

Especificaciones  
IDU · ET · 2005

# ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN

para Proyectos de Infraestructura Vial  
y de Espacio Público en Bogotá D.C.



ALCALDIA MAYOR  
BOGOTÁ D.C.

Instituto  
DESARROLLO URBANO

**Obras**  
*¡Son amores!*



**Bogotá** *sin indiferencia*



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTA D.C.

Instituto  
Desarrollo Urbano

Directora General  
**HELENA MARGARITA  
CARDONA URIBE**

Subdirección General Técnica  
**DIEGO SANCHEZ FONSECA**

Dirección Técnica de Planeación  
**CLAUDIA CARRIZOSA RICAURTE**

Subdirección Técnica de Desarrollo de la  
Organización  
**IVAN EDUARDO LOPEZ SALGADO**

Grupo de Investigación  
y Desarrollo Tecnológico

**David González Herrera**  
**Neimar Castaño Peláez**  
**Carlos Yidi Villarreal**  
**Pedro Rojas Romero**  
**Alberto López Arango**



**Sociedad  
Colombiana  
de Ingenieros**

Presidente  
**ALFONSO ORDUZ DUARTE**

Vicepresidente  
**SANTIAGO HENAO PEREZ**

Director Ejecutivo  
**DANIEL RODRIGUEZ VELASCO**

Director Equipo de Trabajo  
**Hernando Monroy Valencia**

Equipo de Trabajo  
**Fernando Estrada Sánchez**  
**Luis Fernando Cano Gómez**  
**Bernardo Caicedo Hormaza**  
**Fernando Sánchez Sabogal**  
**Ricardo De La Espriella**

Coordinación Edición Final  
**Francisco A. Duarte Páez**

**VERSIÓN 1.0 ABRIL DE 2006**

Página Web  
[www.idu.gov.co](http://www.idu.gov.co)  
Página Intranet [http // Intranet / Manuales /  
Especificaciones IDU-ET-2005 versión 1.0](http://Intranet/Manuales/Especificaciones%20IDU-ET-2005%20versi%C3%B3n%201.0)

**Bogotá** *sin indiferencia*

RESOLUCIÓN NÚMERO

1959 18 MAYO 2006 2006

Hoja No. 1 de 4 "Por la cual se adopta el Manual denominado "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C. - IDU ET 2005" del Instituto de Desarrollo Urbano - IDU"

**LA DIRECTORA GENERAL DEL INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO DE BOGOTÁ D.C.**, en ejercicio de sus facultades legales y en especial las señaladas en el numeral 1º del Artículo 17 del Acuerdo 19 de 1972 del Concejo Distrital, y

#### CONSIDERANDO

Que el Acuerdo 19 de 1972 creó y reglamentó el funcionamiento del Instituto de Desarrollo Urbano como un establecimiento público descentralizado encargado de la ejecución de la infraestructura física para la movilidad.

Que en desarrollo de lo anterior, le corresponde al Instituto de Desarrollo Urbano señalar los requisitos técnicos que deben cumplir los procesos de concepción del sector vial en sus dos modalidades: geométrica y estructura de pavimento.

Que en el artículo 1º del decreto distrital 759 del 4 de septiembre de 1998, se estipula, que el mantenimiento, rehabilitación, reparación, reconstrucción, pavimentación de zonas de espacio público destinadas a la movilidad, tales como: vías, puentes vehiculares y peatonales, zonas verdes, zonas peatonales, andenes, monumentos públicos, separadores viales y obras complementarias, estarán a cargo del Instituto de Desarrollo Urbano.

Que el parágrafo único del artículo 140 del decreto distrital 619 de 2000 "Por el cual se revisa el Plan de Ordenamiento Territorial de Bogotá D.C.", establece que el Instituto de Desarrollo Urbano, deberá llevar a cabo los estudios técnicos para la construcción y mantenimiento de las vías que conforman cada uno de los subsistemas y sus relaciones.

Que el numeral 4 del artículo 199 del decreto distrital 469 del 23 de diciembre de 2003 "Por el cual se revisa el Plan de Ordenamiento Territorial para Bogotá, D. C.", establece que el IDU deberá elaborar un plan de administración, mantenimiento, dotación y preservación de alamedas, paseos peatonales, separadores, andenes, puentes, enlaces y zonas de control ambiental.

Que dentro de la misión institucional del IDU se incluye la construcción de la infraestructura física necesaria para los siguientes sistemas generales definidos en el decreto distrital 469 de 2003: Sistema de movilidad (subsistemas vial, de transporte, de regulación y control del tráfico y vial peatonal) y sistema de espacio público construido: parques y espacios peatonales.

Que es necesario establecer especificaciones de materiales y construcción que señalen los requerimientos técnicos que deben cumplir los procesos de concepción, materiales, construcción, mantenimiento, rehabilitación, recuperación, adecuación y control de las obras relacionadas con el Sector Vial Urbano de Bogotá D.C. y sus actividades complementarias.

RESOLUCIÓN NÚMERO

1959 18 MAYO 2006 2006

Hoja No. 2 de 4 "Por la cual se adopta el Manual denominado "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C. - IDU ET 2005" del Instituto de Desarrollo Urbano - IDU"

Que el IDU mediante la resolución N° 2934 del 09 de abril de 2003, adoptó el Reglamento Técnico para la ejecución de obras en el Sector Vial del Distrito Capital, norma RSV-2002, y estableció los requisitos técnicos que deben cumplir los procesos de concesión, diseño, construcción, mantenimiento, rehabilitación, recuperación, adecuación y control de las obras relacionadas con el Sector Vial Urbano de Bogotá D.C., y sus actividades complementarias.

Que el IDU expidió la resolución N° 5037 del 11 de julio de 2003, "Por la cual se creó el Comité de Investigación y Desarrollo Tecnológico para la Infraestructura Física ejecutada por el Instituto de Desarrollo Urbano - IDU".

Que el IDU mediante la resolución N° 12053 del 24 de noviembre de 2003, modificó la resolución N° 2934 del 09 de abril de 2003 y se actualizaron las funciones de la Junta Técnica Asesora del Reglamento Técnico para la ejecución de obras en el Sector Vial del Distrito Capital, Norma RSV-2002.

Que al instalarse la Junta Técnica Asesora como un organismo activo de la Investigación y Desarrollo Tecnológico del Instituto de Desarrollo Urbano, se direccionan de manera efectiva los lineamientos técnicos vigentes para llevar a cabo el procedimiento de revisión, modificación y actualización del Reglamento Técnico para la ejecución de obras en el sector vial del Distrito Capital, reglamento RSV-2002.

Que el IDU con la resolución N° 6976 del 11 de junio de 2004, "Por la cual adopta el Reglamento de la Junta Técnica Asesora del Reglamento IDU 2002 y se modifican las resoluciones 2934 del 9 de abril de 2003 y 12053 del 24 de noviembre de 2003", resolvió cambiar la denominación del Reglamento Técnico así: "Reglamento IDU 2002".

Que el IDU mediante resolución N° 10767 del 14 septiembre de 2004, decidió suspender la aplicación de la resolución N° 2934 del 9 de abril de 2003, mediante la cual se adoptó el "Reglamento IDU 2002", en razón a que era necesario aplicar normas actualizadas en cuanto algunas especificaciones relacionadas con los materiales, diseños y procesos constructivos.

Que mediante la citada resolución N° 10767 del 14 de septiembre de 2004, se estableció que de forma temporal las ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS del Instituto Nacional de Vías - Resolución INVIAS N° 2662 del 27 de junio de 2002 serían las Especificaciones a cumplir en los Términos de referencia de Estudios y Diseños y en los Pliegos de Condiciones de Obras Civiles de Construcción, Mantenimiento y Rehabilitación entre tanto, el IDU no disponga de un documento Interno de Especificaciones Generales de Materiales y Construcción.

Que la necesidad de ajustar el "Reglamento IDU 2002", para la ejecución de obras en el sector vial de Bogotá D.C., esta ligada con la posibilidad de actualizar algunas especificaciones relacionadas con los materiales, diseño y procesos constructivos, atendiendo a la dinámica propia de la ingeniería vial.

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

RESOLUCIÓN NÚMERO 1959 18 MAYO 2006 2006

Foja No. 3 de 4 Por la cual se adopta el Manual denominado "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C. - IDU ET 2005" del Instituto de Desarrollo Urbano - IDU

Que el Instituto de Desarrollo Urbano suscribió el Convenio de Cooperación N° 40 de 2004, con la Sociedad Colombiana de Ingenieros cuyo objeto consistió en "Aunar esfuerzos entre las partes con el fin de adelantar las actividades tendientes a efectuar una actualización y ajuste del Reglamento Técnico IDU para ejecutar obras viales en Bogotá, conforme a las Especificaciones relacionadas con materiales y construcción, actualizado con el estado del arte en el tema, aplicable directamente a nuestra realidad productiva y acorde con la dinámica de la ingeniería vial".

Que dichas Especificaciones constituyen una herramienta fundamental para el logro de los fines y propósitos que persigue el Instituto de Desarrollo Urbano, los cuales no son otros que el bienestar de la comunidad, a través de la construcción de obras de infraestructura que cumplan altos niveles de calidad y que garanticen su adecuada conservación y uso.

Que en mérito de lo expuesto,

#### RESUELVE

**ARTÍCULO PRIMERO.** Adoptar el Manual denominado "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ, D.C. - IDU ET 2005", el cual forma parte integral del presente acto administrativo el cual está conformado por trescientos treinta y cinco (335) folios.

**ARTÍCULO SEGUNDO.** Las modificaciones y/o actualizaciones del Documento "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ, D.C. - IDU ET 2005", son responsabilidad del Comité de Investigación y Desarrollo aprobado por el Subdirector General Técnico y se adoptarán por medio de resolución de la Dirección General.

**ARTÍCULO TERCERO.** En los términos de referencia de estudios y diseños, y en los pliegos de condiciones de obras civiles de construcción, mantenimiento y rehabilitación que se estructuren a partir del 1 de Junio de 2006, deberán acogerse las "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ, D.C. - IDU ET 2005". Los términos de referencia de estudios y diseño y los pliegos de condiciones de obras civiles de construcción, mantenimiento y rehabilitación, que con anterioridad a esta fecha hayan citado las Especificaciones Técnicas 2005, deberán tenerlas en cuenta. Los procesos que se encuentran en la fase final de estudios, diseños y construcción con la Especificación del INVÍAS 2002, continuarán con estas Especificaciones.

RESOLUCIÓN NÚMERO

1959 18 MAYO 2006 2006

Hoja No. 4 de 4 "Por la cual se adopta el Manual denominado "ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D.C. - IDU ET 2005" del Instituto de Desarrollo Urbano - IDU"

**ARTÍCULO CUARTO.** La presente resolución rige a partir de la fecha de su expedición y deroga las disposiciones que le sean contrarias.

Dada en Bogotá D.C., a los

COMUNIQUESE, PUBLÍQUESE Y CÚMPLASE

18 MAYO 2006



HELENA MARGARITA CARDONA URIBE  
Directora General

Elaboró: Elizabeth Gersy Zamora, Profesional Especializado 222-04.  
Martha Mariana Sosa Hernández, Profesional Especializado 222-04.  
Revisó: Iván Eduardo López Salgado, Subdirector Técnico de Desarrollo de la Organización.  
Cecilia Caraboa Ricaurte, Directora Técnica de Planeación.  
Silvia Herrera Camargo, Directora Técnica Legal.  
Aprobó: Diego Sánchez Fariñas, Subdirector General Técnico.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

---

Instituto  
Desarrollo Urbano

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN  
PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO  
EN BOGOTÁ D.C.

# Especificaciones IDU-ET-2005

VERSIÓN FINAL

BOGOTÁ, D.C., ABRIL DE 2006

# Hoja de Control del Manual

Versión Manual	Fecha de Oficialización	Sección Modificada	Descripción de la Modificación	Versión sección	Nº Folios	Total Folios Modificados	Total Folios Manual
1	18-mayo-2006						

Firma \_\_\_\_\_

Iván E. López Salgado  
Subdirector Técnico de Desarrollo de la Organización  
Revisó

Firma \_\_\_\_\_

Claudia Carrizosa Ricaurte  
Directora Técnica de Planeación  
Validó

Firma \_\_\_\_\_

Diego Sánchez Fonseca  
Subdirector General Técnico  
Aprobó

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y  
CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE  
ESPACIO PÚBLICO  
EN BOGOTÁ D.C.**

## **Especificaciones IDU-ET-2005**

**CONVENIO DE COOPERACIÓN Nº 040 DEL 2004 CELEBRADO ENTRE EL  
INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO - IDU Y  
LA SOCIEDAD COLOMBIANA DE INGENIEROS**

### **ÍNDICE ESPECIFICACIONES ELABORADAS**

#### ***Capítulo 1: Aspectos Generales***

Sección 100-05: Alcance y Ámbito de Aplicación  
 Sección 101-05: Términos y Definiciones  
 Sección 102-05: Documentos de Referencia y Consulta  
 Sección 103-05: Seguridad y Salud  
 Sección 104-05: Aspectos Ambientales  
 Sección 105-05: Responsabilidades Especiales del Constructor  
 Sección 106-05: Supervisión  
 Sección 107-05: Desarrollo de los Trabajos  
 Sección 108-05: Valoración de la Obra Ejecutada

#### ***Capítulo 2: Materiales Básicos***

Sección 200-05: Cemento Asfáltico  
 Sección 202-05: Cemento Asfáltico Modificado con Polímeros  
 Sección 210-05: Emulsión Asfáltica  
 Sección 212-05: Emulsión Asfáltica Modificada con Polímeros  
 Sección 220-05: Asfalto Líquido para Riegos de Imprimación

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### ***Capítulo 3: Excavaciones y Rellenos***

- Sección 310-05: Excavaciones para Conformación de la Subrasante
- Sección 320-05: Rellenos para Conformación de la Subrasante
- Sección 330-05: Separación de Suelos de Subrasante y Capas Granulares con Geotextil
- Sección 332-05: Refuerzo de Subrasante y Capas Granulares con Geotextil

### ***Capítulo 4: Subbases y Bases***

- Sección 400-05: Capas Granulares de Base y Subbase
- Sección 420-05: Capas de Material Granular Estabilizado con Cemento
- Sección 440-05: Capas de Material Granular Estabilizado con Emulsión Asfáltica
- Sección 450-05: Reciclaje de Pavimento Asfáltico en el Sitio con Emulsión Asfáltica o con Asfalto Espumado
- Sección 454-05: Reciclaje de Pavimento Asfáltico en el Sitio con Cemento Pórtland

### ***Capítulo 5: Revestimientos Asfálticos***

- Sección 500-05: Imprimación
- Sección 502-05: Riego de Liga
- Sección 504-05: Riego de Curado
- Sección 510-05: Mezclas Asfálticas en Caliente Densas, Semidensas y Gruesas
- Sección 520-05: Microaglomerado en Caliente
- Sección 530-05: Lechadas Asfálticas
- Sección 540-05: Fresado de Pavimentos Asfálticos

### ***Capítulo 6: Pavimentos de Concreto Hidráulico***

- Sección 600-05: Pavimento de Losas de Concreto Hidráulico

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## PROLOGO

El presente documento, que se denomina “ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO EN BOGOTÁ D. E. - IDU-ET-2005”, es el resultado del Convenio Interadministrativo 040/2004, suscrito el 28 de Diciembre de 2004 entre el Instituto de Desarrollo Urbano y la Sociedad Colombiana de Ingenieros, cuyo objeto consistió en *“Aunar esfuerzos entre las partes con el fin de adelantar las actividades tendientes a efectuar una actualización y ajuste del Reglamento Técnico IDU para ejecutar obras viales en Bogotá, conforme a las Especificaciones relacionadas con materiales y construcción, actualizado con el estado del arte en el tema, aplicable directamente a nuestra realidad productiva y acorde con la dinámica de la ingeniería vial”*.

El Reglamento Técnico IDU 2002 introdujo aportes muy valiosos a la Ingeniería Nacional, tales como la caracterización dinámica de los materiales y el fortalecimiento del concepto de estabilización y mejoramiento de suelos, entre otros. Sin embargo, en atención a observaciones recibidas del interior mismo del Instituto y desde diferentes sectores de la actividad vial, tales como los gremios productivos, los consultores y la academia, sobre la dificultad de dar cumplimiento a algunos parámetros, especialmente en lo relacionado con los insumos técnicos requeridos por la metodología de diseño de las estructuras de pavimento, se consideró necesaria esta revisión, ajustando algunas especificaciones relacionadas con los materiales, diseño y procesos constructivos, de manera que el conjunto del nuevo documento fuera esencialmente útil a la buena calidad de los proyectos que adelante el IDU, atendiendo a la dinámica propia de la ingeniería vial.

