mezcla de distintos tamaños o contaminación con el suelo u otros materiales.

La cantidad de los agregados almacenados al iniciar las obras debe ser suficiente para quince (15) días de trabajo, y ser abastecidos con la periodicidad necesaria para no entorpecer el rendimiento de la obra.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.5.3.2 Transporte y almacenamiento del cemento

Se deben cumplir las disposiciones de los numerales 230.3.1 y 230.3.2 de la Especificación 230.

800.5.3.3 Almacenamiento de aditivos

Los aditivos se deben proteger convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se deben almacenar bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se deben en recipientes estancos.

800.5.3.4 Dosificación del concreto

La dosificación se debe realizar en básculas móviles perfectamente calibradas.

En la fórmula de trabajo, las dosificaciones de los agregados se establecen en peso de materiales secos y del agua, debe tenerse en cuenta la humedad y absorción de los agregados para ajustar los pesos a introducir en la mezcla. En el momento de su dosificación, los agregados deben tener una humedad suficientemente baja para que no se produzca un escurrimiento visible de agua. El cemento a granel debe ser pesado en una báscula independiente de la utilizada para dosificar los agregados.

Los aditivos en polvo se miden en peso y los aditivos líquidos o en pasta, se miden en peso o en volumen, con una precisión de tres por ciento ($\pm 3\%$) de la cantidad especificada.

800.5.3.5 Mezcla de los componentes

Los componentes de la mezcla se deben añadir en la mezcladora de acuerdo con el procedimiento definido en la fórmula de trabajo.

Los aditivos en forma líquida o en pasta se deben añadir al agua antes de su introducción en la mezcladora. Los aditivos en polvo se deben añadir en la mezcla junto con el cemento o los agregados, excepto cuando el aditivo contenga cloruro de calcio, en cuyo caso se añade en seco, mezclado con los agregados, pero nunca en contacto con el cemento; no obstante, en este último caso se prefiere agregarlo en forma de disolución. Los materiales deben mezclarse durante el tiempo necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin segregación.

Cuando la mezcla se realice en mezcladora de tambor giratorio, su velocidad debe ser superior a cuatro revoluciones por minuto (4 rpm); en el caso de mezcladores abiertos, la velocidad de funcionamiento de las paletas debe ser entre cuatro y dieciséis revoluciones por minuto (4-16 rpm). Cuando la mezcladora deje de emplearse por un lapso superior a treinta (30) minutos, se debe limpiar completamente antes de volverla a usar. Así mismo, se debe limpiar perfectamente antes de comenzar la fabricación de concretos con un tipo nuevo de cemento.

800.5.4 Transporte del concreto

El transporte entre la planta y la obra se debe efectuar de la manera más rápida posible; el lapso transcurrido entre la finalización de la fabricación de la mezcla y su colocación en la obra no debe

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

exceder el establecido el diseño de la mezcla, salvo casos en los cuales el Interventor autorice y el Contratista de Obra demuestre en forma satisfactoria que los aditivos utilizados en la mezcla permiten un tiempo de transporte mayor sin detrimento en la calidad del concreto.

En caso en que exceda los tiempos indicados para el transporte en el diseño, la carga debe ser rechazada a menos que el Interventor autorice su colocación.

Adicionalmente, se debe verificar la temperatura de salida de planta y de llegada a la obra, de tal manera que ninguna de estas supere los 30 °C.

800.5.5 Colocación de formaletas fijas

La colocación de las formaletas debe realizarse con suficiente tiempo de anticipación a la colocación del concreto, para ser inspeccionadas y validadas por el Interventor.

Cada elemento de la formaleta debe tener una longitud de por lo menos tres metros (3 m) y debe ser fijado a la base a distancias no mayores de un metro (1 m). La rigidez vertical y transversal debe ser suficiente para que, bajo el peso de los equipos cargados, no se produzca ninguna deflexión perjudicial, que dañe a su vez, el concreto fresco.

El alineamiento de las formaletas tanto en planta como en perfil debe ser correcto para garantizar el nivel y espesor del concreto. Además, en ningún punto, se debe observar una flecha superior a tres milímetros (3 mm) bajo una regla de tres metros (3 m), puesta sobre el riel de las formaletas. Toda desviación en exceso se debe corregir inmediatamente.

Antes de colocar el concreto el Interventor debe:

- Inspeccionar que el Contratista de Obra disponga una longitud mínima de formaleta para garantizar al menos una jornada de trabajo. Ésta debe cumplir con las condiciones de alineamiento y colocación exigidas en esta Especificación.
- Verificar que la distancia entre la superficie de la capa de soporte y el nivel superior de la formaleta se encuentre a una distancia igual o mayor al espesor de diseño.
- Inspeccionar que el Contratista de Obra aplique producto antiadherente aprobado por el Interventor, que no genere manchas en el concreto, y que no presente riesgos inflamables. Se sugieren emulsiones a base de agua y aceites, en todas las superficies de las formaletas que van a estar en contacto con el concreto fresco, con el fin de facilitar el retiro de la formaleta y evitar desportillamientos.

El ajuste de espesores por cualquier motivo se debe hacer con elementos específicos adecuadamente soldados. No se permite el uso de elementos de madera para realizar los ajustes indicados. Las formaletas deben ser limpiadas y preparadas con el producto antiadherente después de cada uso.

El retiro de las formaletas se puede realizar cuando el concreto tenga la resistencia suficiente para soportar los esfuerzos ocasionados por esta labor, a partir de los resultados obtenidos en el ensayo de maduración, y cuando a criterio del Contratista de Obra estén descartados los riesgos de daño en las losas de concreto (mínimo 16 horas).

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.5.6 Colocación elementos guía para pavimentadoras de formaletas deslizantes

Para la ubicación en el sitio de las estacas de soporte de los hilos de guía, el Contratista de Obra debe verificar lo siguiente:

- La línea de ubicación en el terreno de las estacas
- La distancia entre las estacas y el borde de fundida de las losas de concreto.
- El espaciamiento entre estacas el cual debe ser máximo de diez metros (10 m). Se recomienda que los soportes de las estacas coincidan con las juntas transversales de contracción.
- La cota exacta de referencia por estaca

Para la colocación del hilo de guía para el control del avance de la máquina de colocación, se debe verificar que ninguna estaca se mueva.

El Contratista de Obra debe colocar y nivelar las estacas y el hilo guía, en el sitio al menos veinticuatro (24) horas antes del paso de la máquina, para verificar con la ayuda de un hilo transversal a la vía, la distancia entre el hilo guía y la superficie de la base y de esa manera, controlar previamente el espesor de la losa de concreto que se debe construir. De igual manera, el Interventor debe inspeccionar las estacas y el hilo guía, previo a la colocación del concreto para aprobar su colocación.

En caso de curvas con radio inferior a quinientos metros (500 m) o en los cambios de pendiente, las estacas deben estar más cerca (del orden de 5 metros) para lograr una transición menos fuerte.

800.5.7 Colocación de los pasadores o barras pasajuntas

Inmediatamente antes de su instalación, los pasadores deben ser recubiertos en toda su longitud con material lubricante, previamente aprobado por el Interventor, para que impida efectivamente la adherencia del acero con el concreto; el recubrimiento debe ser colocado de manera que se forme una película de lubricación delgada y uniforme, sin que se presenten acumulaciones.

Los pasadores deben ser instalados de la siguiente manera:

- Deben quedar a la mitad del espesor de la losa de concreto
- El pasador debe quedar exactamente en el medio de la junta, con la mitad de su longitud en cada losa.
- Todos los pasadores deben estar paralelos entre sí y paralelos al eje de la calzada, en la ubicación que se tenga prevista para la junta transversal, de acuerdo con lo que establezcan los planos del proyecto.
- Cada pasador debe quedar al interior de cada losa por lo menos entre quince centímetros (15 cm) y veinte centímetros (20 cm).
- Se deben tener en cuenta las tolerancias en giro y en longitud en la ubicación final de cada pasador.
- Se debe dejar una referencia precisa que defina dicha posición a la hora de completar la junta.