En la ejecución del Convenio, la Sociedad Colombiana de Ingenieros integró un Grupo de profesionales de amplia y reconocida experiencia, en el nivel nacional, en el ejercicio de las actividades de construcción y consultoría de proyectos viales, integrado por las siguientes personas: el Ingeniero Hernando Monroy Valencia que ofició como Director, los Ingenieros Fernando Estrada Sánchez, Luis Fernando Cano Gómez, Bernardo Caicedo Hormaza, Fernando Sánchez Sabogal y el Geólogo Ricardo De La Espriella. Este grupo trabajó de manera conjunta con el Grupo de Investigación y Desarrollo Tecnológico del IDU, integrado por los Ingenieros David González Herrera, Neimar Castaño Peláez, Carlos Yidi Villarreal, Pedro Rojas Romero y Alberto López Arango.

Las políticas generales de las Especificaciones fueron definidas por el IDU por parte de los ingenieros Carlos Iván Gutiérrez Guevara, Director General y Diego Sánchez Fonseca, Subdirector General Técnico. La actual Directora del IDU, Doctora Helena Margarita Cardona Uribe, ha dado continuidad a éstas, que sirvieron como base para la elaboración del documento.

Algunas de las características de las nuevas Especificaciones son:

- a) No se obliga un método de diseño específico, orientándose esencialmente en los requerimientos de calidad a los materiales y la construcción,
- b) Se introducen nuevos ensayos para considerar la durabilidad de los pétreos y de las mezclas,
- c) Se eliminan algunos materiales de difícil aplicación en nuestro medio,
- d) Se cambia la denominación de algunos materiales como las arenas,
- e) Se evalúa de manera relevante la calidad de los materiales colocados en las obras,

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- f) Se consideran los materiales que forman parte de las actividades de Espacio Público,
- g) Se mantienen algunos ensayos dinámicos o de desempeño, los cuales tendrán un reconocimiento económico adicional y
- h) Se establece una gradualidad, definida de un lado por la aplicación de diferentes niveles de exigencia según el tipo de proyecto establecidos de acuerdo con los niveles de tránsito y de otro lado por la secuencia de obligatoriedad en realizar algunos ensayos, los que de momento serán de reporte obligatorio pero no de aceptación o rechazo.

Existen en las tablas de caracterización de los materiales la sigla RO (Reporte obligatorio) que se mantendrá en esa condición hasta enero de 2007 y otros ensayos denominados FT los cuales deberán ser obligatorios como aceptación o rechazo a partir de julio de 2007

El último es uno de los aspectos más relevantes de este Documento, planteando una íntima relación con la gradualidad de los proyectos, lo cual consiste en la clasificación jerárquica de los mismos en función de la importancia dentro de la malla vial de la ciudad ya que, con base en ésta los materiales deberán ser más competentes de acuerdo con un mayor nivel de sollicitación al cual se vean expuestos.

Es claro tener en cuenta que, sobre estas Especificaciones Generales serán prevaletentes las Especificaciones Particulares, que en un proyecto específico elabore el Consultor y apruebe la Interventoría, siempre que éstas no desmejoren la calidad de los Proyectos en un esquema equivalente de costos.

El espíritu de estas Especificaciones involucra diversos aspectos, a saber:

- a) Propender la mayor calidad de los proyectos viales y de espacio público,
- b) Incrementar el mejoramiento tecnológico de la ingeniería,
- c) Fortalecer la Ingeniería de consulta,
- d) Crear igualdad de oportunidades para todos los sectores de la producción,
- e) Facilitar el control de los proyectos mediante una mayor claridad en el documento,
- f) Emplear todos los materiales disponibles en el área de Bogotá detallando sus posibilidades según cada proyecto.

En la producción de esta versión final se han realizado diversas reuniones con distintos sectores productivos para dar claridad sobre el alcance de las Especificaciones y a su vez conocer el concepto sobre temas técnicos particulares con el ánimo de producir un documento consistente con la realidad productiva, sin detrimento de la calidad que se busca.

Dentro del concepto del documento está el que vaya cambiando a medida que se requiera mediante un proceso dinámico. Con el objeto de lograr los ajustes, con bases tecnológicas profundas, se encargará el estudio de las modificaciones que correspondan a condiciones objetivas del medio, al Comité de Desarrollo Tecnológico del IDU. Para ayudar a éste objetivo, el Grupo de Investigación y Desarrollo ha diseñado una base de datos que servirá para establecer los valores admisibles de los diferentes parámetros, con base en el análisis estadístico que se haga de los registros que son de reporte obligatorio (RO)



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto  
Desarrollo Urbano

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN  
PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO  
EN BOGOTÁ D.C.**

**Especificaciones IDU-ET-2005**

**Capítulo 1**

**ASPECTOS GENERALES**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 100-05 ALCANCE Y AMBITO DE APLICACION

### 100.1 ALCANCE

Las presentes Especificaciones Técnicas Generales constituyen un conjunto de instrucciones con validez contractual para el desarrollo de las obras viales de la ciudad de Bogotá D.C. y contienen las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales y a las unidades de obra incluidas en el documento.

### 100.2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

Las presentes especificaciones generales de construcción forman parte de los contratos celebrados por el Instituto de Desarrollo Urbano para la construcción, rehabilitación, mejoramiento y conservación de la infraestructura vial y espacio público de Bogotá D.C.

En todas las Secciones de las presentes Especificaciones Técnicas Generales se entenderá que su contenido rige para las materias que expresan sus títulos, en cuanto no se opongan a la legislación vigente.

Las unidades de obra que no se hayan incluido y señalado específicamente en este documento se ejecutarán de acuerdo con lo establecido en las especificaciones particulares aplicables al Contrato.

Las especificaciones particulares de construcción prevalecerán sobre las especificaciones generales y podrán modificarlas o complementarlas. Todos los trabajos que no estén cubiertos por especificaciones particulares se ejecutarán conforme a las presentes especificaciones.

Todos los temas contemplados en el Capítulo I, Aspectos Generales, del presente documento, forman parte de todas y cada una de las especificaciones generales y particulares de construcción.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 101-05

### TÉRMINOS Y DEFINICIONES

#### 101.1 GENERALIDADES

A menos que el contexto lo indique específicamente de otra manera, siempre que en estas Especificaciones se utilicen los términos y definiciones que se mencionan a continuación, ellos tendrán el significado que se señala en este Capítulo 1.

Aunque los diferentes oficios y funciones se describen a lo largo del documento en género masculino en aras de la brevedad, se debe interpretar que la referencia es extensiva siempre al género femenino.

#### 101.2 ABREVIATURAS

AASHTO:	American Association of State Highway and Transportation Officials
ACI:	American Concrete Institute
AFNOR:	Association Française de Normalization
ANSI:	American National Standards Institute
API:	American Petroleum Institute
ASTM:	American Society of Testing and Materials
AWS:	American Welding Society
BS:	British Standards
CEN:	Comité Europeo de Normalización
DAMA:	Departamento Administrativo del Medio Ambiente de Bogotá D.C.
EN:	Norma Europea
ICONTEC:	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
IDU:	Instituto de Desarrollo Urbano de Bogotá D.C.
INV:	Instituto Nacional de Vías de Colombia
INVÍAS:	Instituto Nacional de Vías de Colombia
ISO:	International Organization for Standardization
MT:	Ministerio de Transporte de Colombia
NLT:	Normas de Ensayo del Centro de Estudios de Carreteras de España
NTC:	Norma Técnica Colombiana
STT:	Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá D.C.
UNE:	Una norma española

#### 101.3 UNIDADES DE MEDIDA

Algunos de los símbolos para las unidades de medida utilizadas en estas Especificaciones, se definen como se indica a continuación. Aquellos que no se encuentren incluidos en la Tabla 101.1, se definirán como lo establece la Norma ASTM E – 380 “Standard Practice for Use of the Internacional System of Units (SI) (The Modernized Metric System)” o, en su defecto, en las especificaciones y normas a las cuales hace referencia el presente documento.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**TABLA 101.1  
UNIDADES DE MEDIDA**

Símbolo usado en la especificación	Definición
°C	grado Celsius (centígrado)
cSt	centistoke
g	gramo
h	hora
ha	hectárea
hm	hectómetro
kg	kilogramo
km	kilómetro
kN	kiloNewton
kPa	kilopascal
MPa	megapascal
l	litro
m	metro
mm	milímetro
cm	centímetro
m <sup>2</sup>	metro cuadrado
m <sup>3</sup>	metro cúbico
µm	micrómetro
P	Poise
Pa-s	Pascal-segundo
s	segundo

#### 101.4 DEFINICIONES APLICABLES AL DOCUMENTO

No se considera necesario definir en esta Sección aquellos términos técnicos cuyo significado o interpretación resulten suficientemente conocidos o claros para los ingenieros que ejercen su actividad en la ingeniería vial en el área de la ciudad de Bogotá D.C., ni para aquellos otros que se puedan encontrar definidos de manera explícita en los Pliegos de Condiciones o en las diferentes Secciones de las presentes Especificaciones.

En el Manual de Interventoría del Instituto de Desarrollo Urbano – II Glosario de Términos Básicos, aparecen, entre otras, las definiciones de los siguientes términos que se emplean frecuentemente en el presente documento:

- Contratista
- Contrato
- Interventor
- Coordinador Técnico

A continuación se definen algunos términos que no aparecen en el citado manual:

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **101.4.1 Constructor**

Es el oferente, persona natural o jurídica, adjudicatario del contrato para ejecutar los trabajos de construcción, que ha de cumplir lo establecido en el Pliego de Condiciones y en las especificaciones generales y particulares correspondientes

#### **101.4.2 Norma**

Es un documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que suministra, para uso común y repetido, reglas, directrices o características para las actividades o sus resultados, encaminados al logro del grado óptimo de orden en un contexto dado.

Las normas técnicas se deben basar en los resultados consolidados de la ciencia, la tecnología y la experiencia y sus objetivos deben ser los beneficios óptimos de la comunidad.

#### **101.4.3 Especificaciones Generales**

Es el presente documento, que establece las disposiciones y requerimientos para las actividades de construcción más frecuentes de los contratos de construcción y/o mantenimiento, en las que se incluyen las condiciones de recibo, medida, tolerancias y pago.

#### **101.4.4 Especificaciones Particulares**

Las especificaciones particulares se refieren a documentos que establecen las disposiciones y requerimientos para actividades no incluidas en las Especificaciones Generales o establecen modificaciones en las disposiciones o requerimientos de actividades incluidas en las Especificaciones Generales; son elaboradas por los Consultores que ejecutan los contratos de estudios y diseños.

#### **101.4.5 Interventor**

Es el oferente, persona natural o jurídica, adjudicatario del contrato para efectuar, en representación del Instituto de Desarrollo Urbano, el control y vigilancia de los trabajos realizados por el Constructor y quien debe cumplir lo establecido en los respectivos Términos de Referencia y en las disposiciones legales vigentes en relación con el ejercicio de su función

#### **101.4.6 Coordinador**

Persona natural, con matrícula profesional vigente de arquitecto, ingeniero civil o de ingeniero vías y transportes, funcionario del Instituto de Desarrollo Urbano, designado mediante acto administrativo expedido por superior competente, para actuar en el desarrollo del contrato cumpliendo las funciones de control y vigilancia que le sean específicamente delegadas.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 102-05

### DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y CONSULTA

#### 102.1 NORMAS DE ENSAYO DE MATERIALES

En todo lo relacionado con ensayos de materiales, regirán en primer lugar las normas respectivas del INVÍAS; para los ensayos no cubiertos por éstas se aplicarán las normas más recientes de la ASTM; la AASHTO; las normas EN, BS, NLT y las normas NTC. En todo caso, en las diferentes Secciones de estas Especificaciones se indican las normas de referencia aplicables a los diferentes ensayos por realizar.

#### 102.2 MARCO LEGAL Y DOCUMENTOS DE REFERENCIA

En el Manual de Interventoría del Instituto de Desarrollo Urbano- III Marco Legal y documentos de referencia, aparecen las normas y documentos de referencia aplicables al presente documento.

#### 102.3 DOCUMENTOS INFORMATIVOS

Los datos sobre informes geológicos y geotécnicos, sondeos, procedencia de materiales, ensayos, condiciones locales, diagramas de movimientos de tierras, tránsito, programación, condiciones climáticas e hidrológicas, análisis de precios, presupuestos y, en general, todos los que habitualmente contienen los estudios relacionados con el proyecto, son documentos meramente informativos; en consecuencia, ello no supone que el Instituto de Desarrollo Urbano se responsabilice por la certeza de los datos que suministran y deberán ser aceptados tan sólo como complementos de la información que el Constructor debe adquirir directamente y con sus propios medios.

Por tanto, el Constructor será responsable de los errores que se puedan derivar de su defecto o de la negligencia en la consecución de todos los datos requeridos que afecten al Contrato, así como al planeamiento y a la correcta ejecución de las obras contratadas y que sea de su incumbencia obtener.

#### 102.4 CONTRADICCIONES EN DOCUMENTOS

En caso de contradicciones entre lo descrito en los Planos del Proyecto y las Especificaciones Particulares de Construcción, prevalece lo prescrito en éstas últimas. En todo caso, ambos documentos prevalecerán sobre las Especificaciones Generales.

Lo mencionado en las Especificaciones Particulares y omitido en los planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos siempre que, a juicio del Interventor, quede suficientemente definida la unidad de obra correspondiente, y ésta tenga acordado un precio en el Contrato.

En todo caso, las contradicciones, omisiones o errores que adviertan en estos documentos el Interventor o el Constructor, deberán ser informadas por escrito al Coordinador.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 103-05

### SEGURIDAD Y SALUD

Las responsabilidades generales del constructor relacionadas con aspectos como seguridad integral de la obra, seguridad industrial y salud ocupacional se regirán por lo previsto en el Contrato, de acuerdo con el marco legal y documentos de referencia, referidos en el numeral 102.2 de este documento.

#### 103.1 SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL

Cuando las disposiciones legales vigentes lo exijan, el Constructor deberá redactar un estudio sobre seguridad y salud y elaborar un Plan de Seguridad y Salud para la aplicación de aquel.

En todo caso, el Constructor tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad industrial necesarias en todas sus instalaciones y en los frentes de trabajo y en las proximidades afectadas por ellos y de mantener programas permanentes que tiendan a lograr y mantener una adecuada salud física y mental de todo su personal, de acuerdo con las normas vigentes sobre el particular.

En las zonas de las obras, el Constructor deberá disponer instalaciones sanitarias adecuadas y en la cantidad apropiada para uso por parte del personal adscrito a las obras y deberá garantizar que las condiciones de salubridad de las mismas estén de acuerdo con las exigencias de la reglamentación vigente.

El Constructor será el único responsable de los perjuicios ocasionados por la falta de medidas de seguridad y salubridad en su ambiente de trabajo.

#### 103.2 INCENDIOS

El Constructor deberá atenerse a las disposiciones vigentes para la prevención y control de incendios y a las instrucciones que sobre el tema le suministre el Interventor.

En todo caso, tomará las medidas necesarias para evitar que se enciendan fuegos innecesarios y será responsable de evitar la propagación de los que se pudieran requerirse para la ejecución de las obras, así como de los daños y perjuicios que se pudieran producir a causa de ellos.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 104-05

### ASPECTOS AMBIENTALES

Las responsabilidades generales del constructor relacionadas con aspectos ambientales se regirán por lo previsto en el Contrato, de acuerdo con el marco legal y documentos de referencia, referidos en el numeral 102.2 de este documento.

El Constructor se obliga a ejecutar las obras de acuerdo con las disposiciones de la “Guía de manejo ambiental para el desarrollo de proyectos de infraestructura urbana en Bogotá D.C.”, las normas especiales para el trámite y obtención de las autorizaciones y permisos específicos otorgados por autoridad competente para el uso y aprovechamiento de los recursos naturales y, especialmente, los requerimientos de la licencia ambiental del proyecto, con su respectivo plan de manejo.

El Constructor está en la obligación de realizar los estudios de impacto ambiental ó planes de manejo ambiental exigidos por la autoridad ambiental competente, cuando así se requieran, siguiendo los términos de referencia que para tal efecto entregue el IDU. En cualquiera de los casos, se deberá consultar al IDU sobre el tipo de estudio ambiental que se debe realizar para cada proyecto.