En el caso de finalización de la jornada de trabajo, en que los pasadores queden expuestos en la mitad de su longitud, no es permitido en ningún que sean doblados.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.5.7.1 Sistemas de colocación de pasadores o barras pasajuntas

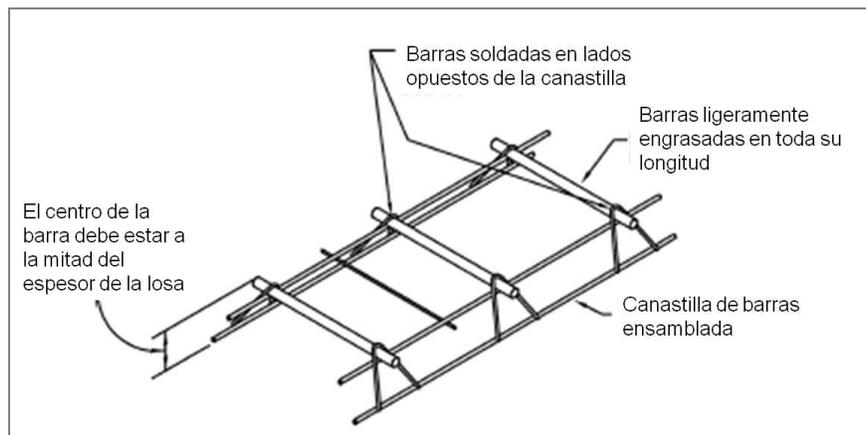
Para la colocación de los pasadores se pueden utilizar los siguientes procedimientos. El procedimiento seleccionado por el Contratista de Obra debe ser aprobado previamente por el Interventor, y en ningún caso se permite la inserción manual de las barras pasajuntas por encima de la superficie del concreto recién colocado y compactado.

800.5.7.1.1 Canastilla de barras pasajuntas

En este caso, se pueden colocar las barras pasajuntas previamente al vaciado del concreto mediante canastas metálicas de sujeción, suficientemente sólidas y con uniones soldadas que se fijan a la base de un modo firme.

Las barras se deben soldar en la canastilla en forma alternada, de acuerdo con la Ilustración 800. 1.

Ilustración 800. 1
Esquema de colocación de canastillas de barras pasajuntas



Adaptado de ACI 360 – Design of slabs on grade

Las canastas de sujeción deben conservar los pasadores en la posición correcta, durante la colocación y acabado del concreto, mas no deben impedir el movimiento longitudinal de los mismos.

Los diseños de las canastillas pueden variar entre sí, pero en cualquier caso deben garantizar la correcta ubicación de las barras pasajuntas en las juntas del pavimento construido.

A modo de ilustración, se presenta un modelo de configuración de una canastilla (Ilustración 800. 2 y Ilustración 800. 3).

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Ilustración 800. 2
Canastas pasajuntas en juntas transversales de contracción – Vista en planta

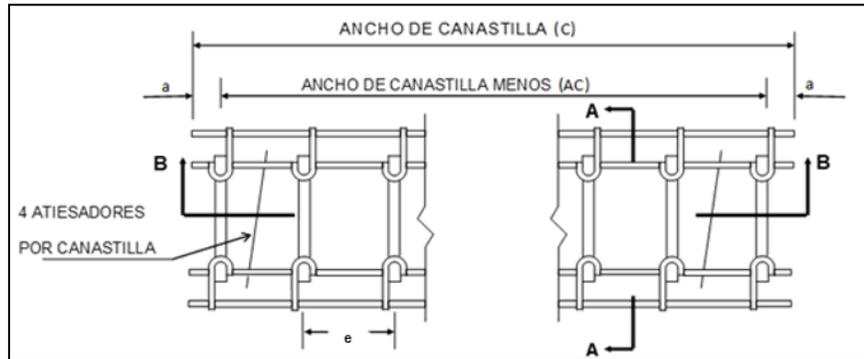
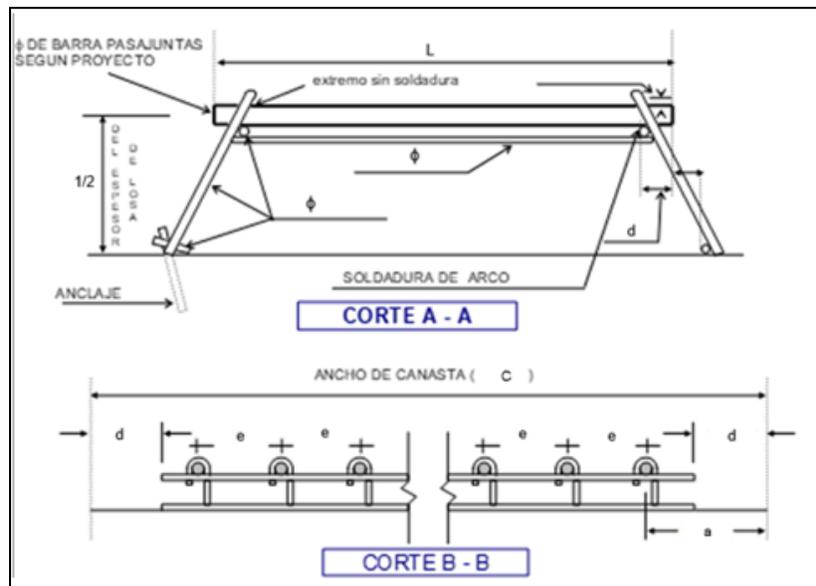


Ilustración 800. 3
Canastas pasajuntas en juntas transversales de contracción



800.5.7.1.2 Insertador automático de barras

Los pasadores o barras pasajuntas también pueden ser instalados mediante la utilización del equipo automático de inserción de barras, que hace parte integral de la pavimentadora de formaleta deslizante.

800.5.8 Colocación de barras de amarre

Cuando el proyecto contemple la colocación de varillas de amarre o unión, éstas se deben instalar en forma perpendicular al eje de la vía, con la separación mostrada en los planos. Deben quedar a mitad del espesor de la losa y en forma paralela a la superficie del pavimento, con la mitad de su longitud en cada losa.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Quando la pavimentación se realice entre formaletas fijas, las varillas se insertan dentro de las formaletas, de manera que una mitad de ellas penetre dentro de la franja de concreto recién colocada.

Si la obra se realiza con pavimentadora de formaletas deslizantes, las varillas se introducen manualmente en la mitad del espesor del pavimento fresco, a las separaciones previstas en los planos del proyecto.

800.5.8.1 Sistemas de colocación de barras de amarre

Para la colocación de las barras de amarre se pueden utilizar los siguientes procedimientos. El procedimiento seleccionado debe ser aprobado previamente por el Interventor.

800.5.8.1.1 Colocación manual de barras de amarre

Durante la colocación y compactación del concreto se pueden insertar manualmente las barras de amarre por los orificios ubicados en las formaletas, utilizando soportes y apoyos en los extremos de las barras para evitar la caída de la barra.

800.5.8.1.2 Canastilla de barras de amarre

En los casos en que se vaya a vaciar concreto para varios carriles en una sola pasada, se pueden colocar las barras de amarre mediante la utilización de canastillas metálicas de sujeción, suficientemente sólidas y con uniones soldadas que se fijan a la base de un modo firme. Las canastas de sujeción deben conservar las barras en la posición correcta, como se indica en el diseño.

Los diseños de las canastillas pueden variar entre sí, pero en cualquier caso deben garantizar la correcta ubicación de las barras de amarre en las juntas del pavimento construido.

800.5.8.1.3 Insertador automático lateral de barras de amarre

Las barras de amarre también pueden ser instalados mediante la utilización de un equipo automático de inserción lateral de barras, que hace parte integral de la pavimentadora de formaleta deslizante.

800.5.9 Colocación de armaduras para refuerzo de las losas

En los pavimentos de tipo armado con juntas, las armaduras, deben estar libres de suciedad y óxido no adherente, y se deben colocar en los sitios y forma establecidos en los planos, sujetándolas de ser preciso, para impedir todo movimiento durante la colocación del concreto; las armaduras se interrumpen a cien milímetros (100 mm) de las juntas.

Es indispensable que la armadura se coloque paralela a la superficie del pavimento, por lo que las mallas se deben suministrar en forma individual y plana para cada losa y no en rollos. Las varillas transversales deben ir debajo de las longitudinales y el recubrimiento de éstas debe quedar especificado en el diseño.

Las armaduras para el refuerzo de las losas deben ser instaladas previo a la colocación del concreto, y en ningún caso se permite su inserción posterior.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

En caso del uso de barras de amarre, la armadura no debe ser instalada en la mitad del espesor de la losa, para evitar su traslapo, el diseñador debe presentar el plano de perfil donde se indique la altura de ubicación de la armadura, que debe ser inspeccionada por el Interventor previo a la colocación del concreto.

800.5.10 Colocación del concreto

A menos de que el Interventor indique algo diferente, para categoría de tránsito T3 se debe colocar el concreto con formaletas deslizantes.