Asimismo, deberá tener en cuenta los resultados arrojados por los Estudios Ambientales realizados dentro de los diseños de la obra, con el fin de evaluar alternativas de diseño que generen el menor impacto ambiental posible.

#### **104.1 CONCIERTIZACIÓN AMBIENTAL**

El Constructor está obligado a desarrollar un conjunto de actividades destinadas a fortalecer el conocimiento y el respeto por el patrimonio ambiental. Dichas actividades deberán estar dirigidas tanto hacia la población beneficiaria de las obras y demás actores sociales localizados en su zona de influencia, como hacia su personal técnico y obrero que está en contacto permanente con la obra y con el medio ambiente.

El contenido de dichas actividades, su cronograma y la metodología de ejecución deberán ser puestos a consideración del Interventor y requerirán de la aprobación de éste para su desarrollo.

#### **104.2 CONSTRUCCIÓN Y FUNCIONAMIENTO DE CAMPAMENTOS, BODEGAS Y TALLERES**

El diseño y ubicación de los campamentos y sus instalaciones deberán ser tales que no produzcan contaminación de aguas superficiales ni de posibles fuentes subterráneas de agua potable y requieren para su funcionamiento con destino a la obra, del visto bueno del Interventor.

Por ningún motivo se permitirá que su instalación se realice en sitios ecológicamente sensibles, zonas con especies bióticas protegidas o en peligro de extinción y lugares con nivel freático cercano a la superficie (profundidad menor que 3m).

Las edificaciones deberán contar, como mínimo, con instalaciones de agua potable, servicios sanitarios y energía eléctrica. Así mismo, el área de talleres y depósitos deberá disponer de sistemas de recolección de desechos sólidos y dispositivos de drenaje apropiados para conducir las aguas lluvias y evitar contaminaciones al suelo y a cursos naturales de agua.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **104.3 PATIO DE MANTENIMIENTO DEL EQUIPO**

El patio de mantenimiento de los equipos y maquinaria necesarios para la ejecución de las labores del Constructor deberá disponer de sistemas de manejo y disposición de grasas y aceites, con el fin de que todos los derrames y escurrimientos que ocurran en dichas áreas no contaminen los cuerpos receptores. Todos los residuos de aceites y lubricantes deberán retenerse en recipientes herméticos y disponerse en sitios adecuados de almacenamiento, con miras a su posterior desalojo y eliminación.

El abastecimiento de combustible, el mantenimiento del equipo y el lavado de los vehículos se deberán realizar de manera que se eviten derrames de hidrocarburos u otras sustancias contaminantes al suelo o a corrientes de agua.

### **104.4 INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE TRITURACIÓN Y DE ELABORACIÓN DE CONCRETOS**

La ubicación de las plantas de trituración y de elaboración de mezclas de concreto deberá responder a criterios ambientales, escogiéndose de preferencia lugares planos, desprovistos de cubierta vegetal y alejados de áreas pobladas.

Por ningún motivo se permitirá que las plantas se instalen en sitios ecológicamente sensibles, zonas con especies bióticas protegidas o en peligro de extinción y lugares con nivel freático cercano a la superficie (profundidad menor que 3m).

Durante el período de ejecución de la obra, el Constructor deberá reducir a un mínimo la contaminación por ruido, residuos, gases, humo y partículas en suspensión y sedimentables, generados por las plantas de producción. Para tal efecto, se deberán cumplir los umbrales establecidos en la normatividad vigente sobre el asunto.

El horario de trabajo, en especial durante la noche, deberá ser limitado, para no alterar la tranquilidad de la zona; las áreas ocupadas por las plantas deberán estar implementadas con una adecuada señalización de ordenamiento operacional y tránsito vehicular y disponer de señales advirtiendo la prohibición de verter desperdicios de las plantas de producción de materiales en los cauces de agua.

### **104.5 INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DE PLANTAS DE ELABORACIÓN DE MEZCLAS ASFÁLTICAS**

Las plantas de elaboración de mezclas asfálticas deberán ser ubicadas de acuerdo con los mismos criterios citados para las plantas de trituración y concretos. Siempre que resulte posible, se tratará de que la planta asfáltica se instale en el mismo sitio de la planta de trituración.

Durante la operación de las plantas de asfalto, el Constructor prestará especial atención al mantenimiento de los equipos de control de los gases del secador y vigilará el sistema de combustión.

Si la planta dispone de colectores de polvo húmedos, el Constructor deberá construir piscinas de sedimentación a las cuales se conduzcan los residuos líquidos con sedimentos provenientes de los finos que salen de las chimeneas de la planta. La piscina deberá tener incorporada una trampa de retención de aceites e hidrocarburos, para que el complejo de control sea efectivo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El horario de trabajo, en especial durante la noche, deberá ser limitado, para no alterar la tranquilidad de la zona; las áreas ocupadas por las plantas deberán estar implementadas con una adecuada señalización de ordenamiento operacional y tránsito vehicular y disponer de señales advirtiendo la prohibición de verter desperdicios de las plantas de producción de materiales en los cauces de agua.

#### **104.6 CONTROL DEL POLVO**

El Constructor deberá implementar sistemas que resulten satisfactorios para el Interventor, que permitan paliar el polvo que se produzca como consecuencia de la construcción de la obra o del tránsito público que circula a través del proyecto o de los desvíos dispuestos para ello por el Constructor.

#### **104.7 CONTROL DEL RUIDO**

La contaminación por ruidos ocasionados por la ejecución de las obras, se mantendrá dentro de límites de frecuencia e intensidad tales, que no resulten nocivos para las personas ajenas a la obra ni para las adscritas a la misma, según sea el tiempo de permanencia continua bajo el efecto del ruido o la eficacia de la protección auricular adoptada.

En cualquier caso, la intensidad de los ruidos ocasionados por la ejecución de las obras, deberá ser mantenida dentro de los límites admitidos por la normativa vigente.

#### **104.8 DISPOSICIONES SANITARIAS**

El Constructor deberá proporcionar y mantener en satisfactorias condiciones sanitarias y de limpieza, todas las áreas de sus campamentos, cumpliendo con los requisitos y reglamentos vigentes de sanidad pública y protección del medio ambiente.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 105-05

### RESPONSABILIDADES ESPECIALES DEL CONSTRUCTOR

Las responsabilidades generales del Constructor relacionadas con aspectos como aseguramiento de calidad, permisos y licencias se regirán por lo previsto en el Contrato, de acuerdo con el marco legal y documentos de referencia, referidos en el numeral 102.2 de este documento.

#### 105.1 ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

El Constructor deberá incluir dentro de su organización administrativa el diseño e implementación de un modelo de aseguramiento de la calidad. Para cumplir con este requisito, se utilizará la norma NTC - ISO 9002 vigente.

La responsabilidad por la calidad de la obra es única y exclusivamente del Constructor y cualquier supervisión, revisión, comprobación o inspección que realicen el IDU o sus representantes se hará para verificar su cumplimiento, y no exime al Constructor de su obligación sobre la calidad de las obras objeto del contrato.

#### 105.2 AUTOCONTROL

El Constructor deberá contar con un laboratorio de campo, controlado por personal calificado e idóneo para tal labor, previamente aprobado por el Interventor, que le permita realizar las pruebas de control de calidad exigidas por las presentes especificaciones, las cuales tienen carácter preceptivo

Siempre que el IDU ordene al Constructor realizar algunas pruebas que no estuvieren contempladas en las especificaciones, con el fin de verificar si algún trabajo tiene defectos, y la prueba revelare que los tiene, el costo de éstas será a cargo del Constructor.

#### 105.3 PERMISOS Y LICENCIAS

El Constructor deberá obtener todos los permisos y licencias que le correspondan y pagar todos los impuestos y derechos de los cuales no esté exonerado.

#### 105.4 PATENTES Y REGALIAS

El Constructor es el único responsable del uso y pago de regalías, y cualquier costo relacionado con el uso de patentes, marcas registradas y derechos reservados ya sea de equipo, dispositivos, materiales, procedimientos u otros, deberá estar incluido en los precios unitarios de las partidas de trabajo contractuales, ya que por estos conceptos el IDU no le reconocerá ningún pago.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **105.5 SERVIDUMBRES**

El Constructor está obligado a mantener provisionalmente durante la ejecución de la obra y a reponer a su finalización, todas aquellas servidumbres que el Instituto de Desarrollo Urbano le entregue debidamente relacionadas, siendo de su cuenta los trabajos necesarios para el mantenimiento y reposición de tales servidumbres.

También deberá mantener y reponer aquellas servidumbres existentes antes del contrato que se hayan omitido en la referida relación, caso en el cual tendrá derecho a que se le abonen los costos correspondientes, previo el trámite que para el efecto tenga establecido el Instituto de Desarrollo Urbano.

Para los efectos previstos en este numeral, tendrán el carácter de servidumbres los servicios de suministro y disposición de agua potable, los de alcantarillado, teléfono, gas, energía eléctrica y comunicaciones por cable.

### **105.6 CONTRATACIÓN DE PERSONAL**

Todas las personas requeridas por el Constructor para la ejecución de los trabajos en las condiciones previstas por el contrato serán nombradas por él, quien deberá cumplir con todas las disposiciones legales sobre la contratación del personal colombiano y extranjero. Así mismo, se obliga al pago de todos los salarios, prestaciones sociales y aportes parafiscales que se establezcan en relación con los trabajadores y empleados, ya que el personal que vincula el Constructor no tiene carácter oficial y, en consecuencia, sus relaciones trabajador - empleador se rigen por lo dispuesto en el Código Sustantivo del Trabajo y demás disposiciones concordantes y complementarias. Ninguna obligación de tal naturaleza corresponde al Instituto de Desarrollo Urbano y éste no asume responsabilidad ni solidaridad alguna.

El Constructor deberá disponer, a pie de obra, del equipo técnico necesario para la correcta interpretación de los documentos técnicos del proyecto, para la ejecución de los replanteos que le correspondan y para la ejecución de las obras de acuerdo con las Especificaciones Técnicas Generales y Particulares de Construcción.

El Constructor será responsable por los fraudes o malversaciones de su personal en el suministro o en el empleo de los materiales requeridos para la ejecución de las obras.

El Constructor asumirá toda la responsabilidad de la ejecución de la obra ante el Instituto de Desarrollo Urbano y, por lo tanto, en los casos en los cuales se autorice la sub contratación, el Constructor responderá por los subcontratistas ante la administración distrital, para los cuales regirán, además, todas las disposiciones del Pliego, las Especificaciones y el Contrato en relación con asuntos laborales, de salud y seguridad, ambientales, de control de calidad y demás materias.

### **105.7 RESPONSABILIDAD POR DAÑOS Y RECLAMOS**

Los daños que se ocasionen a personas y elementos de propiedad pública o privada por causas imputables al Constructor debido a acciones de su personal o a la operación de sus equipos en las obras o en la vía pública, serán asumidos por su cuenta y a costa suya.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **105.8 USO DE EXPLOSIVOS**

El Constructor deberá tener en cuenta todas las disposiciones legales vigentes para la adquisición, transporte, almacenamiento, manipulación y empleo de los explosivos e implementos relacionados.

En ningún caso se permitirá que los fulminantes, espoletas y detonadores de cualquier clase se almacenen, transporten o conserven en los mismos sitios que la dinamita u otros explosivos. La localización y el diseño de los polvorines, los métodos de transportar los explosivos y, en general, las precauciones que se tomen para prevenir accidentes, estarán sujetos a la aprobación del Interventor y demás autoridades, pero dicha aprobación no exime al Constructor de su responsabilidad por tales accidentes. Cualquier daño resultante de las operaciones de voladura deberá ser reparado por el Constructor, a su costa, y a satisfacción plena del IDU.

El personal que intervenga en la manipulación y empleo de explosivos deberá ser de reconocida práctica y pericia en estos menesteres, y reunirá condiciones adecuadas en relación con la responsabilidad que corresponda a estas operaciones.

El Constructor suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su ubicación y estado de conservación garantizarán, en todo momento, su perfecta visibilidad.

En todo caso, el Constructor cuidará especialmente de no poner en peligro vidas o propiedades, y será responsable de todos los daños que se deriven de la manipulación y empleo de explosivos con motivo de la ejecución de las obras objeto del contrato.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 106-05

### SUPERVISION

#### 106.1 VIGILANCIA DE LOS TRABAJOS

La coordinación y la vigilancia directa de la ejecución y cumplimiento del contrato serán ejercidas por un Interventor, quien representará al Instituto de Desarrollo Urbano ante el Constructor. El Interventor está autorizado para impartir instrucciones al Constructor sobre asuntos de responsabilidad de éste, revisar los libros de contabilidad y exigirle la información que considere necesaria y el Constructor estará obligado a suministrarla dentro de los términos del contrato, excepto lo que expresamente se estipule.

El Interventor no tendrá autorización para exonerar al Constructor de ninguna de sus obligaciones o deberes contractuales. Tampoco podrá, sin autorización escrita previa del Instituto de Desarrollo Urbano, ordenar trabajo alguno que traiga consigo variaciones en el plazo o en el valor del contrato, ni efectuar ninguna modificación de la concepción del diseño de las obras principales. Todas las comunicaciones e instrucciones del Interventor al Constructor serán expedidas o ratificadas por escrito.

#### 106.2 REUNIONES DE COORDINACIÓN

Mensualmente o cada vez que el IDU o el Interventor lo estimen conveniente, se deberán celebrar reuniones con participación del director de la obra, el ingeniero residente de la obra, el director de la Interventoría, el ingeniero residente de la Interventoría, los especialistas que se convoquen y el Coordinador del Instituto de Desarrollo Urbano, con el fin de analizar los diferentes aspectos técnicos y administrativos relacionados con el proyecto, sin perjuicio de que en ellas participen otros funcionarios de las diferentes áreas del IDU. En caso de que se requiera Interventoría ambiental, ésta participará en las reuniones, a través de su director. De cada una de estas reuniones se levantará un acta, cuyo original será mantenido en custodia por el Coordinador.

#### 106.3 ACCESO A LA ZONA DE LAS OBRAS

Los representantes y funcionarios autorizados del Instituto de Desarrollo Urbano, tendrán acceso permanente al lugar de los trabajos, a las fábricas en donde estén en elaboración o vayan a fabricarse los materiales que se utilizarán en la obra, y a los laboratorios donde se realicen ensayos a las muestras tomadas y a los materiales utilizados en la construcción. Para tal fin, el Constructor deberá proporcionar los medios necesarios y establecer acuerdos con los fabricantes, para facilitar la inspección de los procedimientos de elaboración y productos finales para su incorporación en las obras.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 107-05

### DESARROLLO DE LOS TRABAJOS

Las responsabilidades generales del constructor relacionadas con aspectos como señalización, defensa y conservación de las obras se regirán por lo previsto en el Contrato, de acuerdo con el marco legal y documentos de referencia, referidos en el numeral 102.2 de este documento.

#### 107.1 SEÑALIZACIÓN Y DEFENSA DE LAS OBRAS

Desde la orden de iniciación y entrega de la zona de las obras al Constructor y hasta la entrega definitiva de las obras al Instituto de Desarrollo Urbano, aquel está en la obligación de señalar y mantener el tránsito en el sector. Durante dicho lapso, el Constructor será el único responsable de la señalización y el mantenimiento del tránsito en el sector.

La señalización deberá realizarse en estricto cumplimiento de las disposiciones vigentes sobre la materia y el Constructor determinará las medidas que se deban adoptar en cada caso para señalar y defender las zonas de obra que afecten la libre circulación del tránsito automotor, así como para prevenir riesgos a los usuarios y al personal que trabaja en la vía en construcción.

No se podrán iniciar actividades que afecten la libre circulación por una vía, sin que se hayan colocado los elementos reglamentarios de señalización. Estos elementos deberán ser modificados o retirados siempre que corresponda, tan pronto como se modifique o desaparezca la afectación a la libre circulación que originó su colocación.

En todos los casos en que la señalización se aplique sobre instalaciones dependientes de otros organismos públicos, el Constructor estará obligado a cumplir los requisitos que aquellos establezcan sobre el particular, siendo de cargo del Constructor, los gastos en que incurra dicho Organismo en ejercicio de las facultades de inspección que le correspondan.

El Constructor deberá, así mismo, señalar adecuadamente los sitios de almacenamiento de los materiales por utilizar en los diferentes procesos constructivos.

El Constructor deberá tomar las medidas necesarias, a su costa y riesgo, para que los materiales, instalaciones y obras que constituyan el objeto del contrato, no puedan sufrir daños o perjuicios como consecuencia de cualquier fenómeno natural previsible de acuerdo con la situación de la obra y en consonancia con las condiciones propias de los trabajos y de los materiales por utilizar.