Antes de vaciar el concreto, la superficie de apoyo se debe encontrar preparada conforme a lo descrito en el numeral 800.5.2. La máxima caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte en el momento de la descarga debe ser de un metro veinte (1,2 m), procurando que ello ocurra lo más cerca posible del lugar definitivo de colocación, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

El concreto se debe colocar, vibrar y acabar antes de que transcurra el tiempo de manejabilidad definido en el diseño de la mezcla. Sin embargo, el Interventor puede autorizar un aumento de este plazo si ocurren condiciones favorables de humedad y temperatura, o si se adoptan precauciones para retardar el fraguado del concreto o la evaporación temprana del agua en el concreto, como las barreras de viento.

Cuando la puesta en obra se realice entre formaletas fijas, el concreto se distribuye uniformemente y una vez extendido se compacta por vibración y enrasa con elementos adecuados, con el objetivo de obtener una superficie uniforme, lisa y libre de irregularidades, marcas y porosidades; se utilizan para tal fin reglas o rodillos vibratorios. Se deben emplear adicionalmente vibradores de aguja, dos (2) como mínimo en cada vaciado, teniendo especial cuidado con la densificación de los bordes de la placa. El Contratista de Obra debe tener equipos de vibrado de reserva, para prever un posible daño de estos.

Cuando la puesta en obra se realice con equipos de formaletas deslizantes, el equipo se debe operar en forma continua y coordinada con el suministro de la mezcla, de manera que se eviten detenciones o cambios de velocidad en lo posible. La descarga del concreto debe ser de manera homogénea y uniforme de tal manera que el vehículo transportador, por un tornillo doble sin fin, o por una plancha distribuidora, distribuya el concreto en toda la sección transversal. La máquina debe conducirse de manera que la pasta no se escurra nunca por delante del concreto suministrado durante el proceso, para evitar en toda la segregación del concreto y pérdida de material.

En caso de pérdida de continuidad de descarga, se debe proteger el frente del pavimento con telas de fique húmedas. Si el lapso de interrupción supera el del tiempo de manejabilidad establecido en el diseño, se dispone una junta transversal de construcción siguiendo lo establecido en el numeral 800.5.18, de tal manera que se garantice la capacidad mecánica de la losa, y no induzca grietas transmisoras sobre las calzadas contiguas.

Para áreas irregulares o aisladas, se pueden emplear métodos manuales de colocación y compactación, aprobados por el Interventor, siempre garantizando el terminado y compactación adecuados, de acuerdo con los requisitos de esta Especificación.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

El Contratista de Obra debe ajustar los métodos y equipos de colocación y compactación si se llega a observar segregación o vacíos en el concreto.

800.5.11 Acabado superficial

Después de la extensión y compactación del concreto, éste debe ser sometido a un proceso de acabado para lograr una superficie plana y ajustada a las cotas del proyecto, dentro de las tolerancias permitidas.

El acabado de pavimentos construidos entre formaletas fijas puede realizarse por medio de herramientas manuales, como el flotador o enrasador. También puede utilizarse equipos de terminado que se deslicen sobre las formaletas fijas. La disposición y movimiento del elemento enrasador deben ser los adecuados para eliminar las irregularidades superficiales y obtener el perfil, sin superar las tolerancias establecidas.

El acabado de pavimentos construidos con pavimentadoras de formaletas deslizantes debe ser en lo posible efectuado por la misma máquina pavimentadora, la cual debe disponer de los elementos y mecanismos necesarios para ello, sin embargo, también se pueden utilizar herramientas manuales.

El procedimiento que se debe seguir para el acabado superficial es el siguiente:

800.5.11.1 Flotado y/o allanado

Se debe realizar inmediatamente terminada la compactación, mediante herramientas manuales de acabado superficial, que deben tener una superficie metálica, lisa y rígida, provista de un mango largo articulado, que al ser rotado acciona un mecanismo de elevación, que le permite el deslizamiento planeando sobre la superficie del concreto. La longitud debe ser del orden de tres metros (3 m) y su ancho de ciento cincuenta milímetros (150 mm); para áreas pequeñas, la longitud se puede reducir a un metro o metro y medio (1.5 m). Debe tener sus bordes ligeramente curvos y chaflanados evitando que se hunda en el concreto dejando surcos, su sección transversal tiene forma de canal.

El sentido de desplazamiento de la flota canal o llana es transversal, traslapando las pasadas para garantizar una mejor horizontalidad y uniformidad de la superficie.

El giro de la flota canal se debe realizar preferiblemente sobre la formaleta, para evitar deformaciones en la superficie del concreto. En el caso de la colocación del concreto con una pavimentadora de formaleta deslizante, no se puede llevar la flota o llana hasta el borde, ya que puede ocasionar la caída del borde la losa.

800.5.11.2 Rebordeo de las juntas longitudinales

Esta actividad se utiliza para demarcar y definir claramente las juntas longitudinales del pavimento y evitar el fenómeno del doble corte.

Se utilizan llanas con bordes ligeramente curvos en uno de los extremos. Esta labor no debe generar una superficie diferencial con el resto del pavimento, por lo que se debe realizar antes de la microtextura y la macrotextura, pero, en cualquier caso, debe quedar totalmente demarcada la junta longitudinal.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.5.12 Textura superficial

Después de comprobar el acabado superficial y hacer las correcciones necesarias y cuando el brillo producido por el agua haya desaparecido, se le debe dar al pavimento la textura superficial adecuada para garantizar la resistencia al deslizamiento requerida.

Esta labor consiste en lo siguiente:

800.5.12.1 Microtextura

La microtextura se realiza con un costal de fique o yute de fibra vegetal que se pasa en sentido longitudinal a la vía luego de haber realizado el flotado y/o allanado. La tela no debe tener costuras internas que dejen marcas indeseables en la superficie del pavimento, ni debe tener ningún tipo de material que contamine o manche la superficie del pavimento.

El costal debe estar humedecido y se debe pasar después de que el concreto haya exudado. Si después de haber pasado el costal, el concreto exuda nuevamente, se debe pasar el costal de nuevo.

800.5.12.2 Macrotextura

Esta actividad se realiza con un cepillo de cerdas metálicas, con el fin de dejar una textura estriada transversal en la superficie del concreto. El cepillo y su utilización deben tener las siguientes características:

- Debe medir aproximadamente ochenta centímetros (0.80 m) de largo.
- Las cerdas deben ser metálicas y flexibles.
- Ancho de cada cerda de tres milímetros más o menos un milímetro (3 mm \pm 1 mm).
- Separación entre cerdas de veinte milímetros más o menos dos milímetros (20 mm \pm 2 mm).
- La herramienta debe estar conectada a un mango que tenga la longitud adecuada para pasar la herramienta en sentido transversal de fundida del pavimento, sin necesidad de hacer traslapos en el cepillado.

La macrotextura debe quedar con las siguientes características:

- El ángulo de inclinación de las cerdas con relación a la superficie del pavimento debe ser aproximadamente de cuarenta y cinco grados (45°), con el fin de evitar que las cerdas arañen el concreto y expulsen la pasta y los agregados de la superficie.
- La huella que se deja en el concreto debe ser mayor a 3 milímetros (3 mm) de profundidad.
- El cepillado de una sección transversal se debe hacer en una sola pasada.
- Las huellas dejadas por el cepillo deben ser paralelas a las juntas transversales.
- En las curvas se debe mantener el cepillado paralelo a las juntas transversales, pero se deben hacer los ajustes del cepillado en los centros de las losas, mediante el uso de plásticos o lonas que impidan el traslapo entre pasadas del cepillo.
- El cepillado transversal que se realiza de manera manual, siempre se debe realizar halando el mango y el cepillo hacia el operador. Para proyectos con categoría de tránsito T3 es recomendable el uso de máquinas de texturizado.
- En algunos casos, el cepillo de macrotextura puede ir montado sobre una máquina automática que sigue a la máquina de extendido a una distancia determinada por la consistencia del concreto.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Acciones correctivas al cepillado:

- Si el cepillo se pasa de manera prematura o se altera por la presencia de agua de exudación en la superficie del concreto, se debe volver a realizar los procesos de flotado y microtextura y esperar el momento adecuado para pasar el cepillo.
- Si el cepillo se pasa de manera tardía y no se imprime la textura adecuada en la superficie. El Contratista de Obra debe realizar el cepillado mediante el uso de equipos de corte de uno o varios discos, que garanticen un cepillado que cumpla con las características exigidas, una vez el resultado de resistencia a la flexión supere el 85% de la resistencia de diseño.