#### 107.2 EQUIPOS

El Constructor deberá mantener en los sitios de las obras las herramientas y los equipos adecuados a las características y magnitud de las diferentes partidas de trabajo objeto del contrato y en la cantidad requerida, de manera que se garantice su ejecución de acuerdo con los planos, especificaciones de construcción y dentro de los plazos previstos, con los índices de calidad exigidos en la especificación respectiva.

El Constructor deberá mantener los equipos y herramientas de construcción en óptimas condiciones, con el objeto de evitar demoras o interrupciones debidas a daños en los mismos. La mala calidad de los equipos o los daños que ellos puedan sufrir, no serán causal que exima al Constructor del cumplimiento de sus obligaciones. El IDU se reserva el derecho de exigir el reemplazo o reparación, por cuenta del

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Constructor, de aquellos equipos que a su juicio sean inadecuados o ineficientes o que por sus características no se ajusten a los requerimientos de seguridad o sean un obstáculo para el cumplimiento de lo estipulado en los documentos del contrato.

Las condiciones de operación de los equipos deberán ser tales, que no se presenten emisiones de sustancias nocivas que sobrepasen los límites permisibles de contaminación de los recursos naturales, de acuerdo con las disposiciones ambientales vigentes.

Los equipos deberán tener todos los dispositivos acústicos y de señalización necesarios para prevenir accidentes de trabajo.

### **107.3 TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES**

El transporte de equipos, de materiales de excavaciones, materiales pétreos y demás materiales y mezclas provenientes de los trabajos o con destino a las obras, se hará por las rutas aprobadas por el Interventor, sin interrupción del tránsito normal. Sobre el particular, el Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el MT y la STT.

Durante el acarreo de los materiales de construcción o generados durante el proceso constructivo, éstos deberán ser protegidos con un recubrimiento debidamente asegurado a la carrocería del vehículo, de manera de impedir su caída sobre las vías por donde se transportan, así como en las zonas aledañas a las obras. Antes de abordar cualquier vía pavimentada, se deberán limpiar las llantas de todos los vehículos empleados en el transporte de materiales.

Por ningún motivo se permitirá la circulación autopropulsada de los equipos de construcción por las vías públicas en desarrollo de actividades diferentes a la ejecución de las partidas de obra. En consecuencia, todo traslado de equipos y maquinaria, dentro o fuera de los frentes de trabajo, se deberá realizar en absoluta conformidad con las disposiciones que al respecto tengan el MT y la STT. El Constructor será el único responsable por cualquier daño y perjuicio que pueda resultar del incumplimiento de esta disposición.

### **107.4 ORGANIZACION DE LOS TRABAJOS**

En la organización de los trabajos se deberán considerar las recomendaciones establecidas en los estudios técnicos y ambientales del proyecto. El Constructor organizará los trabajos en tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con los requerimientos técnicos necesarios, las medidas de manejo ambiental establecidas en el plan de manejo ambiental del proyecto, los requerimientos establecidos en la licencia ambiental y los permisos, autorizaciones y concesiones de carácter ambiental y administrativo y demás normas nacionales y regionales aplicables al desarrollo del proyecto.

Los trabajos se deberán ejecutar de manera que no causen molestias a personas, ni daños a estructuras, servicios públicos, cultivos y otras propiedades cuya destrucción o menoscabo no estén previstos en los planos, ni sean necesarios para la construcción de las obras. Igualmente, se minimizarán, de acuerdo con las medidas de manejo ambiental y los requerimientos establecidos por las autoridades ambientales, las afectaciones sobre recursos naturales y la calidad ambiental del área de influencia de los trabajos.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El avance físico de las obras en el tiempo deberá ajustarse al programa de trabajo aprobado, de tal manera que permita el desarrollo armónico de las etapas constructivas siguientes a la que se esté ejecutando.

Cualquier contravención a los preceptos anteriores será de responsabilidad del Constructor. Por esta causa, el Interventor podrá ordenar la modificación de procedimientos o la suspensión de los trabajos.

### **107.5 CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO CULTURAL, HISTÓRICO Y ARQUEOLÓGICO**

Si durante las excavaciones de las obras se encuentran ruinas, fósiles, restos arqueológicos u objetos de interés histórico, científico o cultural, el Constructor deberá suspender inmediatamente todos los trabajos que puedan afectar el hallazgo, notificar al IDU y seguir las instrucciones que éste le imparta al respecto. Así mismo, colocará un equipo permanente de vigilancia, mientras se reciben indicaciones precisas sobre su manejo. No habrá pago separado por concepto de dichas actividades.

La remoción de los hallazgos por parte del Constructor está expresamente prohibida sin el consentimiento de la autoridad local o nacional responsable, de conformidad con lo que establece la ley. En caso de que se ordene al Constructor la extracción de tales objetos, tendrá derecho a compensación económica por el gasto que tales trabajos le causen.

El Constructor deberá advertir a su personal de los derechos de la Administración local o Nacional sobre tales objetos, siendo responsable subsidiario de las sustracciones o desperfectos que pueda ocasionar el personal empleado en la obra.

### **107.6 TRABAJOS NOCTURNOS**

Los trabajos nocturnos deberán ser previamente autorizados por el Interventor y realizados solamente en las unidades de obra que él indique. El Constructor, por su cuenta y riesgo, deberá instalar y operar equipos de iluminación del tipo e intensidad satisfactorios para el Interventor, y mantenerlos en perfecto estado mientras duren los trabajos nocturnos y tomar las medidas del caso para evitar afectaciones no permitidas de tipo ambiental y cualquier tipo de accidente tanto al personal vinculado al proyecto, como a los usuarios de la vía y a bienes públicos y privados.

### **107.7 TRABAJOS NO AUTORIZADOS**

Cualquier trabajo, obra o instalación auxiliar, obra definitiva o modificación de la misma, que haya sido realizado por el Constructor sin la debida autorización del Interventor, será removido, desmontado o demolido, según corresponda si el Interventor lo exigiere, siendo de cuenta del Constructor los gastos de remoción, desmontaje o demolición y los de retiro de desperdicios y escombros, así como los daños y perjuicios que se derivasen por la ejecución de trabajos no autorizados.

### **107.8 LIMPIEZA DEL SITIO DE LOS TRABAJOS**

A la terminación de cada obra, el Constructor deberá retirar del sitio de los trabajos y de las zonas exteriores vecinas a la misma todo el equipo de construcción, los materiales sobrantes, basura, escombros y obras temporales de toda clase, dejando la totalidad de la obra y el sitio de los trabajos y

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

sus inmediaciones en un estado de limpieza satisfactorio para el Interventor. No habrá pago separado por concepto de dichas actividades.

### **107.9 DISPOSICIÓN DE DESECHOS Y SOBRANTES**

El Constructor deberá disponer, mediante procedimientos aprobados por el Interventor, todos los desechos, escombros, sobrantes y demás residuos provenientes de los trabajos necesarios para la ejecución de las obras, en los sitios indicados en los documentos del proyecto o autorizados por el Instituto de Desarrollo Urbano. La disposición incluye la colocación, conformación y compactación de los materiales de acuerdo con los procedimientos y secciones descritos en los documentos del proyecto. No habrá pago separado por concepto de dichas actividades, salvo que las Especificaciones Particulares indiquen lo contrario.

### **107.10 MATERIALES**

Todos los materiales necesarios para la ejecución de las obras serán suministrados por el Constructor; por lo tanto, será de su responsabilidad la selección de los productos elaborados, así como de las fuentes por utilizar, teniendo en cuenta que los materiales deberán cumplir con todos los requisitos de calidad exigidos en las presentes Especificaciones Técnicas Generales de Construcción y las recomendaciones y requerimientos establecidos en los estudios técnicos y ambientales del proyecto, en la licencia ambiental del mismo y en los permisos otorgados por las autoridades ambientales competentes.

Las fuentes de materiales que figuren en los estudios realizados por firmas consultoras, o directamente por el Instituto de Desarrollo Urbano, tienen únicamente el carácter de informativas.

No habrá pago por separado para los transportes de materiales pétreos; por lo tanto, los precios unitarios de afirmados y otras capas granulares, revestimientos bituminosos, y concretos de cemento portland, deberán cubrir, entre otros, los costos de adquisición, trituración, lavado, clasificación, transportes, cargues y descargues de los materiales pétreos. Tampoco habrá pago por separado por el transporte de los suelos destinados a la construcción de capas estabilizadas.

Tampoco habrá pago por separado para los ligantes (asfalto, emulsión asfáltica, cemento Pórtland, cal, etc), a menos que las especificaciones particulares indiquen otra cosa.

El Constructor deberá conseguir con la debida oportunidad todos los materiales y suministros que se requieran para la construcción de las obras y mantener permanentemente una cantidad suficiente de ellos para no retrasar el progreso de los trabajos.

Todos los materiales están sujetos a inspección, muestreo, pruebas, repetición de pruebas y rechazo, en cualquier momento, antes de la aceptación de los trabajos. Siempre que se produzcan rechazos, los materiales deberán ser retirados de la obra por el Constructor, a costa suya.

Los materiales suministrados y demás elementos que el Constructor emplee en la ejecución de las obras deberán ser de la calidad adecuada al objeto al cual se destinan, según las prescripciones técnicas aplicables. Los materiales y elementos que el Constructor emplee en la ejecución de las obras sin la aprobación del Interventor podrán ser rechazados por éste cuando no los encuentre adecuados. Sin embargo, la aprobación del Interventor a los materiales, no exonera la responsabilidad del Constructor por la calidad de la obra.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En todos los casos, el Constructor está obligado a notificar al Interventor, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se propone utilizar, con el fin de que éste pueda realizar todos los ensayos que considere necesarios para acreditar su idoneidad.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento de los agregados pétreos, deberán garantizar el suministro de un producto de características uniformes. Si el Constructor no cumple con esos requerimientos, el Interventor podrá exigir los cambios que considere necesarios para la buena ejecución de los trabajos contratados.

Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado para cada gradación, se deberán efectuar en el sitio de explotación o elaboración y no se permitirá ejecutarlos en la vía.

Siempre que las condiciones lo permitan, los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras temporales, el Constructor deberá remodelar el terreno, con el fin de recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas.

La aceptación de las procedencias propuestas será requisito indispensable para la explotación y acopio de materiales, sin perjuicio de la ulterior comprobación de la permanencia de dicha idoneidad.

Los productos industriales de empleo en las obras se definirán por sus calidades y características, sin poder hacer referencia a marcas, modelos o denominaciones específicas. Si en algún documento contractual aparece alguna marca de un producto industrial para designarlo, se entenderá que tal mención se constriñe a las calidades y características del producto, pudiendo emplearse productos de otras marcas que tengan las mismas o mejores propiedades, sin que ello genere reajustes en los precios unitarios.

Los materiales que posean sello de calidad oficialmente reconocido en el territorio colombiano deben venir acompañados de un certificado de garantía del producto sobre las características especificadas.

Todo trabajo rechazado por no cumplir con las Especificaciones exigidas, por defecto en los materiales, en los elementos empleados, en la mano de obra o por deficiencia en los equipos de construcción, deberá ser reconstruido o reparado por cuenta del Constructor y dentro del plazo que determine el Interventor mediante comunicación escrita. Además, el Constructor queda obligado a retirar del sitio respectivo los materiales o elementos defectuosos y disponerlos en sitios aprobados, todo ello a su costa, cuando así lo exija el Interventor.

Los materiales generados en el proceso constructivo, especialmente de desmonte, descapote o excavaciones, que no se utilicen en la obra, se dispondrán adecuadamente en sitios acondicionados para tal fin, debidamente aprobados por el IDU. No habrá pago separado por concepto de dichas actividades, salvo que las Especificaciones Particulares indiquen lo contrario.

El material de cobertura vegetal que se destine para uso posterior en actividades de revegetalización de taludes u otros fines, se almacenará adecuadamente, de manera temporal, en sitios adecuados para este propósito, hasta su utilización, cuidando de no mezclarlo con otros materiales considerados como desperdicios.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El Instituto de Desarrollo Urbano no aceptará ningún reclamo de costos o plazos por parte del Constructor, por falta o escasez de materiales o elementos de construcción.

## **107.11 FASE DE EXPERIMENTACIÓN**

### **107.11.1 Generalidades**

Antes de iniciar los trabajos en forma masiva, el Constructor emprenderá una fase de experimentación. Esta fase tiene como propósito hacer las verificaciones y ajustes de los procesos constructivos en un tramo limitado del pavimento del proyecto, de manera que la obra en general se adelante con procesos de comprobada eficacia para las condiciones específicas del proyecto y se minimicen así los riesgos de que aparezcan tramos defectuosos que deban ser rechazados.

Todos los tramos de pavimento de la obra deben cumplir con la totalidad de los requisitos establecidos en las especificaciones generales y particulares, incluyendo el tramo donde se adelante la fase de experimentación. Por lo tanto, este tramo estará sometido a los mismos criterios de aceptación o rechazo.

La fase de experimentación servirá en general para:

- Verificar la calidad de materiales y mezclas
- Verificar los procesos constructivos en todos sus aspectos.
- Verificar la calidad y rendimiento de los equipos y la idoneidad de las cuadrillas de trabajo.
- Verificar que los equipos sean capaces de colocar y compactar adecuadamente las diferentes capas del pavimento en los espesores propuestos hasta alcanzar las densidades especificadas, sin degradar los materiales por fuera de las tolerancias admisibles.
- Verificar que las juntas de las capas se realicen correctamente.
- Verificar que la superficie terminada cumpla los requisitos de regularidad establecidos por las especificaciones del proyecto.

Durante esta fase, el Interventor podrá establecer correlaciones entre los métodos corrientes y métodos alternativos de control; por ejemplo, entre densidades medidas con cono de arena y densidades tomadas con densímetros nucleares, o entre humedades medidas mediante secado al horno y humedades medidas con humidómetro.

### **107.11.2 Tramo de Prueba**

Para ciertos proyectos específicos, los documentos de la licitación pueden requerir expresamente que la fase de experimentación se adelante mediante la ejecución de un Tramo de Prueba. En estos casos, el Constructor no podrá empezar a ejecutar la construcción del pavimento en el resto del proyecto hasta tanto no se tengan los resultados completos y satisfactorios del Tramo de Prueba solicitado y el informe correspondiente no haya sido aprobado por el Interventor.

El tramo de prueba, cuya longitud será determinada por el IDU en los documentos de la licitación, podrá ser construido por fuera de la calzada por pavimentar, en lo posible cerca de la obra. También podrá hacer parte de la obra, si los documentos de licitación así lo permiten.

En caso de que los resultados de un primer tramo de prueba no sean satisfactorios, se construirán otros tramos de prueba introduciendo variaciones en los equipos, métodos de ejecución ó, incluso, en las

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

fórmulas de trabajo, hasta obtener un pavimento con las condiciones exigidas; todos los tramos de prueba que sea necesario construir para garantizar la calidad de la obra no tendrán pago por separado, a no ser que se construyan como parte de la calzada por pavimentar en el proyecto y que hayan sido aceptados a satisfacción por el Interventor, caso en el cual se medirán y pagarán como cualquier otro tramo del proyecto.

Antes de iniciar el tramo de prueba, el Constructor debe presentar los métodos constructivos preliminares para aprobación del Interventor, los cuales podrán ser objeto de ajustes con base en los resultados obtenidos en esta fase.

Una vez logrados los objetivos del Tramo de Prueba, el Constructor elaborará y presentará un informe del mismo; en éste incluirá todos los elementos que se han tenido en cuenta en la ejecución del tramo, los resultados de los ensayos de campo y laboratorio que lo avalan, un plano con su ubicación y un registro fotográfico detallado de su ejecución. Como parte del informe, deberá incluir la evaluación de los resultados de esta fase y presentará la versión final de los métodos constructivos; una vez aprobados, estos métodos constructivos serán de obligatorio cumplimiento durante la ejecución de la obra, salvo modificaciones expresamente autorizadas por el Interventor ante solicitud debidamente sustentada por parte del Constructor.

#### **107.12 GRADUALIDAD EN EL USO DE MATERIALES Y MEZCLAS**

Debido a la diversidad de vías a las cuales se aplicarán las presentes Especificaciones, las características requeridas para los materiales de construcción dependen, bajo determinadas circunstancias, de la importancia relativa de la vía y del tránsito previsto durante el periodo de diseño de las diferentes obras.