800.5.13 Protección del concreto fresco

Durante el tiempo de colocación y fraguado, el concreto debe ser protegido contra el lavado por lluvia, la insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja, tomando todas las medidas necesarias para evitar su exudación.

En épocas lluviosas el Contratista de Obra coloca materiales impermeables sobre el concreto fresco o cubiertas, hasta que adquiera la resistencia suficiente para que el acabado superficial no sea afectado por la lluvia. Si no se realiza esta protección y las losas sufren lavado por tal efecto, se debe someter la superficie a ranurado transversal mecánico, a costa del Contratista de Obra, garantizando que no exista una reducción en el espesor de diseño, en ese caso se rechaza el concreto fresco lavado.

Durante el período de protección, el cual depende del tipo de concreto colocado, que en general no debe ser inferior a tres (3) días a partir de la colocación del concreto, debe estar prohibido todo tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para el corte de las juntas cuando se empleen cortadoras.

En caso de que la tasa de evaporación supere la máxima establecida en el diseño o sea mayor a 1 kg/m²/h, se deben utilizar aditivos retardadores de evaporación.

800.5.14 Curado del concreto

Es responsabilidad del Contratista de Obra aplicar la metodología de curado presentada en el diseño, así como implementar los cambios, tanto en sistemas como en equipos de curado, en caso de que los resultados en algún momento dejen de ser satisfactorios.

800.5.14.1 Curado con productos químicos que forman película impermeable

Cuando el curado se realice con productos químicos, se deben aplicar una vez concluidas las labores de texturizado superficial.

El producto de curado que se emplee debe cumplir las especificaciones dadas por el fabricante, y el Interventor debe inspeccionar que la dosificación de estos productos se hace siguiendo las instrucciones y cantidad de este. Su aplicación se lleva a cabo con equipos que aseguren su aspersion como un rocío fino, de forma continua y uniforme.

En general, esta operación debe efectuarse aplicando en la superficie una membrana de curado en una proporción en litros por metro cuadrado (l/m²) de acuerdo con la especificación del producto a usar

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

la cual debe ser aprobada por el Interventor, para obtener un espesor uniforme de aproximadamente un milímetro (1 mm), de tal manera que la membrana impermeable sea consistente de color claro e impida la evaporación del agua que contiene la mezcla del concreto fresco.

Cuando las juntas se realicen por aserrado, se aplica el producto de curado sobre las paredes de ellas. Se verifica con el fabricante o proveedor del sello lo referente a la adherencia del material.

No se permite el empleo de productos que ataquen o decoloren el concreto.

También se aplica sobre áreas en las que, por cualquier circunstancia, la película se haya estropeado durante el período de curado, excepto en las proximidades de las juntas cuando ellas ya hayan sido selladas.

El producto utilizado no debe permanecer viscoso y debe estar seco al tacto antes de transcurridas doce horas (12 h) desde su aplicación.

800.5.14.2 Curado por humedad

El curado debe hacerse inmediatamente después de acabado el texturizado superficial. El curado del concreto se debe realizar en todas las superficies libres, incluyendo los flancos de las losas, por un período no inferior a siete (7) días para curado por humedad, y de ser posible, se debe prolongar hasta diez (10) días.

Cuando se opte por este sistema de curado, la superficie del pavimento se cubre con telas de fique o algodón, arena u otros productos de alto poder de retención de humedad, una vez que el concreto haya alcanzado la suficiente resistencia para que no se vea afectado el acabado superficial del pavimento.

Los materiales utilizados en el curado se mantienen saturados todo el tiempo que dure el curado. El agua utilizada en el curado debe cumplir lo especificado en el numeral 800.2.3.

800.5.14.3 Curado mediante membranas de polietileno o de papel

Cuando se adopte este método de curado, las membranas, se colocan cuando la superficie de concreto tenga la suficiente resistencia para que el pavimento no se vea afectado en su acabado. Durante el intervalo transcurrido mientras esto sucede, se aplica agua en forma de rocío para mantener la superficie húmeda.

Se debe asegurar la permanencia de las membranas durante todo el período previsto de curado, teniendo en cuenta traslapar las fajas al menos doscientos milímetros (200 mm) y asegurando con pesos los bordes y traslapos para impedir el levantamiento de las membranas por acción del viento. No se permiten membranas de color negro.

800.5.15 Retiro de formaletas

Cuando el pavimento se construya entre formaletas fijas, el retiro de éstas se efectúa luego de transcurridas mínimo dieciséis (16) horas a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Interventor puede aumentar o reducir el tiempo, en función de la resistencia alcanzada por el concreto, del aspecto de los bordes del pavimento y de acuerdo con el diseño.

Durante el retiro de las formaletas no se deben dañar o alterar los elementos de la estructura, tales como barras de amarre, barras pasajuntas o generar movimientos que ocasionen el desportillamiento de los bordes del pavimento.

En caso de presentarse un desportillamiento del pavimento en el retiro de la formaleta, el Contratista de Obra debe corregir con un mortero de reparación de resistencia mayor a la del concreto diseñado, sin costo adicional para el IDU.

800.5.16 Corte de las juntas de dilatación

Una vez se alcance el tiempo definido en el diseño como ventana de corte, el Contratista de Obra debe iniciar el corte de juntas transversales y longitudinales con discos de corte para concreto.

Inicialmente debe trazarse sobre el pavimento y de acuerdo con el diseño y la localización de las barras, los ejes topográficos para los cortes, éstos deben ser continuos.

En caso de fundir dos (2) o más carriles, el corte de las juntas debe comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales. El corte puede realizarse de manera total o progresiva, según lo defina el diseñador, es decir se puede realizar un corte inicial de tres milímetros de ancho (3 mm) para una profundidad entre 1/4 y 1/3 del espesor de la losa, y posterior realizar un ensanche de seis milímetros (6 mm) antes de las cuarenta y ocho horas (48 h) de colocación del sello; o se puede realizar un corte total de seis milímetros (6 mm). Es recomendable para las juntas longitudinales realizar un solo corte de seis milímetros (6 mm).

Es importante tener en cuenta que la junta tenga un factor de forma (ancho/profundidad) adecuado que evite la pérdida de adherencia del sellante con las paredes de la junta, a menos que el Interventor indique algo diferente, el factor de forma debe ser menor a 1.

El Contratista de Obra debe determinar la cantidad de recursos necesarios, para realizar la totalidad de cortes de junta en el tiempo establecido en la ventana de corte.

El Interventor debe inspeccionar que los discos de corte sean reemplazados con la periodicidad necesaria para garantizar la calidad del corte de la junta.

800.5.17 Preparación de las juntas

Pasadas cuarenta y ocho horas (48h) posteriores al corte final, los excesos de cemento, lechadas, componente curador y otros materiales deben ser completamente removidos de la junta con chorro de agua a presión de diez megapascuales (10 MPa). Cuando finalice la limpieza la junta debe ser soplada con un compresor de aire, de un megapascal (1 MPa) de presión y setenta litros por segundo (70 l/s) de caudal.

Los compresores de aire deben estar equipados con unas trampas adecuadas capaces de remover toda el agua y grasa presente en la junta.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Las ranuras aserradas y limpias deben inspeccionarse para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad especificada y que se haya removido toda materia extraña.

Hasta el momento de sellado de las juntas, éstas se protegen obligatoriamente con elementos sintéticos de sección en T, con el objeto de evitar la introducción de elementos extraños y los daños en los bordes. Las alas de la T deben apoyarse en la parte superior de la losa.

800.5.18 Ejecución de las juntas de construcción

Las juntas transversales de construcción se disponen al final de la jornada de trabajo o cuando se presente una interrupción que haga temer el comienzo del fraguado. En general, se hacen coincidir estas juntas con una de contracción o de dilatación y, de no ser así, se disponen de una junta de construcción entre 1/3 y los 2/3 de la longitud efectiva de la losa. Si las losas resultantes quedan con una relación largo/ancho (L/B) diferente al permisible para pavimentos sin refuerzo, las losas se refuerzan. Así mismo, se hace indispensable reforzar las losas adyacentes para evitar la aparición de fisuras en ellas por reflejo de esta junta no prevista; si las losas adyacentes ya están fundidas y no tienen refuerzo, no se permite la ejecución de la junta de construcción en un sitio diferente al previsto, y el concreto colocado en forma parcial en la losa, debe ser removido.