En razón de lo anterior, en varias partes del documento se ha establecido una correspondencia entre las exigencias sobre materiales y mezclas y los niveles del tránsito, de acuerdo con la agrupación por categorías mostrada en la Tabla 107.1. Se han establecido dos criterios de niveles de tránsito de vehículos pesados, siendo aplicable para la vía la categoría que resulte más alta al aplicar por separado cada uno de ellos.

La categoría de tránsito que aplica en cada proyecto será establecida explícitamente por el IDU en los documentos de la licitación, la cual no necesariamente tiene que coincidir con el nivel de tránsito real de la vía indicado en la Tabla 107.1; el IDU puede subir la categoría de tránsito por encima del nivel real de tránsito de vehículos pesados dependiendo de la importancia de la vía. La categoría de tránsito establecida en los documentos de la licitación definirá las exigencias sobre materiales y mezclas que regirán para el proyecto de acuerdo con los requisitos establecidos en las diferentes Secciones de estas Especificaciones Técnicas Generales, con las modificaciones o adiciones fijadas en las especificaciones particulares.

**Tabla 107.1**  
**Categorías de tránsito**

Categoría de Tránsito	Nivel de Tránsito	
	Criterio 1 VPDo	Criterio 2 NAEE_80, millones
T0	$VPDo < 20$	$NAEE\_80 < 0.2$
T1	$20 \leq VPDo < 50$	$0.2 \leq NAEE\_80 < 0.5$
T2	$50 \leq VPDo < 150$	$0.5 \leq NAEE\_80 < 1.5$

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

T3	$150 \leq \text{VPDo} < 300$	$1.5 \leq \text{NAEE}_{80} < 3.0$
T4	$300 \leq \text{VPDo} < 750$	$3.0 \leq \text{NAEE}_{80} < 7.5$
T5	$\text{VPDo} \geq 750$	$\text{NAEE}_{80} \geq 7.5$

VPDo: número de vehículos pesados por día en el carril de diseño, durante el primer año de servicio de las obras, donde vehículos pesados son buses y camiones con peso de 3.5 toneladas o más.

NAEE<sub>80</sub>: número acumulado de ejes equivalentes de 80kN en el período de diseño, en el carril de diseño.

### 107.13 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

El Constructor está obligado a conservar, hasta el recibo definitivo, todas las obras objeto del contrato, incluyendo las correspondientes a las modificaciones del proyecto autorizadas. Estos trabajos no serán susceptibles de abono por parte del Instituto de Desarrollo Urbano, salvo que expresamente y para determinados trabajos se prescriba lo contrario en los documentos contractuales.

Los trabajos de conservación no podrán obstaculizar el uso público o servicio de la obra y, en caso de que la afectación sea inevitable, ella deberá ser previamente autorizada por el Interventor debiendo disponerse, además, la señalización adecuada y oportuna.

### 107.14 CONTROL

La inspección de la calidad de los materiales, de la ejecución de las unidades de obra y de las obras terminadas corresponde al Interventor, quien ejecutará las medidas previstas en el Contrato. El Constructor deberá tomar todas las disposiciones necesarias para facilitar el control por parte del Interventor e interrumpirá cualquier actividad que pudiera impedir la correcta realización de las operaciones de control.

El Constructor deberá realizar todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control necesarios para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos por las Especificaciones generales y particulares para cada parte de la obra, tanto en tipos de ensayos como en cantidad de los mismos; los resultados de estos ensayos deberán ser suministrados en forma clara, completa y oportuna al Interventor para que éste pueda desarrollar sus labores de control; todos los resultados suministrados por el Constructor deberán tener en forma explícita la comparación de éstos con los requisitos por cumplir.

Si alguna característica de los materiales y trabajos objeto del control no está de acuerdo con lo especificado o si, a juicio del Interventor, puede poner en peligro seres vivos o propiedades, éste ordenará la modificación de las operaciones correspondientes o su interrupción, hasta que el Constructor adopte, a su costa, las medidas correctivas necesarias.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 108 - 05

### VALORACIÓN DE LA OBRA EJECUTADA

#### 108.1 MEDIDA

Cada que se pacte o prescriba en los documentos del Contrato, el Constructor y el Interventor medirán las cantidades de obra realizadas, aplicando los procedimientos y unidades de medida previstos en la respectiva Sección.

Se medirán y pagarán exclusivamente las cantidades correspondientes a las obras previamente aceptadas por el Interventor, ejecutadas de acuerdo con sus instrucciones, los planos de construcción, las Especificaciones de Construcción y demás documentos contractuales del proyecto.

#### 108.2 PAGO

El abono por la obra ejecutada se determinará multiplicando las cantidades aprobadas por su respectivo precio unitario, descontando de dicha suma los valores fijados en el contrato y las tasas, contribuciones e impuestos determinados por las disposiciones vigentes.

Los precios unitarios definidos en cada Sección, cubrirán el costo de todas las operaciones relacionadas con la correcta ejecución de las obras especificadas, excepto los costos correspondientes a las actividades que allí se indiquen explícitamente.

Los precios unitarios deben cubrir todos los costos por suministro de materiales en el sitio de las obras, mano de obra en trabajos diurnos y nocturnos o en días feriados, prestaciones sociales, impuestos, tasas y contribuciones decretados por el gobierno nacional, departamental o municipal, herramientas, maquinaria, ensayos de control de calidad, patentes, permisos, licencias, regalías, servidumbres, cumplimiento de disposiciones de seguridad, salubridad y ambiente, desperdicios, así como todos los demás gastos inherentes al cumplimiento satisfactorio de cada partida de trabajo, incluyendo los imprevistos, gastos de administración y utilidades del Constructor.

Los precios unitarios deben cubrir todos los costos de la ejecución de la fase de experimentación, los costos de todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control necesarios para verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos por las especificaciones generales y particulares para cada parte de la obra, tanto en tipos de ensayos como en cantidad de los mismos, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el Pliego de Condiciones, y los costos de pruebas de laboratorio o de campo adicionales que el Pliego de Condiciones establezca que quedan a cargo del Constructor.

Los precios unitarios deben cubrir también la reparación de todas las perforaciones y excavaciones que se realicen para efectuar los ensayos y pruebas de control de calidad del producto terminado. Estas reparaciones deberán ser efectuadas por el Constructor con materiales y procedimientos apropiados para lograr la restitución completa de la integridad de las capas, a satisfacción del Interventor.



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto  
Desarrollo Urbano

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN  
PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO  
EN BOGOTÁ D.C.**

**Especificaciones IDU-ET-2005**

**Capítulo 2**  
**MATERIALES BÁSICOS**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 200-05

### CEMENTO ASFALTICO

#### 200.1 DESCRIPCION

Esta especificación se refiere a las características de calidad que debe presentar el cemento asfáltico a utilizar en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente, reciclajes en caliente y reciclajes en frío mediante la técnica del asfalto espumado.

#### 200.2 CONDICIONES GENERALES

##### 200.2.1 Definición

El cemento asfáltico es un producto bituminoso semi – sólido a temperatura ambiente, preparado a partir de hidrocarburos naturales mediante un proceso de destilación, el cual contiene una proporción muy baja de productos volátiles, posee propiedades aglomerantes y es esencialmente soluble en tricloroetileno.

##### 200.2.2 Designación

La designación del cemento asfáltico será por grado de penetración 40-50, 60-70 u 80-100, cumpliendo los requisitos de calidad establecidos en la Tabla 200. 1 de la presente Sección.

En el caso de mezclas recicladas mediante la técnica de asfalto espumado, que requieran un cemento asfáltico de diferente penetración o viscosidad, sus características serán las que indique la especificación particular respectiva.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**TABLA 200.1**

**ESPECIFICACIONES DEL CEMENTO ASFALTICO**

Característica	Unidad	Norma de ensayo	40-50		60-70		80-100	
			Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
<b>ASFALTO ORIGINAL</b>								
Penetración	0.1 mm	INV E-706	40	50	60	70	80	100
Índice de penetración	-	-	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5	-1.5	+1.5
Viscosidad a 60°C	Pa-s	ASTM D-4402	200	400 (RO)	150	300 (RO)	100	200 (RO)
Viscosidad a 135°C (RO)	Pa-s	ASTM D-4402	0.27	0.65	0.22	0.45	0.15	0.40
Punto de ablandamiento	°C	INV E-712	49	59	45	55	42	52
Ductilidad (25 °C, 5 cm/min)	cm	INV E-702	100	-	100	-	100	-
Solubilidad en tricloroetileno	%	INV E-713	99	-	99	--	99	-
Punto de ignición mediante copa abierta de Cleveland	° C	INV E-709	232	-	232	-	232	-
<b>PRUEBAS AL RESIDUO (Ensayo del Horno de lámina asfáltica delgada en movimiento INV E-720)</b>								
Pérdida por calentamiento	%	INV E-720	-	1.0	-	1.0	-	1.0
Penetración del residuo como % de la penetración original	0.1 mm	INV E-721	58	-	54	-	50	-
Incremento del punto de ablandamiento	°C	INV E-712	-	9	-	9	-	9
viscosidad a 60°C del residuo / viscosidad a 60°C del asfalto original	-	INV E-716	-	5	-	5	-	5

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

Inicialmente y hasta la fecha que sea fijada por el IDU, los valores de viscosidad pueden determinarse alternativamente con las normas de ensayo INV E-715 (viscosidad a 135°C) e INV E-716 (viscosidad a 60°C).

Para convertir viscosidades en Poisses o Centistokes a Pascales-segundo (Pa-s), se pueden usar las siguientes relaciones aproximadas:

- 1 poise = 0.1 Pa-s
- Cts = 0.001 Pa-s

El cálculo del Índice de Penetración IP se efectuará midiendo la penetración del asfalto (norma de ensayo INV E-706) a dos temperaturas, 25°C y 40°C, y empleando las siguientes fórmulas:

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

$$IP = \frac{20 - 500 \times A}{1 + 50 \times A}$$

$$A = \frac{\log_{10} P_1 - \log_{10} P_2}{T_1 - T_2}$$

Donde :

$P_1$  = penetración a la temperatura  $T_1$  (40°C)

$P_2$  = penetración a la temperatura  $T_2$  (25°C)

### 200.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

#### 200.3.1 Transporte

El transporte del cemento asfáltico desde la planta de producción a la planta mezcladora, deberá efectuarse en caliente y a granel, en carrotaques con adecuados sistemas de calefacción y con termómetros ubicados en sitios visibles. Los carrotaques deberán estar dotados de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

El Constructor suministrará el cemento asfáltico cumpliendo las disposiciones legales referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental de los mismos.

#### 200.3.2 Depósitos de almacenamiento

El almacenamiento que requiera el cemento asfáltico, antes de su uso, se realizará en tanques con dispositivos de calentamiento que permitan mantener la temperatura necesaria del asfalto para su mezcla con los agregados; cada tipo de asfalto se almacenará en un tanque separado. Así mismo, dispondrán de una válvula para la toma de muestras.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, los carrotaques empleados para el transporte deberán estar dotados de medios mecánicos para el trasvase rápido de su contenido a los tanques. Cuando se empleen bombas de trasvase, se preferirán las de tipo rotativo a las centrífugas.

Todas las tuberías y bombas usadas para el trasvase del cemento asfáltico, desde el carrotanque de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de aplicación, deberán estar calefactadas, aisladas térmicamente y dispuestas de manera que permitan su limpieza después de cada aplicación y/o jornada de trabajo. El trasvase desde el carrotanque al tanque de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El Interventor deberá comprobar, con la frecuencia que considere pertinente, los sistemas de transporte y trasvase y las condiciones de almacenamiento, en todo cuanto pueda afectar la calidad del material y podrá ordenar la suspensión de la utilización del contenido del tanque o carrotanque, mientras realiza las comprobaciones que estime convenientes de las características de la calidad del asfalto.

#### **200.4 EMPLEO**

El empleo del cemento asfáltico en la elaboración de mezclas asfálticas en caliente y reciclajes se hará conforme lo establezca la Sección de las presentes Especificaciones, correspondiente a la partida de trabajo de la cual formará parte.

#### **200.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DEL PRODUCTO**

##### **200.5.1 Controles generales**

Se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar que en las operaciones de suministro del cemento asfáltico, se cumpla la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad industrial, almacenamiento y transporte.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los carrotanques, no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.
- Tomar, cada vez que el Interventor lo estime conveniente, muestras para los ensayos que indica la Tabla 200.1 y efectuar las respectivas pruebas. Las muestras se deberán tomar de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-701.

##### **200.5.2 Control de recibo de los carrotanques**

A la llegada de cada carrotanque al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del cemento asfáltico, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho y el tipo de asfalto, así como la curva reológica (carta de viscosidad vs. temperatura, norma ASTM D-2493) y los resultados de los ensayos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones establecidas en la Tabla 200.1 de la presente Sección o lo que indique la respectiva especificación particular, en los casos en que se autorice el empleo de un cemento asfáltico de características diferentes. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega. De todas maneras, el Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de cemento asfáltico que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

Se deberán tomar dos (2) muestras representativas de cada carrotanque, de al menos un kilogramo (1kg) cada una, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701 y sobre una de ellas se realizarán ensayos de penetración (INV E-706, a 25°C y 40°C), punto de ablandamiento (INV E-712), de viscosidad a 60°C (ASTM D-4402 o, alternativamente, INV E-716) y viscosidad a 135 °C (ASTM D-4402 o, alternativamente, INV E-715), conservando la otra muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **200.5.3 Control a la entrada del mezclador**

Se considerará como lote que se aceptará o rechazará en bloque, a la menor cantidad entre cincuenta (50) toneladas de asfalto y el peso del producto utilizado en una jornada de trabajo, en la elaboración de un determinado tipo de mezcla.

De cada lote se tomarán dos (2) muestras, de al menos un kilogramo (1 kg) cada una de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701, en algún punto situado entre la salida del tanque de almacenamiento y la entrada al mezclador. Sobre una de las muestras se realizarán los ensayos de penetración (INV E-706) y viscosidad (INV E-716) y la otra se guardará para pruebas de contraste, cuando el Constructor o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

Cuando se trate de trabajos de reciclaje mediante la técnica de asfalto espumado, las muestras se tomarán en el carrotanque que alimenta la máquina recicladora.

### **200.5.4 Control adicional**

Una vez al mes, y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo de cemento asfáltico utilizado se realizarán todos los ensayos para comprobar las características especificadas en la Tabla 200.1.

### **200.6 MEDIDA Y PAGO**

La medida y el pago del cemento asfáltico se realizarán conforme se indique en la unidad de obra de la cual forme parte.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 202-05

### CEMENTO ASFALTICO MODIFICADO CON POLÍMEROS

#### 202.1 DESCRIPCION

Esta especificación se refiere a las características de calidad que debe presentar el cemento asfáltico modificado con polímeros a utilizar en la elaboración de mezclas en caliente, construidas de acuerdo con lo establecido en las Secciones 510 y 520 de las presentes Especificaciones.

#### 202.2 CONDICIONES GENERALES

##### 202.2.1 Definición

Los cementos asfálticos modificados con polímeros son ligantes hidrocarbonados resultantes de la interacción física y/o química de polímeros con un cemento asfáltico de los definidos en la Sección 200 de las presentes especificaciones.

Dentro de esta definición quedan comprendidos los cementos asfálticos modificados suministrados a granel y los que se fabriquen en el lugar de empleo, en instalaciones específicas independientes. Por lo tanto, quedan excluidos los obtenidos a partir de adiciones incorporadas a los agregados o en el mezclador de la planta de fabricación de la unidad de obra de la cual vaya a formar parte el asfalto.

##### 202.2.2 Designación

La designación del cemento asfáltico modificado con polímeros será por tipos: I, II, III, IV y V, cada uno de los cuales deberá cumplir los requisitos de calidad establecidos en la Tabla 202.1 de la presente Sección.

El diseñador podrá especificar otros tipos de asfalto modificado, si así lo considera necesario para el mejor desempeño del pavimento. En estos casos deberá elaborar una especificación particular, basada en el documento "Guide Specifications for Polymer Modified Asphalts", elaborada por el Comité AASHTO-AGC-ARTBA, Reporte Task Force 31.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**TABLA 202.1**  
**ESPECIFICACIONES DE CEMENTOS ASFÁLTICOS MODIFICADOS CON POLÍMEROS**

CARACTERÍSTICA	Unidad	Norma de ensayo	Tipo I		Tipo II		Tipo III		Tipo IV		Tipo V	
			Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
<b>ASFALTO ORIGINAL</b>												
Penetración (25° C, 100 g, 5 s)	0.1 mm	INV E-706	55	70	55	70	55	70	80	130	15	40
Punto de ablandamiento, anillo y bola	° C	INV E-712	58	-	58	-	65	-	60	-	65	-
Ductilidad (5° C, 5 cm/min)	cm	INV E-702	-	-	15	-	15	-	30	-	-	-
Recuperación elástica por torsión a 25° C	%	INV E-727	15	-	40	-	70	-	70	-	15	-
Estabilidad al almacenamiento (*)												
Diferencia punto de ablandamiento	° C	INV E-726 INV E-712	-	5	-	5	-	5	-	5	-	5
Contenido de agua	%	INV E-704	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2	-	0.2
Punto de ignición mediante copa abierta Cleveland	° C	INV E-709	230	-	230	-	230	-	230	-	230	-
<b>PRUEBAS AL RESIDUO (Ensayo del Horno de lámina asfáltica delgada en movimiento INV E-720)</b>												
Pérdida de masa	%	INV E-720	-	1	-	1	-	1	-	1	-	1
Penetración del residuo luego del calentamiento en lámina delgada en movimiento, % de la penetración original	%	INV E-706	65		65		65		60		70	-
Ductilidad (5° C, 5 cm/min)	cm	INV E-702	-	-	8	-	8	-	15	-	-	-

(\*) No se exigirá este requisito cuando los elementos de transporte y almacenamiento estén provistos de un sistema de homogeneización adecuado, aprobado por el Interventor.

## 202.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

### 202.3.1 Transporte

Quando no se fabrique en el lugar de empleo, el transporte del cemento asfáltico modificado con polímeros desde la planta de producción a la planta mezcladora, deberá efectuarse en caliente y a granel, en carotanes con adecuados sistemas de calefacción y termómetros ubicados en sitios visibles. Los carotanes deberán estar dotados de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

El Constructor deberá suministrar el producto cumpliendo las disposiciones legales referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental de los mismos.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **202.3.2 Depósitos de almacenamiento**

El almacenamiento que requiera el cemento asfáltico modificado con polímeros, antes de su uso, se realizará en tanques con dispositivos de calentamiento que permitan mantener la temperatura adecuada del producto para su mezcla con los agregados. Así mismo, dispondrán de una válvula para la toma de muestras.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, los carrotanques empleados para el transporte deberán estar dotados de medios mecánicos para el trasvase rápido de su contenido a los tanques. Cuando se empleen bombas de trasvase, se preferirán las de tipo rotativo a las centrífugas.

Todas las tuberías y bombas usadas para el trasvase del cemento asfáltico modificado con polímeros, desde el carrotanque de transporte al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar calefactadas, aisladas térmicamente y dispuestas de manera que permitan su limpieza después de cada aplicación y/o jornada de trabajo. El trasvase desde el carrotanque al tanque de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa.

El tiempo máximo de almacenamiento y la necesidad o no de disponer de sistemas de homogeneización en los carrotanques y en los tanques de almacenamiento, se determinarán en cada caso particular, según las características del cemento asfáltico modificado.

El Interventor deberá comprobar, con la frecuencia que considere pertinente, los sistemas de transporte y trasvase y las condiciones de almacenamiento, en todo cuanto pueda afectar la calidad del material y podrá ordenar la suspensión de la utilización del contenido del tanque o carrotanque, mientras realiza las comprobaciones que estime convenientes de las características de la calidad del asfalto.

### **202.4 EMPLEO**

El empleo del cemento asfáltico modificado con polímeros en la elaboración de mezclas asfálticas se hará conforme lo establezca la Sección de las presentes Especificaciones, correspondiente a la partida de trabajo de la cual formará parte.

### **202.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DEL PRODUCTO**

#### **202.5.1 Controles generales**

Se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar que en las operaciones de suministro del cemento asfáltico modificado con polímeros, se cumpla la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad industrial, almacenamiento y transporte.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los carrotanques, no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Tomar, cada vez que el Interventor lo estime conveniente, muestras para los ensayos que indica la Tabla 202.1 y efectuar las respectivas pruebas. Las muestras se deberán tomar de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-701.
- Verificar que el calentamiento del producto, antes de su mezcla con los agregados pétreos, impida la oxidación prematura del asfalto o la degradación del polímero y se ajuste a las exigencias de la partida de pago en ejecución.

### **202.5.2 Control de recibo de los carrotaques**

A la llegada de cada carrotaque al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del cemento asfáltico modificado con polímeros, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho y el tipo de asfalto, así como la curva reológica y los resultados de los ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones establecidas en la Tabla 202.1 de la presente Sección. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega. De todas maneras, el Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de cemento asfáltico modificado con polímeros que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

Se deberán tomar dos (2) muestras representativas de cada carrotaque, de al menos un kilogramo (1kg) cada una, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701 y sobre una de ellas realizará ensayos de penetración (INV E-706), punto de ablandamiento (INV E-712) y recuperación elástica (INV E-727), conservando la otra muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando alguna de las partes manifiesten inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

### **202.5.3 Control del asfalto fabricado en el lugar de empleo**

En este caso, se tomarán dos (2) muestras de al menos un kilogramo (1kg) cada una de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701, por cada 50 toneladas de cemento asfáltico modificado fabricado, y sobre una de ellas realizará ensayos de penetración (INV E-706), punto de ablandamiento (INV E-712) y recuperación elástica (INV E-727), conservando la otra muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

### **202.5.4 Control a la entrada del mezclador**

Se considerará como lote que se aceptará o rechazará en bloque, a la menor cantidad entre cincuenta (50) toneladas y el peso del producto utilizado en una jornada de trabajo, en la elaboración de un determinado tipo de mezcla.

De cada lote, se tomarán dos (2) muestras de al menos un kilogramo (1 kg) cada una de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701, en algún punto situado entre la salida del tanque de almacenamiento y la entrada al mezclador. Sobre una de las muestras se realizarán los ensayos de penetración y viscosidad y la otra se guardará para pruebas de contraste.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Sobre una de ellas realizará ensayos de penetración (INV E-706), punto de ablandamiento (INV E-712) y recuperación elástica (INV E-727), conservando la otra muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

#### **202.5.5 Control adicional**

Una vez al mes, y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo de cemento asfáltico modificado con polímeros, se realizarán todos los ensayos para comprobar las características especificadas en la Tabla 202.1.

Si el cemento asfáltico modificado con polímeros ha estado almacenado en condiciones atmosféricas normales durante un período superior a quince (15) días, se deberán realizar, como mínimo, sobre dos (2) muestras, una de la parte superior y otra de la parte inferior del depósito de almacenamiento ensayos para determinar la estabilidad al almacenamiento, según normas de ensayo INV E-726 e INV E-712, cuyos resultados deberán cumplir las exigencias de la Tabla 202.1. En caso de no cumplirlas, el Constructor deberá homogeneizar el asfalto, después de lo cual se repetirán las pruebas. Si los resultados de estas últimas no satisfacen lo establecido en la Tabla 202.1, el producto no será aceptado para la ejecución de los trabajos previstos.

#### **202.6 MEDIDA Y PAGO**

La medida y el pago del cemento asfáltico modificado con polímeros se realizarán conforme se indique en la unidad de obra de la cual forme parte.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDÍA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 210-05

### EMULSION ASFÁLTICA

#### 210.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere a las características de calidad que deben presentar las emulsiones asfálticas a utilizar en la elaboración de mezclas en frío, densas, abiertas, recicladas o estabilizadas, así como riegos de imprimación, liga y curado, sellos de arena-asfalto, tratamientos superficiales y lechadas asfálticas, construidos de acuerdo con lo establecido en la respectiva especificación de la partida de trabajo correspondiente.

#### 210.2 CONDICIONES GENERALES

##### 210.2.1 Definición

Las emulsiones asfálticas se definen como dispersiones de pequeños glóbulos de un cemento asfáltico - de los definidos en la Sección 200 de estas Especificaciones- en una solución de agua y un agente emulsificante de carácter aniónico o catiónico, lo que determina la denominación de la emulsión.

La presente Sección se refiere únicamente a las emulsiones asfálticas catiónicas.

##### 210.2.2 Designación

La designación de las emulsiones asfálticas se compone de varias letras y un número. La letra C, indicativa de su carácter catiónico; las letras RR, RM y RL según su tipo de rotura (rotura rápida, media y lenta); los números 0, 1 y 2, indicadores del contenido de ligante residual de la emulsión y, en su caso, la letra "h", indicativa de una emulsión de alta estabilidad.

De acuerdo con su denominación, las emulsiones asfálticas deberán cumplir los requisitos de calidad establecidos en la Tabla 210. 1 de la presente Sección.

En el caso de mezclas recicladas en frío que requieran una emulsión asfáltica de diferentes características, éstas deberán ser establecidas en una especificación particular.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**TABLA 210.1**  
**ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES CATIONICAS**

TIPOS DE EMULSIONES		ROTURA RAPIDA				ROTURA MEDIA		ROTURA LENTA					
		CRR - 1		CRR - 2		CRM		CRL - 0		CRL - 1		CRL - 1h	
		Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
<b>1. ENSAYO SOBRE EMULSION</b>													
Viscosidad	E-763												
• Saybolt Furol a 25 C	Seg	-	-	-	-	-	-	-	50	-	200	-	100
• Saybolt Furol a 50 C	Seg	20	100	20	300	20	450	-	-	-	-	-	-
Contenido de agua en volumen	% E-761	-	40	-	35	-	35	-	50	-	43	-	43
<b>Estabilidad Almacenamiento</b>													
• Sedimentación a los 7 días	% E-764	-	5	-	5	-	5	-	10	-	5	-	5
<b>Destilación</b>													
• Contenido de Asfalto Residual	% E-762	60	-	65	-	60	-	40	-	57	-	57	-
• Contenido de disolventes	%	-	3	-	3	-	12	10	20	-	-	-	0
<b>Tamizado</b>													
• Retenido Tamiz 20 (850 µm)	E-765	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1
<b>Rotura</b>													
• Dioctilsulfosuccinato sódico	% E-766	40	-	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-
• Mezcla con cemento	% E-770	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Carga Partícula	E-767	POSITIVA		POSITIVA		POSITIVA		POSITIVA		POSITIVA		POSITIVA	
PH	E-768	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6	-	6
<b>Recubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento</b>													
• Con agregado seco	E-769	-	-	-	-	Buena		-	-	-	-	-	-
• Con agregado seco y acción del agua		-	-	-	-	Satisfactoria		-	-	-	-	-	-
• Con agregado húmedo		-	-	-	-	Satisfactoria		-	-	-	-	-	-
• Con agregado húmedo y acción del agua		-	-	-	-	Satisfactoria		-	-	-	-	-	-
<b>2. ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE DESTILACION</b>													
Penetración (25°C, 100 gr, 5 seg)	E-706	60	100	60	100	100	250	200	300	60	100	60	100
0.1 mm		100	250	100	250	100	250	200	300	100	250	60	100
Ductilidad (25°C, 5 cm/m)	cm E-702	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-	40	-
Solubilidad en tricloroetileno	% E-713	97	-	97	-	97	-	97	-	97	-	97	-

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDÍA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## **210.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

### **210.3.1 Transporte**

El transporte de la emulsión asfáltica desde la planta de fabricación hasta el sitio de mezcla o de colocación, se realizará a granel, en carrotaques que no requieren aislamientos térmicos ni calefacción. Estarán dotados de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

El Constructor suministrará las emulsiones asfálticas cumpliendo las disposiciones legales referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental de los mismos.

### **210.3.2 Depósitos de almacenamiento**

El almacenamiento que requiera la emulsión asfáltica antes de su uso, se realizará en tanques cilíndricos verticales, con tuberías de fondo para carga y descarga, las cuales deberán encontrarse en posiciones diametralmente opuestas; se deberá emplear un tanque separado para cada tipo de emulsión.

Los tanques tendrán bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión y contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios para garantizar su correcto funcionamiento, situados en puntos de fácil acceso. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

Además, deberán estar provistos de elementos que permitan la recirculación de la emulsión, cuando ésta deba almacenarse por tiempo prolongado.

Todas las tuberías usadas para el trasvase de la emulsión del carrotaque al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar dispuestas de manera que se puedan limpiar fácilmente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, los carrotaques empleados para el transporte de la emulsión asfáltica deberán estar dotados de medios neumáticos o mecánicos para el trasvase rápido de su contenido a los tanques. Cuando se empleen bombas de trasvase, se preferirán las de tipo rotativo a las centrífugas.

El trasvase desde el carrotaque al tanque de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa.

El Interventor deberá comprobar, con la frecuencia que considere pertinente, los sistemas de transporte y trasvase y las condiciones de almacenamiento, en todo cuanto pueda afectar la calidad del material y podrá ordenar la suspensión de la utilización del contenido del tanque o carrotaque, mientras realiza las comprobaciones que estime convenientes de las características de la calidad de la emulsión.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## 210.4 EMPLEO

El empleo de una determinada emulsión asfáltica en la elaboración de una partida de trabajo en la cual sea utilizable, se hará conforme lo establezca la Especificación correspondiente a dicha partida de trabajo.

## 210.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DEL PRODUCTO

### 210.5.1 Controles generales

Se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar que en las operaciones de suministro de la emulsión asfáltica, se cumpla la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad industrial, almacenamiento y transporte.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los carrotanques, no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.
- Tomar, cada vez que el Interventor lo estime conveniente, muestras para los ensayos que indica la Tabla 210.1 y efectuar las respectivas pruebas. Las muestras se deberán tomar de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-701.

### 210.5.2 Control de recibo de los carrotanques

A la llegada de cada carrotanque al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante de la emulsión, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones establecidas en la Tabla 210.1 de la presente Sección o lo que indique la respectiva especificación particular en los casos en que se autorice el empleo de una emulsión asfáltica de características diferentes. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega. De todas maneras, el Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

En el momento del trasvase de la emulsión de cada carrotanque al tanque de almacenamiento, se deberán tomar dos (2) muestras representativas, de al menos un (1) litro cada una, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701 y sobre una de ellas realizará ensayos de viscosidad Saybolt Furol (INV E-763), contenido de agua (INV E-761), tamizado (INV E-765) y carga de partículas (INV E-767), conservando la otra muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas o riegos que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **210.5.3 Control en el momento de empleo**

Se considerará como lote que se aceptará o rechazará en bloque, a la menor cantidad entre veinte mil (20.000) litros de emulsión asfáltica y el volumen del producto utilizado en una jornada de trabajo, en la elaboración de un determinado tipo de mezcla o tratamiento superficial. En el caso de riegos de liga, imprimación y curado, se considerará como lote la fracción empleada en una semana.

De cada lote se tomarán dos (2) muestras, de al menos un (1) litro cada una, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701, a la salida del tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizarán los ensayos de viscosidad Saybolt Furol (INV E-763), contenido de agua (INV E-761), tamizado (INV E-765) y carga de partículas (INV E-767), conservando la otra muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas o riegos que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

### **210.5.4 Control adicional**

Una vez al mes, y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de emulsión asfáltica utilizada, se realizarán todos los ensayos para comprobar las características especificadas en la Tabla 210.1.

Si la emulsión ha estado almacenada durante un plazo superior a quince (15) días antes de su empleo, se deberán realizar determinaciones del contenido de asfalto residual (INV E-762) y tamizado (INV-E765) sobre muestras representativas de las partes superior e inferior de la emulsión almacenada. En caso de que no se cumpla lo establecido para estas características en la Tabla 210.1, se procederá a su homogeneización y a la posterior realización de nuevos ensayos y si los resultados de estos últimos no resultan satisfactorios, la emulsión será rechazada.

Cuando las condiciones atmosféricas sean muy desfavorables, el Interventor podrá reducir el plazo recién indicado de quince (15) días para la comprobación de las condiciones de almacenamiento de la emulsión asfáltica.

### **210.6 MEDIDA Y PAGO**

La medida y el pago de la emulsión asfáltica se realizarán conforme se indique en la unidad de obra de la cual forme parte.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 212-05

### EMULSION ASFÁLTICA MODIFICADA CON POLÍMEROS

#### 212.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere a las características de calidad de las emulsiones asfálticas modificadas con polímeros, de tipo catiónico y características de rotura apropiadas, en el sitio de ejecución de riegos de liga, tratamientos superficiales, lechadas asfálticas y mezclas abiertas en frío, construidos de acuerdo con lo establecido en la respectiva especificación de la partida de trabajo correspondiente.