800.5.19 Sellado de las juntas

El sistema de sellado de juntas para pavimentos de concreto hidráulico debe garantizar la hermeticidad del espacio sellado, la adherencia del sello a las caras de la junta, la resistencia a la fatiga por tracción y compresión, el arrastre por las llantas de los vehículos, la resistencia a la acción del agua, los solventes, los rayos ultravioletas, la acción de la gravedad y el calor, con materiales estables y elásticos.

Se espera que la vida útil del sellante sea al menos de cinco (5) años.

800.5.19.1 Tiempo de Aplicación

Las juntas deben ser selladas según las recomendaciones dadas por el fabricante del sello, nunca antes del tiempo en que se haya alcanzado el ochenta por ciento (80%) la resistencia, antes de que el pavimento sea abierto al tránsito, incluyendo tránsito de construcción. En el momento de la aplicación del componente de sello, la temperatura debe estar por encima de cinco grados centígrados (5 °C), a menos que la ficha técnica del producto indique algo diferente, y el clima no debe estar lluvioso. El sello se debe realizar preferiblemente en las horas del día (ya que el delta de temperatura es más bajo), cuando la junta esté en el intermedio de su movimiento esperado. En caso de requerirse aplicar el material de sello antes de la edad especificada, se deben utilizar imprimantes que creen una barrera de vapor y garanticen una total adherencia del material sellante a los bordes o labios de la junta. Para garantizar esta adherencia el Contratista de Obra debe demostrar al Interventor que existe una adecuada adhesión entre el sello y las paredes de la junta, mediante pruebas de falla adhesiva cohesiva in situ.

800.5.19.2 Instalación del Sello

Previamente al vaciado del material de sello, se coloca una tirilla de respaldo presionándola dentro de la junta con un instalador adecuado de rueda de un material que no genere ningún corte sobre la

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

superficie de la tirilla de respaldo, de manera que quede colocada a la profundidad requerida. La tirilla de respaldo debe estar seca y libre de cualquier material que impida la adherencia con el material de sello, y no debe ser estirada ni torcida durante la operación de colocación; durante la jornada de trabajo, se debe limitar la colocación de la tirilla de respaldo a las juntas que puedan ser selladas en el día.

Antes de sellar las juntas el Contratista de Obra debe demostrar que el equipo y los procedimientos para preparar, mezclar y colocar el sello producen un sello de junta satisfactorio. El Interventor debe verificar que los procedimientos de instalación propuestos están de acuerdo con las indicaciones del fabricante.

Previa a la iniciación de esta tarea en forma masiva, se ejecutan dos pruebas de instalación en juntas de doscientos metros (200 m) lineales que deben ser aprobadas por el Interventor. Para conservar un buen nivel de productividad y calidad se deben mantener durante el periodo total de la obra, las personas y los equipos de trabajo usados para estas pruebas. Los cambios del personal, materiales o equipos deben ser notificados al Interventor e implican la realización de nuevos tramos de prueba.

Las juntas deben ser verificadas en lo que corresponde a ancho, profundidad, alineamiento y preparación de la superficie de los bordes de junta y el material debe ser aprobado por el Interventor antes que el sello sea aplicado.

Para sellar las juntas se emplean materiales del numeral 800.2.9.1.

Se debe enrasar el sello pasando una herramienta en ambas direcciones para asegurar una aplicación libre de aire. La superficie del sello debe quedar entre tres milímetros (3 mm) y seis milímetros (6 mm) por debajo del borde de la junta.

El sello que no pegue a la superficie de la pared de junta contenga huecos o falle en su tiempo de curado debe ser rechazado y debe ser reemplazado por el Contratista de Obra sin costo adicional.

800.5.20 Apertura al tránsito

Con el fin de evitar que las losas de concreto sufran esfuerzos por aplicación de cargas vehiculares que generen procesos de fisuración o deterioro prematuro, la apertura al tránsito tanto de construcción, como el tránsito temporal o definitivo se debe hacer teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Para el tránsito de construcción, los resultados de resistencia a la flexión del concreto deben ser de mínimo el 80% de la resistencia de diseño.
- Para la apertura al servicio, los resultados de resistencia a la flexión del concreto deben ser de mínimo el 100% de la resistencia de diseño, a menos que el Interventor autorice su apertura cuando se alcance una resistencia del 90%.

800.5.21 Defectos a edades tempranas

De presentarse fisuración en el concreto, el Interventor debe elaborar un informe detallado, que incluya las características del concreto instalado, resultados de ensayos de control, además producto de la inspección de la zona afectada debe incluir el ancho y profundidad de las fisuras. El informe se realiza

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

con propósito de emitir un concepto técnico sobre la severidad del daño y la acción a tomar en el concreto, ya sea la demolición de la zona afectada o la reparación de estas.

Para lo anterior debe tener en cuenta que si se presenta fisuración por retracción cuya profundidad no supere los diez centímetros (10 cm), ésta se puede reparar utilizando los requerimientos de la Especificación 900.

Si a causa de un aserrado prematuro se presentan descascaramientos en las juntas, éstas deben ser reparadas por el Contratista de Obra, a su costa, con un concreto o morteros de reparación morteros de resina, con una resistencia mayor a la de diseño, que sean aplicados y utilizados según la recomendación del fabricante, según las condiciones de la reparación y dependiendo de su tamaño. Antes de la colocación del producto de reparación, la junta debe ser preparada siguiendo los requerimientos de la Especificación 900.

En todos estos casos el Contratista de Obra debe presentar, previamente, un documento con las acciones correctivas, que incluya materiales, dimensiones y procedimientos que se utilizan en la reparación del pavimento, para aprobación del Interventor.

800.5.22 Detalles constructivos

El Contratista de Obra debe incluir detalles constructivos y especificaciones técnicas mínimo para los casos que se presentan a continuación, no debe cohibirse de presentar cualquier detalle que contribuya con la buena ejecución de la obra:

- Losas con formas irregulares.
- Losas con factores de forma por fuera de las recomendaciones de diseño.
- Empates con estructuras fijas o con otros pavimentos de concreto.
- Presencia de estructuras hidráulicas tales como los pozos de inspección, sumideros o empalmes con pavimentos asfálticos, entre otros.

800.5.23 Conservación de la obra ejecutada

El pavimento de concreto hidráulico debe ser mantenido en perfectas condiciones por el Contratista de Obra, hasta el recibo definitivo de los trabajos o hasta que los documentos del contrato lo indiquen.

800.6 CONDICIONES DE ENTREGA PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

800.6.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, el Interventor debe adelantar los siguientes controles principales:

- Inspeccionar el buen estado y correcto funcionamiento de los equipos y herramientas empleados por el Contratista de Obra. El Interventor ordena el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio y de manera comprobada, no permitan la correcta ejecución de los trabajos a que hace referencia esta Especificación.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 800.2 de esta Especificación.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

- Inspeccionar y verificar la correcta aplicación de los lineamientos y recomendaciones establecidos en el diseño.

800.6.2 Calidad de la mezcla producida en obra

800.6.2.1 Controles de producción de agregados

Durante la etapa de producción, se deben examinar las descargas de los diferentes agregados a los acopios y se ordena el retiro de aquellos agregados que, a simple vista, presenten trazas de tierra vegetal, materia orgánica, sustancias deletéreas o tamaños superiores al máximo especificado. También, se deben acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad.

Para garantizar la calidad de los agregados mediante la realización de los ensayos que se relacionan en la Tabla 800.10.

Tabla 800.10
Ensayos de verificación sobre los agregados para pavimentos de concreto hidráulico

Parámetro	Norma de ensayo	Cantidad Ensayos obra realizada		Criterio de aceptación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación Individual
Granulometría	INV E 213-13	1 cada 200 m ²	1 cada 400 m ²	N/A	Tabla 800.11
Módulo de finura	INV E 213-13	1 cada 200 m ²	1 cada 400 m ²	N/A	MFdiseño ± 0,2
Material que pasa el tamiz No 200	INV E 214-13	1 cada 200 m ²	1 cada 400 m ²	N/A	Tabla 800.3
Desgaste Los Ángeles (En seco, 500 revoluciones)	INV E 218-13	1 cada 400 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	Tabla 800.1 Tabla 800.1
Micro Deval	INV E 238-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	
10% de finos	INV E 224-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	
Perdidas en ensayo de solidez a sulfatos	INV E 220-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	Tabla 800.3 y Tabla 800.1
Límite Líquido	INV E 125-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	Tabla 800.3
Índice de Plasticidad	INV E 126-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	
Equivalente de arena	INV E 133-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	
Azul de Metileno	INV E 235-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	
Terrones de arcilla y partículas deleznales	INV E 211-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	Tabla 800.1 y Tabla 800.3
Partículas livianas	INV E 221-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	
Proporción de partículas planas y alargadas	INV E 230-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	Tabla 800.1
Peso Específico y Absorción	INV E 222-13 / INV E 223-13	1 cada 200 m ²	1 cada 400 m ²	N/A	Y diseño ± 20%
Contenido de sulfatos expresado como SO ₄ =	INV E 233-13	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	Tabla 800.1 y Tabla 800.3

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Parámetro	Norma de ensayo	Cantidad Ensayos obra realizada		Criterio de aceptación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación Individual
Potencial de reactividad del agregado	ASTM 1260	1 cada 1600 m ²	1 cada 1600 m ²	N/A	Tabla 800.1 y Tabla 800.3
Análisis petrográfico	ASTM C-295	(Nota 4)	1 cada 1600 m ²	N/A	

Los resultados de los ensayos deben satisfacer todos los requisitos establecidos en la presente Especificación; en caso contrario, la mezcla elaborada con los agregados defectuosos debe ser rechazada y las losas vaciadas con el concreto cuestionado deben ser demolidas y construidas nuevamente a costa del Contratista de Obra.

La curva granulométrica de cada ensayo individual debe ajustarse a la franja de tolerancia. La franja de tolerancia se construye a partir de la granulometría de diseño de la mezcla y los límites fijados en la Tabla 800.11.

Tabla 800.11
Tolerancias Granulométricas

Porcentaje que pasa el Tamiz	Tolerancia en Puntos de % sobre el peso seco de los Agregados
4.75 mm (No.4) y mayores	± 4
2.36 mm (No.8) 1.18 mm (No. 16) 0.600 mm (No. 30) 0.300mm (No. 50) 0.150 mm (No.100)	± 3
0.075 μm (No.200)	± 1

800.6.2.2 Control de calidad del material cementante hidráulico

Se deben aplicar los controles del numeral 230.4 de la Especificación 230.

800.6.2.3 Control de calidad del agua de producción

Se deben determinar los parámetros de control establecidos en la Tabla 800.12 No se puede utilizar aguas servidas bajo ninguna situación.

Tabla 800.12
Ensayos de verificación sobre el agua para pavimentos de concreto hidráulico

Parámetro	Norma de ensayo	Cantidad Ensayos obra realizada		Criterio de aceptación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación Individual
pH, mínimo	ASTM D1293	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	Tabla 800.5 Tabla 800.1
Sulfatos (SO ₄), máximo	ASTM D516	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	
Ión Cloruro Cl-	ASTM D512	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Parámetro	Norma de ensayo	Cantidad Ensayos obra realizada		Criterio de aceptación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación Individual
Sólidos totales por masa	ASTM C1603	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	Tabla 800.5 Tabla 800.1
Resistencia a Compresión, % mínimo de la resistencia de mortero con agua destilada	NTC 220	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	Tabla 800.6
Tiempo de Fraguado, desviación máxima respecto del tiempo de control (horas:minutos)	ASTM C403	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	

800.6.3 Calidad de la mezcla

Para el concreto producido en obra o en planta, deben ser realizados los controles del presente numeral.

800.6.3.1 Manejabilidad

La manejabilidad debe ser controlada para cada carga transportada, para lo cual se debe extraer una muestra en el de llegada la carga a la obra, previa a la colocación del concreto, para someterla al ensayo de asentamiento (NTC 396 – Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto), cuyo resultado debe encontrarse dentro de los límites indicados en el diseño de la mezcla.

- Si el resultado del primer ensayo se encuentra por debajo del límite y por fuera del intervalo especificado en la fórmula de trabajo para la recepción del concreto se deben realizar dos ensayos utilizando concreto del mismo camión. Si los dos ensayos realizados están dentro del intervalo de asentamiento se acepta el concreto; de lo contrario, se debe proceder de la siguiente manera:
 - Se pueden adicionar aditivos aprobados por el proveedor del concreto, siempre y cuando el Contratista de Obra sea el responsable de que dicha adición no afecta las demás propiedades requeridas para el concreto, lo cual se verifica mediante la toma de muestras, para la realización de ensayos buscando verificar el cumplimiento de los requisitos de resistencia dados por el diseñador.
 - De acuerdo con los tiempos de fraguado y temperaturas establecidas en el diseño, si la baja magnitud del asentamiento es originada por un avanzado fraguado del material, el concreto es totalmente rechazado.
- Si se encuentra por encima del límite especificado de diseño, se deben realizar dos ensayos más utilizando concreto del mismo camión. Si los dos ensayos realizados están dentro del intervalo de asentamiento se acepta el concreto; si está por encima del límite especificado, se debe proceder de inmediato a rechazar el concreto.

El ensayo de asentamiento debe ser realizado por el Contratista de Obra, en presencia del Interventor, quien finalmente debe aceptar o rechazar la carga.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO			
INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.6.3.2 Temperatura

La temperatura debe ser controlada para cada carga transportada, tomada a la muestra extraída para el ensayo de consistencia, previa a la colocación del concreto, según la norma NTC 3357, cuyo resultado debe ser menor a 30 °C.

En caso en que exceda la temperatura indicada, la carga debe ser rechazada a menos que el Interventor autorice su colocación.

800.6.3.3 Resistencia de la mezcla

La calidad de la mezcla será evaluada con los ensayos, cantidad y frecuencia establecidos en la Tabla 800.13, según corresponda.

Cada ensayo debe estar compuesto por:

- Seis (6) vigas prismáticas para ensayos de resistencia a flexión, de las cuales se deben fallar tres (3) a siete (7) días y tres (3) a veintiocho (28) días o a la edad especificada en diseño, luego de ser sometidas al curado normalizado.
- Seis (6) cilindros, para ensayos de tracción indirecta o a compresión, de los cuales se deben fallar tres (3) a siete (7) días y tres (3) a veintiocho (28) días o la edad especificada en diseño, luego de ser sometidos al curado normalizado.
- Tres (3) núcleos para ensayos a compresión, para fallar a veintiocho (28) días o la edad especificada en diseño.

Los valores de resistencia a siete (7) días se emplean únicamente para controlar la regularidad de la calidad de la producción del concreto y para dar el tramo al tránsito, mientras que los obtenidos a veintiocho (28) días o edad especificada en diseño, se emplea en la comprobación de la resistencia del concreto para su aceptación.

Tabla 800.13
Controles para calidad de la resistencia de la mezcla

Ensayo	Norma de ensayo	Cantidad y frecuencia de ensayo		Criterio de validación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación Individual
Resistencia a la flexión de viguetas de concreto	NTC 2871	1 cada 200 m ²	1 cada 400 m ²	100% resistencia de diseño	95% resistencia de diseño
Resistencia a la compresión de cilindros de concreto (Nota 1)	NTC 673	1 cada 200 m ²	1 cada 400 m ²	100% resistencia de diseño (Nota 3)	95% resistencia de diseño (Nota 3)
Resistencia a la tracción indirecta (Nota 1)	NTC 722	1 cada 200 m ²	1 cada 400 m ²	100% resistencia de diseño (Nota 3)	95% resistencia de diseño (Nota 3)
Resistencia a la compresión de núcleos extraídos (Nota 2)	NTC 3658	1 cada 200 m ²	1 cada 400 m ²	85% resistencia de diseño	75% resistencia de diseño

(1) Los cilindros tomados para realización del ensayo, deben ser mantenidos en curado hasta que alcancen la edad de diseño, y deben ser ensayados exclusivamente como comprobación de la resistencia por medio de la correlación dada en el diseño, en caso de que la resistencia a la flexión este por debajo de los límites dados en la Tabla 800.13

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

- (2) Los núcleos deben ser extraídos y ensayados, solo en caso en que la resistencia obtenida de la correlación con compresión o tracción indirecta no alcance los criterios de validación dados en la Tabla 800.13.
- (3) La resistencia a la tracción indirecta y compresión de diseño corresponde a la obtenida en la correlación del diseño, ejecutado con los lineamientos del numeral 800.3.1.6.

Para los proyectos con concreto mezclado en planta con categoría de tránsito T1 y T2 que aplique la realización de tramo experimental, una vez validadas las correlaciones presentadas en el diseño, el Interventor puede aprobar la realización de cilindros para evaluar la resistencia a compresión o tracción indirecta, para minimizar las cantidades de concreto en procura de la sostenibilidad. Para los proyectos con categoría de tránsito T3, el Interventor puede aprobar la realización de cilindros para evaluar la resistencia a compresión o tracción indirecta, sin embargo, debe ser necesario seguir tomando vigas con una frecuencia de un ensayo cada 400 m² para el Contratista de Obra y cada 800 m² para el Interventor, para verificar que la correlación se sigue cumpliendo.