#### 212.2 CONDICIONES GENERALES

##### 212.2.1 Definición

Las emulsiones asfálticas modificadas con polímeros se fabricarán a partir de cemento asfáltico modificado con polímeros -de los definidos en la Sección 202 de estas Especificaciones- o de cemento asfáltico -de los definidos en la Sección 200 de estas Especificaciones- y polímero, agua, un agente emulsificante de carácter aniónico o catiónico, lo que determina la denominación de la emulsión y, eventualmente, disolventes.

La presente Sección se refiere únicamente a las emulsiones asfálticas catiónicas modificadas con polímeros.

##### 212.2.2 Designación

La designación de las emulsiones asfálticas se compone de varias letras y un número. La letra C, indicativa de su carácter catiónico; las letras RR, RM y RL según su tipo de rotura (rotura rápida, media y lenta); los números 1 y 2, indicadores del contenido de ligante residual de la emulsión y, en su caso, la letra "h", indicativa de una emulsión de alta estabilidad. Por último, una letra "m" resalta el carácter modificado de la emulsión.

De acuerdo con su denominación, las emulsiones asfálticas deberán cumplir los requisitos de calidad establecidos en la Tabla 212. 1 de la presente Sección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**TABLA 212.1**

**ESPECIFICACIONES PARA EMULSIONES ASFÁLTICAS MODIFICADAS CON POLÍMEROS**

TIPOS DE EMULSIONES	Unidad	Norma de Ensayo INV	ROTURA RÁPIDA				ROTURA MEDIA		ROTURA LENTA	
			CRR-1m		CRR-2m		CRMm		CRL-1hm	
1. ENSAYOS SOBRE LA EMULSIÓN			Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol		E-763								
a 25°C	s									100
a 50°C	s		20	100	20	300	20	450		
Contenido de agua en volumen	%	E-761	-	40	-	35	-	35	-	43
Estabilidad en almacenamiento		E-764								
Sedimentación a los 7 días	%		-	5	-	5	-	5	-	5
Destilación		E-762								
Contenido de asfalto residual	%		60	-	65	-	60	-	57	-
Contenido de disolventes	%		-	3	-	3	-	12	-	0
Tamizado		E-765								
Retenido en tamiz N° 20 (850 mm)	%		-	0.1	-	0.1	-	0.1	-	0.1
Rotura										
Diocilsulfosuccinato sódico	%	E-766	40	-	40	-	-	-	-	-
Mezcla con cemento	%	E-770	-	-	-	-	-	-	-	2
Carga partícula		E-767	Positiva		Positiva		Positiva		Positiva	
pH		E-768	-	6	-	6	-	6	-	6
Recubrimiento del agregado y resistencia al desplazamiento		E-769								
Con agregado seco			-	-	Buena		-	-	-	-
Con agregado seco y acción del agua			-	-	Satisfactoria		-	-	-	-
Con agregado húmedo			-	-	Satisfactoria		-	-	-	-
Con agregado húmedo y acción del agua			-	-	Satisfactoria		-	-	-	-
2. ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE EVAPORACIÓN		E-771								
Penetración (25° C, 100 g, 5 s)	0.1 mm	E-706	60 100	100 250	60 100	100 250	100	250	60	100
Punto de ablandamiento	° C	E-712	55 45	- -	55 45	- -	40	-	55 45	- -
Ductilidad (5° C, 5 cm/min)	cm	E-702	10	-	10	-	10	-	10	-
Recuperación elástica por torsión a 25° C	%	E-727	12	-	12	-	12	-	12	-

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## **212.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

### **212.3.1 Transporte**

El transporte de la emulsión asfáltica modificada con polímeros desde la planta de fabricación hasta el sitio de mezcla o de colocación, se realizará a granel, en carrotanques que no requieren aislamientos térmicos ni calefacción. Estarán dotados de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

El Constructor suministrará las emulsiones asfálticas modificadas con polímeros cumpliendo las disposiciones legales referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental de los mismos.

### **212.3.2 Depósitos de almacenamiento**

El almacenamiento que requiera la emulsión asfáltica modificada con polímeros, antes de su uso, se realizará en tanques cilíndricos verticales independientes para cada tipo de emulsión, con tuberías de fondo para carga y descarga, las cuales deberán encontrarse en posiciones diametralmente opuestas.

Los tanques tendrán bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión y contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios para garantizar su correcto funcionamiento, situados en puntos de fácil acceso. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

Además, deberán estar provistos de elementos que permitan la recirculación de la emulsión, cuando ésta deba almacenarse por tiempo prolongado.

Todas las tuberías usadas para el trasvase de la emulsión del carrotanque al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar dispuestas de manera que se puedan limpiar fácilmente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, los carrotanques empleados para el transporte de la emulsión asfáltica modificada con polímeros deberán estar dotados de medios neumáticos o mecánicos para el trasvase rápido de su contenido a los tanques. Cuando se empleen bombas de trasvase, se preferirán las de tipo rotativo a las centrífugas.

El trasvase desde el carrotanque al tanque de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa.

El Interventor deberá comprobar, con la frecuencia que considere pertinente, los sistemas de transporte y trasvase y las condiciones de almacenamiento, en todo cuanto pueda afectar la calidad del material y podrá ordenar la suspensión de la utilización del contenido del tanque o carrotanque, mientras realiza las comprobaciones que estime convenientes de las características de la calidad de la emulsión.

### **212.4 EMPLEO**

El empleo de una determinada emulsión asfáltica modificada con polímeros en la elaboración de una partida de trabajo en la cual sea utilizable, se hará conforme lo establezca la Especificación correspondiente a dicha partida de trabajo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## **212.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DEL PRODUCTO**

### **212.5.1 Controles generales**

El Interventor adelantará los siguientes controles principales:

- Verificar que en las operaciones de suministro de la emulsión asfáltica modificada con polímeros, se cumpla la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad industrial, almacenamiento y transporte.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los carrotanques, no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto y la seguridad de las personas.
- Tomar, cada vez que lo estime conveniente, muestras para los ensayos que indica la Tabla 212.1 y efectuar las respectivas pruebas. Las muestras se deberán tomar de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-701.

### **212.5.2 Control de recibo de los carrotanques**

A la llegada de cada carrotanque al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante de la emulsión modificada con polímeros, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones establecidas en la Tabla 212.1 de la presente Sección. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación por parte del Interventor, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega. De todas maneras, el Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

En el momento del trasvase de la emulsión modificada con polímeros de cada carrotanque al tanque de almacenamiento, el Interventor deberá tomar dos (2) muestras representativas, de al menos un (1) litro cada una, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701 y a una de ellas le obtendrá el residuo por evaporación (INV E-771), sobre el cual realizará ensayos de penetración (INV E-706), punto de ablandamiento (INV E-712), y recuperación elástica por torsión (INV E-727), conservando la otra muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando el Constructor o el proveedor manifiesten inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas o riegos que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

### **212.5.3 Control en el momento de empleo**

Se considerará como lote que se aceptará o rechazará en bloque, a la menor cantidad entre diez mil (10.000) litros de emulsión asfáltica modificada con polímeros y el volumen del producto utilizado en una jornada de trabajo, en la elaboración de un determinado tipo de mezcla o tratamiento superficial. En el caso de riegos de liga, se considerará como lote la fracción empleada en una semana.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

De cada lote se tomarán dos (2) muestras, de al menos un (1) litro cada una, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701, a la salida del tanque de almacenamiento. A una de las muestras se le obtendrá el residuo por evaporación (INV E-771), sobre el cual se realizarán ensayos de penetración (INV E-706), punto de ablandamiento (INV E-712), y recuperación elástica por torsión (INV E-727), conservándose la otra muestra para eventuales ensayos ulteriores de contraste, cuando alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas o riegos que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

#### **212.5.4 Control adicional**

Una vez al mes, y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, por cada tipo y composición de emulsión asfáltica utilizada, se realizarán todos los ensayos para comprobar las características especificadas en la Tabla 212.1.

Si la emulsión ha estado almacenada durante un plazo superior a quince (15) días antes de su empleo, se deberán realizar determinaciones del contenido de asfalto residual (INV E-762) y tamizado (INV-E765) sobre muestras representativas de las partes superior e inferior de la emulsión almacenada. En caso de que no se cumpla lo establecido sobre estas características en la Tabla 212.1, se procederá a su homogeneización y a la posterior realización de nuevos ensayos y si los resultados de estos últimos no resultan satisfactorios, la emulsión será rechazada.

Cuando las condiciones atmosféricas sean muy desfavorables, el Interventor podrá reducir el plazo recién indicado de quince (15) días para la comprobación de las condiciones de almacenamiento de la emulsión asfáltica modificada con polímeros.

#### **212.6 MEDIDA Y PAGO**

La medida y el pago de la emulsión asfáltica modificada con polímeros se realizarán conforme se indique en la unidad de obra de la cual forme parte.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 220-05

### ASFALTO LÍQUIDO PARA RIEGOS DE IMPRIMACIÓN

#### 220.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere a las características de calidad que debe presentar el asfalto líquido a utilizar en la elaboración de imprimaciones, de acuerdo con lo establecido en la Sección 500 de las presentes Especificaciones.

#### 220.2 CONDICIONES GENERALES

##### 220.2.1 Definición

El asfalto líquido para riegos de imprimación es el ligante hidrocarbonado resultante de incorporar a un cemento asfáltico –de los definidos en la Sección 200 de las presentes Especificaciones- fracciones líquidas, más o menos volátiles, procedentes de la destilación del petróleo, el cual se emplea en la protección de capas granulares no estabilizadas.

##### 220.2.2 Designación

La designación del asfalto líquido para riegos de imprimación cemento asfáltico será con las letras MC, indicativas de curado medio, seguidas por un número 30 que identifica la viscosidad mínima del producto a 60° C, medida en centi - Stokes. Sus características de calidad serán las indicadas en la Tabla 220.1

**TABLA 220.1**

#### ESPECIFICACIONES DEL ASFALTO LÍQUIDO PARA RIEGOS DE IMPRIMACIÓN

CARACTERÍSTICA	UNIDAD	NORMA DE ENSAYO	MC 30	
			mín	máx
Punto de inflamación,	° C	INV E-710	38	-
Viscosidad cinemática (60° C)	cSt	INV E-715	30	60
Viscosidad Saybolt Furol (25° C)	s	INV E-714	75	150
Destilación: Destilado (% sobre volumen total destilado hasta 360° C) :		ASTM D-402		
A 225° C	%		-	25
A 260° C	%		40	70
A 316° C	%		75	93
Residuo de destilación a 360° C (% en volumen por diferencia)	%	ASTM D-402	50	60
<b>ENSAYOS SOBRE EL RESIDUO DE DESTILACIÓN</b>				
Penetración (25° C, 100 g, 5 s)	0.1 mm	INV E-706	120	300
Ductilidad (25° C, 5 cm/minuto)	cm	INV E-702	100	-
Solubilidad en tricloroetileno	%	INV E-713	99.5	100

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 10 de mayo de 2006</b>	

## **220.3 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

### **220.3.1 Transporte**

El transporte del asfalto líquido para riegos de imprimación desde la planta de fabricación hasta el sitio de colocación, se realizará a granel, en carrotaques que no requieren aislamientos térmicos ni calefacción. Estarán dotados de los medios mecánicos que permitan el rápido traslado de su contenido a los depósitos de almacenamiento. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

El Constructor suministrará el asfalto líquido cumpliendo las disposiciones legales referentes a las dimensiones y pesos de los vehículos de transporte y al control de la contaminación ambiental de los mismos.

### **220.3.2 Depósitos de almacenamiento**

El almacenamiento que requiera el asfalto líquido para riegos de imprimación antes de su uso, se realizará en tanques adecuados para tal fin, los cuales tendrán bocas de ventilación para evitar que trabajen a presión y contarán con los aparatos de medida y seguridad necesarios para garantizar su correcto funcionamiento, situados en puntos de fácil acceso. Así mismo, dispondrán de un elemento adecuado para la toma de muestras.

Todas las tuberías usadas para el trasvase del asfalto líquido para imprimación del carrotaque al tanque de almacenamiento y de éste al equipo de empleo, deberán estar dispuestas de manera que se puedan limpiar fácilmente después de cada aplicación y/o jornada de trabajo.

Cuando los tanques de almacenamiento no dispongan de medios de carga propios, los carrotaques empleados para el transporte del asfalto líquido deberán estar dotados de medios neumáticos o mecánicos para el trasvase rápido de su contenido a los tanques. Cuando se empleen bombas de trasvase, se preferirán las de tipo rotativo a las centrífugas. El trasvase desde el carrotaque al tanque de almacenamiento se realizará siempre por tubería directa.

El Interventor deberá comprobar, con la frecuencia que considere pertinente, los sistemas de transporte y trasvase y las condiciones de almacenamiento, en todo cuanto pueda afectar la calidad del material y podrá ordenar la suspensión de la utilización del contenido del tanque o carrotaque, mientras realiza las comprobaciones que estime convenientes de las características de la calidad del asfalto líquido.

## **220.4 EMPLEO**

El asfalto líquido para riegos de imprimación solamente podrá ser empleado en la ejecución de la partida de trabajo a la cual se refiere la Sección 500 de las presentes Especificaciones.

## **220.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DEL PRODUCTO**

### **220.5.1 Controles generales**

Se adelantarán los siguientes controles principales:

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 10 de mayo de 2006</b>	

- Verificar que en las operaciones de suministro del asfalto líquido, se cumpla la legislación vigente en las materias ambiental, de seguridad industrial, almacenamiento y transporte.
- Verificar el estado y funcionamiento de los equipos de transporte y almacenamiento.
- Verificar que durante el vaciado de los carrotanques, no se lleven a cabo manipulaciones que puedan afectar la calidad del producto, generar incendios o poner en riesgo la seguridad de las personas.
- Tomar, cada vez que el Interventor lo estime conveniente, muestras para los ensayos que indica la Tabla 220.1 y efectuar las respectivas pruebas. Las muestras se deberán tomar de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-701.

### **220.5.2 Control de recibo de los carrotanques**

A la llegada de cada carrotanque al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación expedida por el fabricante del asfalto líquido, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo de disolvente y la velocidad de curado, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones establecidas en la Tabla 220.1 de la presente Sección. Dicha constancia no evitará, en ningún caso, la ejecución de ensayos de comprobación, ni implica necesariamente la aceptación de la entrega. De todas maneras, el Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de asfalto líquido que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante.

En el momento del trasvase del asfalto líquido de cada carrotanque al tanque de almacenamiento, se deberán tomar dos (2) muestras representativas, de al menos un (1) litro cada una, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701 y sobre una de ellas realizará ensayos de viscosidad Saybolt Furol (INV E-714), destilación (ASTM D-402), y penetración sobre el residuo de destilación (INV E-706), conservando la otra muestra para eventuales ensayos posteriores de contraste, cuando alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y las mezclas o riegos que eventualmente se hubiesen fabricado con él.

### **220.5.3 Control en el momento de empleo**

Se considerará como lote que se aceptará o rechazará en bloque, a la menor cantidad entre veinte mil (20.000) litros de asfalto líquido para riegos de imprimación y el volumen del producto utilizado en una semana.

De cada lote se tomarán dos (2) muestras, de al menos un (1) litro cada una, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma INV E-701, a la salida del tanque de almacenamiento. Sobre una de las muestras se realizarán los ensayos de viscosidad Saybolt Furol (INV E-714), destilación (ASTM D-402), y penetración sobre el residuo de destilación (INV E-706), conservando la otra muestra para eventuales ensayos posteriores de contraste, cuando alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales. Si los resultados de las pruebas de contraste no son satisfactorios, se rechazará el producto y los riegos que eventualmente se hubiesen elaborado con él.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 10 de mayo de 2006</b>	

#### **220.5.4 Control adicional**

Una vez al mes, y como mínimo tres (3) veces durante la ejecución de la obra, se realizarán todos los ensayos para comprobar las características especificadas en la Tabla 220.1.

#### **220.6 MEDIDA Y PAGO**

La medida y el pago del asfalto líquido para riegos de imprimación se realizarán conforme se indica en la Sección 500, "Imprimación".



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto  
Desarrollo Urbano

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN  
PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO  
EN BOGOTÁ D.C.**

**Especificaciones IDU-ET-2005**

**Capítulo 3**

**EXCAVACIONES Y RELLENOS**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 310-05

### EXCAVACIONES PARA CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE

#### 310.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el conjunto de las actividades de excavar, remover, cargar, transportar y colocar en los sitios de utilización o de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la conformación de la subrasante de la vía u obras de espacio público, incluyendo los taludes, las cunetas cuando éstas se requieran, y la cimentación de rellenos; de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con todos los requisitos de la presente Sección.