Para los proyectos con concreto mezclado en obra y sin tramo experimental, el ensayo de flexión debe realizarse durante toda la ejecución de la obra.

En el caso en que los resultados de flexión en viguetas no satisfagan lo descrito en la Tabla 800.13, pero se cumpla el criterio para el resultado de compresión o tracción indirecta en cilindros de concreto a partir de la correlación, el concreto debe ser aceptado por el Interventor.

El último criterio de aceptación del concreto en caso de no obtener la resistencia a la flexión en viguetas, ni compresión o tracción indirecta en cilindros, es el ensayo de compresión sobre núcleos. En caso de no obtener la resistencia promedio de las muestras requerida en la Tabla 800.13, debe ser rechazado el concreto de los 200 m². Se debe reportar la densidad de los núcleos extraídos según la norma de ensayo ASTM C 642. Los sitios de núcleos extraídos del pavimento de la obra se deben reparar con un mortero de reparación de contracción controlada y que garantice la adherencia, con resistencia mayor a la especificada en el diseño.

800.6.4 Módulo de elasticidad

El módulo de elasticidad debe ser medido con la cantidad y frecuencia dada en la Tabla 800.14, para lo cual cada ensayo debe tener dos (2) a veintiocho (28) días o a la edad de diseño, luego de ser sometidas al curado normalizado.

El resultado del ensayo de módulo de elasticidad de la norma NTC 4025, debe ser reportado al Interventor, el cual no corresponde a un criterio de aceptación o rechazo, a excepción de los casos en los cuales es requerido por los documentos técnicos del proyecto.

Tabla 800.14
Controles para calidad del módulo de elasticidad de la mezcla

Ensayo	Norma de ensayo	Cantidad y frecuencia de ensayo	
		Contratista de Obra	Interventor
Módulo de elasticidad y relación de Poisson	NTC 4025	1 cada 400 m ²	-

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.6.5 Control de calidad del acero

El Contratista de Obra debe presentar certificaciones periódicas de los fabricantes o proveedores de los lotes utilizados en el proyecto, para acero de refuerzo o de pasajuntas, que garanticen la calidad y conveniencia en su utilización. El Contratista de Obra debe verificar la calidad del acero, mediante la realización del ensayo de la norma NTC 2289, para la autorización por parte del Interventor del proyecto.

Adicionalmente se deben realizar los ensayos que se presentan en la Tabla 800.15, previa la colocación del concreto, para aprobación del Interventor.

Tabla 800.15
Ensayos de verificación sobre el acero para pavimentos de concreto hidráulico

Parámetro	Norma de ensayo	Cantidad Ensayos obra realizada		Criterio de aceptación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación Individual
Esfuerzo de fluencia	NTC 3353	1 cada 800 m ²	1 cada 800 m ²	N/A	NTC 2289

800.6.6 Control del producto terminado

La capa terminada debe presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa construida no puede ser menor que la indicada en los planos o la determinada por el Interventor.

800.6.6.1 Compactación

Si el Interventor evidencia que la compactación es deficiente, ya sea por material, ejecución o por equipo, se requiere la ejecución de ensayos de verificación a cargo el Contratista de Obra. Estos ensayos de verificación consisten en la toma de dos (2) núcleos del concreto terminado después de al menos veinticuatro (24) horas de curado, en la zona de sospecha, para la realización de pruebas de densidad en condiciones normales de extracción, según la norma ASTM C-642, en caso de no alcanzar el 97% de la densidad reportada en el diseño o de los cilindros obtenidos del mismo concreto si los hay, el Interventor debe rechazar el concreto donde se evidencia que la compactación es deficiente.

Los testigos extraídos para verificación de la compactación, en caso de ser necesarios, pueden ser utilizados para el control del espesor del numeral 800.6.6.4.

800.6.6.2 Verificación de la planicidad y regularidad superficial

Una vez terminada la colocación del concreto, aún en estado plástico, el Interventor debe comprobar el acabado superficial con una regla de tres metros colocada en cualquier sector de la calzada tanto en sentido transversal como longitudinal, en zonas que no estén afectadas por cambios de pendiente, verificando que las irregularidades no excedan de cinco milímetros (5 mm).

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

En el caso de que se presenten diferencias mayores, el Contratista de Obra debe eliminarlas, ya sea agregando concreto fresco que se vibra y termina del mismo modo que el resto del pavimento, o bien eliminando los excesos con los bordes de la regla de 3 m. Se prohíbe el riego de agua o la extensión de mortero sobre la superficie para facilitar el acabado y corregir irregularidades del pavimento.

La cota de cualquier punto del pavimento curado no debe variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada. De igual manera no deben existir depresiones mayores a cinco milímetros (5 mm), controlados con regla de tres metros (3 m). Las losas que presenten anomalías por encima de los límites especificados deben ser demolidas y los residuos de demolición deben ser transportados a los sitios aprobados para la recepción de ellos, definidos en el Plan de Gestión de Residuos de la Obra, todo a expensas del Contratista de Obra, quien las reemplaza a su costa.

800.6.6.3 Control de Calidad del sellado de juntas

El Contratista de Obra debe garantizar la calidad del sellado, por lo que debe realizar ensayos in situ, en los puntos determinados por el Interventor (muestreo aleatorio), según la norma ASTM C1193 cada 100m.

Se deben tener certificaciones de todos los lotes utilizados y garantizar el factor de forma, la profundidad de la tirilla de respaldo, como buena práctica se recomienda emplear el carrito.

El proyecto debe contemplar un sistema de control como criterio de aceptación de los sellos de junta y todo su proceso constructivo.

El Contratista de Obra debe garantizar el sello para defectos de los materiales e instalación por un periodo mínimo de cinco (5) años.

En caso en que el Interventor no apruebe el sello, el Contratista de Obra debe levantarlo y reemplazado por uno que satisfaga todas las condiciones de calidad de esta Especificación y sea recibido por el Interventor. El costo de todos los materiales, equipos y operaciones requeridos para la corrección de defectos o debe ser asumidos por el Contratista de Obra.

800.6.6.4 Espesor

Luego del fraguado de las losas, el Constructor debe realizar las verificaciones de espesores en los costados de las losas como información de reporte; sin embargo el criterio de aceptación es el determinado sobre los lugares escogidos para realizar la extracción de testigos mediante equipos provistos de brocas rotativas, que permitan determinar espesor medio de la capa terminada (e_m), el cual debe ser igual o superior al porcentaje de aceptación (P_a) respecto al espesor de diseño (e_d).

Los testigos se extraen luego de transcurridos quince (15) días desde la colocación del concreto.

$$e_m \geq P_a \cdot e_d$$

Siendo:

e_m : Espesor promedio de la capa terminada.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

e_d : Espesor de diseño.

P_m : Porcentaje de aceptación para el promedio de las probetas ensayadas.

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (e_i), debe ser igual o superior al porcentaje de resistencia (P_i) respecto al espesor de diseño (e_d) indicado en los documentos del proyecto, admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite.

$$e_i \geq P_i \cdot e_d$$

Siendo:

e_i : Resultado de un ensayo individual.

e_d : Espesor de diseño.

P_i : Porcentaje de aceptación para cada determinación individual.

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del área de obra ejecutada.

El Contratista de Obra y el Interventor deben efectuar las verificaciones mínimas indicadas en la Tabla 800.16.

Tabla 800.16
Ensayo de verificación de espesor en pavimentos de concreto hidráulico

Ensayo	Norma de Ensayo	Cantidad y frecuencia de ensayos por obra realizada		Criterio de aceptación	
		Contratista de Obra	Interventor	Promedio muestras	Determinación individual
Espesor	INV E-418-13	5 cada 800 m ²	2 cada 800 m ²	$\geq 1.00 \cdot e_d$	$\geq 0.90 \cdot e_d$

Los agujeros dejados por los núcleos en el pavimento deben rellenarse a más tardar al día siguiente del corte, con un concreto o mortero de reparación de resistencia superior, que no se contraiga y sea aplicable cada vez que se extraen núcleos; antes de su colocación, se debe aplicar una resina en las paredes del hueco, del tipo V, según la Especificación ASTM C-811.

800.6.6.5 Textura y resistencia al deslizamiento

Como verificación de la textura superficial, el Interventor debe realizar cinco (5) ensayos del círculo de arena (INV E 791-13) cada 200m², al día siguiente de ejecutados los trabajos de esta Especificación, para determinar la profundidad de textura. Los puntos deben ser elegidos aleatoriamente, debiendo obtenerse una profundidad media no menor a ocho décimas de milímetro (0.8 mm), con valores individuales no inferiores a seis décimas de milímetro (0.6 mm). Estas mediciones no se deben hacer donde haya juntas. Además, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (INV E 792-13) debe ser, cuando menos, de cuarenta y cinco centésimas (0.45).

Si no se cumplen estas dos exigencias, se rechaza el tramo hasta que el Contratista de Obra haga las correcciones necesarias para alcanzar los valores indicados, cuya implementación debe ser a su

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

exclusivo costo. En todos los casos la solución que proponga no puede disminuir el espesor de diseño de la losa.

El Interventor puede autorizar la reducción de la frecuencia del ensayo, si a partir de los resultados obtenidos considera que el Contratista de Obra cumple con este requisito.

800.6.6.6 Rugosidad

El índice internacional de rugosidad (IRI) se debe medir de manera continua en toda la longitud de la obra y en cada carril, antes del recibo definitivo de la misma. La determinación se debe realizar únicamente con un equipo de los mostrados a continuación, en tramos de un hectómetro (1 hm).

En general, se pueden utilizar equipos para medir las irregularidades del perfil longitudinal con alto nivel de precisión, según las definiciones de la norma INV E-790, así:

- Equipos de alto rendimiento (de referencia inercial): Entre los cuales se encuentran, los perfilómetros ópticos y los perfilómetros láser. Las mediciones realizadas con este tipo de equipos deben seguir los requerimientos de la ASTM E 950.
- Equipos de bajo rendimiento (portátiles o manuales): Entre los cuales se encuentran, el topográfico (nivel y mira) y los perfilómetros pivotantes. Las mediciones realizadas con este tipo de equipos deben seguir los requerimientos de la ASTM E 1364 y la INV E-814-13, respectivamente.

Si se opta por el equipo de referencia inercial, éste se debe validar previamente con uno manual, en un tramo de prueba de longitud no menor de doscientos metros (200 m).

En esta evaluación se excluyen las interferencias y sus longitudes aferentes, entendiendo por interferencias las alteraciones locales del perfil longitudinal que incrementan el valor del IRI y que no son debidas a defectos constructivos; son afectaciones definidas por diseño geométrico (perfiles, secciones, detalles) y se relacionan principalmente con intersecciones, cruces de vías, puentes y similares. La longitud aferente a cada interferencia que debe ser excluida de la evaluación depende de las características del equipo de medición y de los detalles del diseño geométrico del sitio. Los pozos de alcantarillado, sumideros y estructuras de inspección de las empresas de servicios públicos se deben identificar y no se excluyen de la medida.

El reporte del IRI es obligatorio siguiendo las indicaciones antes expuestas y no es condición de aceptación o rechazo de la actividad de obra, sin embargo, el dato reportado se debe tomar como información para la base de datos y el Interventor debe verificar la calidad de la información reportada por lo menos una vez cada 100 m.

800.6.6.7 Transferencia de cargas en las juntas

Se debe comprobar la transferencia de cargas, tanto en las juntas longitudinales como transversales, siguiendo las indicaciones de los documentos técnicos del proyecto y nunca menor al 70%. En ellos se fijan también los valores mínimos admisibles, la frecuencia de chequeo tanto para el Contratista de Obra como para el Interventor y los procedimientos a seguir en caso de incumplimiento.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

Según la longitud del tramo ejecutado se determina la cantidad de losas sobre las cuales el Contratista de Obra debe realizar el ensayo de transferencia de carga, conforme a lo indicado en la Tabla 800.17.

Tabla 800.17
Controles para transferencia de cargas en las juntas

Longitud del segmento	Numero de losas sobre los que se mide la transferencia de carga
L ≤ 50 m	2
50 m < L ≤ 100 m	4
100 m < L ≤ 150 m	6
150 m < L ≤ 200 m	7
200 m < L ≤ 250 m	8
L ≥ 250 m	8 losas cada 250 m

Si se presentan resultados inferiores al 70% en alguna de las losas medidas, el Contratista de Obra debe realizar las correcciones a su costo, sin que esto genere costos adicionales para el Instituto, bajo la metodología aprobada por el Interventor, sin que esto genere errores en las condiciones de recibo.

800.7 MEDIDA

800.7.1 Pavimento de losas de concreto hidráulico

La unidad de medida del pavimento de losas de concreto hidráulico debe ser el metro cúbico (m³), aproximado al décimo de metro cúbico (0.1 m³), de concreto suministrado, colocado y terminado, debidamente aprobado por el Interventor, de acuerdo con lo exigido en esta Especificación. Cuando el cómputo de la fracción centesimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco centésimas de metro cúbico (≥ 0.05 m³) la aproximación a la décima se realiza por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico (< 0.05 m³) la aproximación se realiza por defecto.

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

800.7.2 Acero de refuerzo

Cuando en el proyecto se establezca la construcción de losas reforzadas, se mide por aparte el acero de refuerzo correspondiente. La unidad de medida debe ser el kilogramo (kg), aproximado al décimo de kilogramo, de acero de refuerzo para losas de pavimento, realmente suministrado y colocado en obra, debidamente aceptado por el Interventor; la medida no incluye el peso de soportes, separadores, silletas o elementos similares utilizados para mantener el refuerzo en su sitio, ni los empalmes adicionales a los indicados en los planos, que sean autorizados por el Interventor para conveniencia del Contratista de Obra. Si se sustituyen barras a solicitud del Contratista de Obra y como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se mide la cantidad adicional.

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

No se mide el acero de enlace o transferencia de las juntas, como pasadores o barras de amarre, cuyo costo debe estar incluido en el precio de pavimento de losas de concreto hidráulico.

800.8 FORMA DE PAGO

800.8.1 Pavimento de losas de concreto hidráulico

El pago por la construcción de losas de pavimento de concreto hidráulico, se debe hacer por metro cúbico (m³) terminado, al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada, de acuerdo, con esta Especificación y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario debe incluir los costos de adquisición del concreto hidráulico, aditivos para mejorar su comportamiento, aceros de las juntas (pasadores, varillas de unión o amarre), elementos para separación del pavimento, elementos o productos de curado, materiales para el sello y el llenado de todas las juntas, además debe incluir los costos de los equipos a utilizar. Todo esto conforme a las disposiciones de esta Especificación.

Dentro de lo anteriormente citado, están implícitas las actividades relacionadas con el acopio, desperdicios, cargues, descargues, mezcla, colocación y acabado de los materiales utilizados, las de realización de juntas, las de conservación de la capa terminada, y en general toda actividad relacionada con la correcta construcción de la capa, conforme a los requerimientos para la ejecución de los trabajos de esta Especificación.

Las actividades para la preparación de la superficie existente se considera cubierta en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no hay lugar a pago separado por este concepto, salvo que dicho ítem no forme parte del mismo Contrato, caso en el cual el Contratista de Obra debe considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del ítem objeto del pago.

800.8.2 Acero de refuerzo

En el caso de losas reforzadas, el pago del refuerzo, se debe hacer por Kilogramo (Kg) de acero instalado, al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada, de acuerdo con esta Especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario debe incluir los costos de adquisición del acero, y de los equipos necesarios para su correcta colocación.

Dentro de lo anteriormente citado están implícitas las actividades relacionadas con el acopio, desperdicios, cargues, descargues, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo, y en general toda actividad relacionada con la correcta colocación del refuerzo, conforme a los requerimientos para la ejecución de los trabajos de esta Especificación.

800.9 ÍTEM DE PAGO

800.9.1 Pavimento de losas de concreto hidráulico de MR Metro cúbico (m³)

CÓDIGO	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN, PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO, PARA BOGOTÁ D.C.	VERSIÓN	
ET-IC-01		4	
Especificación	EMAR	Revisión	
800-18	PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO	1	
PROCESO INNOVACIÓN Y GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO			

800.9.2	Pavimento de losas de concreto hidráulico de MR fast track	Metro cúbico (m ³)
800.9.3	Pavimento de losas de concreto hidráulico de MR acelerado a ... días	Metro cúbico (m ³)
800.9.4	Pavimento de losas de concreto hidráulico f'c 21 MPa para espacio público.	Metro cúbico (m ³)
800.9.5	Acero de Refuerzo para losas de concreto hidráulico	Kilogramo (Kg)