Comprende, además, la excavación y remoción de la capa vegetal o descapote y de otros materiales blandos, orgánicos y objetables.

Comprende la preparación de la subrasante en corte mediante las labores de escarificación, conformación y compactación.

No comprende las labores de demolición y el retiro de pavimento, de estructuras de concreto o mampostería, de redes de servicio o de otros elementos que se encontraren en el área, labores que se ejecutarán, medirán y pagarán como demoliciones.

#### 310.2 CLASIFICACIÓN DE LAS EXCAVACIONES

Salvo que en los documentos del proyecto se indique expresamente que la excavación es clasificada, las excavaciones para la conformación de la subrasante no se clasificarán, cualquiera que sea el tipo de materiales encontrados.

Si los documentos del proyecto indican que la excavación es clasificada por tipo de material, las excavaciones se clasificarán en dos tipos únicamente: a) En roca; b) Común.

##### 310.2.1 Excavación en roca

Comprende la excavación de masas de rocas fuertemente litificadas que, debido a su buena cementación o alta consolidación, requieren del empleo sistemático de explosivos.

Comprende, también, la excavación de bloques con volumen individual mayor de un metro cúbico (1 m<sup>3</sup>), procedentes de macizos alterados o de masas transportadas o acumuladas por acción natural, que para su fragmentación requieran el uso de explosivos. La medida de estos bloques la hará física o visualmente la Interventoría.

##### 310.2.2 Excavación en material común

Por excavación en material común se entiende la efectuada en cualquier otro tipo de material no incluido en el párrafo anterior o clasificado como derrumbe.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **310.3 UTILIZACIÓN Y DISPOSICIÓN DE MATERIALES DE EXCAVACIÓN**

Los materiales provenientes de la excavación se utilizarán en la construcción de las obras objeto del contrato si reúnen las calidades exigidas, de acuerdo con los usos fijados en los documentos del proyecto o acordados con el Interventor. El Constructor no podrá desechar materiales ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin la autorización previa del Interventor.

Los materiales provenientes de la excavación que presenten buenas características para uso en la construcción de la obra, serán reservados para colocarlos posteriormente. Su disposición provisional se hará en los sitios aprobados previamente para tal fin por el Interventor.

Los materiales de excavación que no sean utilizables deberán ser llevados y dispuestos en las zonas de desecho aprobadas para el proyecto.

### **310.4 EQUIPO**

En adición a lo descrito en la Sección 107.2 del Capítulo 1, se tendrá en cuenta lo que se indica en el presente numeral. El Constructor podrá utilizar cualquier tipo de equipo apropiado para la realización de las excavaciones incluyendo tractores con tapadora y desgarradora, motoniveladora, trailla y palas de empuje o arrastre, cargador y vehículos de transporte, aprobados por la Interventoría.

El equipo deberá mantenerse en óptimas condiciones de funcionamiento y su capacidad y rendimiento deberán producir el adelanto de la construcción de acuerdo con los programas de trabajo aprobados.

### **310.5 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

#### **310.5.1 Generalidades**

Antes de iniciar las excavaciones, se requiere la aprobación por parte del Interventor de los trabajos de localización, desmonte, limpieza y demoliciones, así como los de remoción de especies vegetales. No podrá iniciarse excavación alguna, mientras no se hayan completado los trabajos básicos de medida y se hayan colocado las correspondientes estacas de control, de acuerdo con la Interventoría.

El Constructor deberá realizar sus operaciones de manera continua y ordenada de acuerdo con el plan de trabajo aprobado. Las excavaciones deben ejecutarse de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Interventor.

Las excavaciones deberán realizarse con el mayor cuidado en la vecindad de estructuras u obras existentes y deberán utilizarse medios manuales, si fuere necesario, para asegurar la estabilidad y conservación de las mismas. Todo daño a obras y propiedades aledañas causado por negligencia del Constructor, debe ser subsanado por éste a su costa.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La secuencia de todas las operaciones de excavación debe ser tal, que asegure la utilización de todos los materiales procedentes de las excavaciones que sean aptos y necesarios para la construcción de las obras señaladas en los planos del proyecto o indicadas por el Interventor.

### 310.5.2 Sobre-excavación

Se considerará como sobre-excavación, el retiro o ablandamiento de materiales, por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos o aprobados especialmente por el Interventor. Las sobre-excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar a su propia costa los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con las especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

Toda sobre-excavación que haga el Constructor, por negligencia o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Interventor podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas. En estos casos, el Constructor deberá rellenar por su cuenta estas sobre-excavaciones con los materiales y procedimientos adecuados y aprobados por el Interventor de manera que se restauren las condiciones iniciales del sitio.

### 310.5.3 Drenaje de las Excavaciones

El Constructor deberá tomar a su propia costa, todas las medidas indispensables para mantener drenadas las excavaciones y demás áreas de trabajo. Se instalarán drenes o zanjas temporales, para interceptar el agua que pudiera afectar la ejecución del trabajo y se utilizarán los equipos necesarios para realizar un control efectivo de la misma.

Será responsabilidad del Constructor todo deterioro que se ocasione en los materiales de la excavación debido a deficiencias en el sistema de drenaje implementado. En este caso, correrán por su cuenta y a su costa las medidas correctivas que tenga que ejecutar para subsanar el deterioro causado en los mismos.

Antes de iniciar los trabajos de excavación, el Constructor deberá presentar para aprobación por parte del Interventor el plan de drenaje temporal que piensa implementar para evitar que el agua se apoce y deteriore los materiales expuestos, en especial la subrasante del proyecto.

En todo momento, la superficie de la excavación debe tener pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial hacia los elementos de drenaje temporal o definitivo. Se deberá tener cuidado para que no se presenten depresiones y hundimientos que afecten el normal escurrimiento de las aguas superficiales.

Las obras de excavación deberán avanzar en forma coordinada con las de drenaje del proyecto, tales como cunetas, zanjas de coronación, filtros, subdrenes, sumideros, alcantarillas, desagües y descoles. Además, se debe garantizar el correcto funcionamiento del drenaje y controlar fenómenos de erosión e inestabilidad.

Cuando el diseño de los taludes contemple la construcción de bermas o terrazas intermedias, éstas deberán conformarse con pendiente hacia el interior del talud a una cuneta que debe recoger y encauzar las aguas superficiales.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **310.5.4 Protección de la Subrasante**

El Constructor deberá proteger la subrasante en todo momento para evitar su deterioro. Será responsabilidad del Constructor todo deterioro que se ocasione en la subrasante debido a la falta de implementación de los sistemas adecuados de protección. En este caso, correrán por su cuenta y a su costa las medidas correctivas que tenga que ejecutar para subsanar el deterioro causado en la misma.

En especial, deberá llevar a cabo las labores de construcción teniendo en cuenta los siguientes factores, adicionales al tema del drenaje mencionado en el numeral 310.5.3.

##### **310.5.4.1 Circulación sobre la Subrasante**

El Constructor deberá organizar todos sus trabajos, en especial las labores de excavación, cargue del material excavado y descargue del material por colocar sobre la subrasante, de manera que los equipos no circulen directamente sobre la subrasante y la deterioren. Se exceptúan los casos en que la subrasante esté constituida por materiales que soporten el tráfico de construcción sin deteriorarse; se podrá tomar como guía para calificar el impacto adverso del tráfico temporal sobre la subrasante la presencia de acolchonamientos mayores que 20 mm (deformaciones ante el paso de los vehículos que se pueden observar a simple vista y que se recuperan en todo o en parte cuando el vehículo se aleja), o la ocurrencia de ahuellamientos mayores que 25 mm (deformaciones permanentes en forma de surcos longitudinales que no se recuperan al alejarse los vehículos).

##### **310.5.4.2 Pérdida de Humedad en la Subrasante**

Con el fin de evitar el fisuramiento o la activación de procesos de cambios volumétricos en las subrasantes arcillosas, no se debe permitir que éstas pierdan su humedad natural, salvo en casos específicos en que esta pérdida de humedad se requiera para la adecuada compactación de la misma; por lo tanto, el Constructor deberá tomar las medidas necesarias para prevenir esta pérdida de humedad.

#### **310.5.5 Compactación de la Subrasante**

##### **310.5.5.1 Necesidad de Compactar la Subrasante**

En general, siempre se requiere compactar la subrasante en corte, bien sea que ésta vaya a servir de apoyo a un terraplén o relleno, o a la estructura misma del pavimento. Sin embargo, en algunas ocasiones los documentos del proyecto pueden indicar expresamente que la subrasante no requiere compactación.

En otras ocasiones, los documentos del proyecto pueden expresamente prohibir la compactación de la subrasante. Puede ser el caso de muchos de los suelos arcillosos de la Sabana de Bogotá, que tienen plasticidades muy altas y humedades muy por encima de la óptima de compactación; en estos suelos, el remoldeo y la desecación requerida para la compactación resultan en general más perjudiciales que beneficiosos para el comportamiento del pavimento, porque pueden activar procesos de cambios volumétricos que pueden llegar a producir comportamientos claramente expansivos.

Cuando la subrasante natural sirve directamente como apoyo de la estructura del pavimento, ésta requiere de su compactación en un espesor no menor de 20cm. Por lo tanto, si los documentos técnicos

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

del proyecto indican que la subrasante natural no requiere compactación o especifican que se prohíbe compactarla, el diseño debe tener previsto al menos una capa de mejoramiento compactada con espesor mínimo de 20cm (material de aporte sin estabilizar o estabilizado, o estabilización de la parte superior de la subrasante), para ser construida encima de la subrasante natural; si el diseño no prevé esta capa de mejoramiento sobre la subrasante sin compactar, el Interventor podrá ordenar al Constructor su construcción en el espesor que juzgue conveniente, previa excavación de un espesor igual de material de subrasante para conservar las cotas del proyecto; en este caso, tanto la excavación como la construcción de la capa de mejoramiento se pagarían según los ítems que resulten aplicables.

### **310.5.5.2 Procedimiento de Compactación de la Subrasante**

Los documentos técnicos del proyecto indicarán la profundidad y el grado de compactación requeridos para la subrasante del proyecto.

Si no lo indican, el procedimiento será como mínimo el siguiente: al alcanzar el nivel de subrasante en la excavación, se deberá escarificar en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm), conformar de acuerdo con las pendientes transversales especificadas y compactar, según las exigencias de compactación definidas en el numeral 310.6.2.2, en una profundidad mínima de veinte centímetros (20 cm).

En caso de presencia de suelos especiales, como cenizas volcánicas, suelos blandos o suelos expansivos, se deberán atender las indicaciones particulares contenidas en los documentos técnicos del proyecto.

### **310.5.6 Excavaciones en Roca**

Para las excavaciones en roca, los procedimientos, tipos y cantidades de explosivos y equipos que el Constructor proponga utilizar, deberán estar aprobados previamente por el Interventor; así como la secuencia y disposición de las voladuras, las cuales se deberán proyectar en tal forma que sea mínimo su efecto fuera de los taludes proyectados. El Constructor garantizará la dirección y ejecución de las excavaciones en roca, utilizando personal que tenga amplia experiencia en trabajos similares.

La aprobación dada por el Interventor no exime al Constructor de su responsabilidad por los errores y daños que causen las voladuras.

Toda excavación en roca se deberá profundizar quince centímetros (15 cm) por debajo de las cotas de subrasante. Las áreas sobre-excavadas se deben rellenar y conformar con material seleccionado proveniente de las excavaciones, con material de relleno seleccionado o con material de subbase granular, según lo indiquen los documentos del proyecto o lo apruebe el Interventor.

La superficie final de la excavación en roca deberá encontrarse libre de cavidades que permitan la retención de agua y tendrá, además, pendientes transversales y longitudinales que garanticen el correcto drenaje superficial.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **310.5.7 Utilización de materiales excavados y disposición de sobrantes**

Todos los materiales provenientes de las excavaciones que sean utilizables y, según los planos y especificaciones o a juicio del Interventor, necesarios para la construcción o protección de rellenos, pedraplenes u otras partes de las obras proyectadas, se deberán utilizar en ellos. El Constructor no podrá disponer de los materiales provenientes de las excavaciones ni retirarlos para fines distintos a los del contrato, sin autorización previa del Interventor.

Cuando las excavaciones se realicen en vías existentes y el proyecto contemple la reutilización de los materiales presentes en las mismas, los procedimientos que utilice el Constructor deberán permitir la ejecución de los trabajos evitando la contaminación de esos materiales con materiales arcillosos, orgánicos o vegetales. Los materiales excavados deberán cargarse y transportarse hasta los sitios de utilización o disposición aprobados por el Interventor.

Los materiales provenientes del descapote deberán almacenarse para su uso posterior en sitios accesibles y de manera aceptable para el Interventor; estos materiales se deberán usar preferentemente para el recubrimiento de los taludes de los rellenos terminados, cuando ello resulte factible.

Los materiales sobrantes de la excavación deberán ser colocados de acuerdo con las instrucciones del Interventor y en zonas aprobadas; se usarán para el tendido de los taludes de rellenos o para emparejar las zonas laterales de la vía. Se dispondrán en tal forma que no ocasionen ningún perjuicio al drenaje de la vía o a los terrenos que ocupen, a la visibilidad en la vía ni a la estabilidad de los taludes o del terreno al lado y debajo de la vía. Todos los materiales sobrantes se deberán extender y emparejar de tal modo que permitan el drenaje de las aguas alejándolas de la vía, sin estancamiento y sin causar erosión, y se deberán conformar para presentar una buena apariencia.

### **310.5.8 Casos Especiales**

#### **310.5.8.1 Ensanche de rellenos**

En las zonas de ensanche de rellenos, el talud existente deberá cortarse en forma escalonada de acuerdo con lo que establezcan los documentos del proyecto y las indicaciones del Interventor.

#### **310.5.8.2 Taludes de excavación**

La excavación de los taludes se realizará adecuadamente para no dañar su superficie final, evitar la descompresión prematura o excesiva de su pie y contrarrestar cualquier otra causa que pueda comprometer la estabilidad de la excavación final.

Cuando sea preciso adoptar medidas especiales para la protección superficial del talud, tales como plantaciones superficiales, revestimientos, etc., bien porque estén previstas en el proyecto o porque sean ordenadas por el Interventor, estos trabajos deberán realizarse inmediatamente después de la excavación del talud.

En el caso de que los taludes presenten deterioro antes del recibo definitivo de las obras, el Constructor eliminará los materiales desprendidos o movidos y realizará inmediatamente las correcciones complementarias ordenadas por el Interventor. Si dicho deterioro es imputable a una mala ejecución de

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

las excavaciones, el Constructor será responsable por los daños ocasionados y, por lo tanto, las correcciones se efectuarán a su costa.

### **310.5.9 Hallazgos arqueológicos, paleontológicos y de minerales de interés comercial o científico**

En caso de algún descubrimiento de ruinas prehistóricas, sitios de asentamientos indígenas o de época colonial, reliquias, fósiles, meteoritos u otros objetos de interés arqueológico, paleontológico o minerales de interés comercial o científico durante la ejecución de las obras, el Constructor deberá atender las disposiciones consignadas en el numeral 107.5 de la Sección 107 de las presentes especificaciones.

### **310.5.10 Limpieza final**

Al terminar los trabajos de excavación, el Constructor deberá limpiar y conformar las zonas laterales de la vía y las de disposición de sobrantes, de acuerdo con las indicaciones de los documentos del proyecto y del Interventor.

### **310.5.11 Referencias topográficas**

Durante la ejecución de la excavación para conformación de la subrasante, el Constructor deberá mantener, sin alteración, las referencias topográficas y las marcas especiales para limitar áreas de trabajo.

## **310.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

### **310.6.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar que el Constructor disponga de todos los permisos requeridos para la ejecución de los trabajos.
- Comprobar el estado y funcionamiento del equipo utilizado por el Constructor.
- Verificar la eficiencia y seguridad de los procedimientos adoptados por el Constructor.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Verificar el alineamiento, perfil y sección de las áreas excavadas.
- Comprobar que toda superficie para base de terraplén o subrasante mejorada quede limpia y libre de materia orgánica.
- Verificar la compactación del fondo de la excavación, cuando corresponda.
- Medir los volúmenes de trabajo ejecutado por el Constructor en acuerdo a la presente especificación.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 310.6.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

#### 310.6.2.1 Acabado

El trabajo de excavación se dará por terminado cuando el alineamiento, el perfil y la sección estén de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la excavación, no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la subrasante conformada y terminada no deberá variar en más de tres centímetros (3 cm) con respecto a la cota proyectada.

#### 310.6.2.2 Compactación de la subrasante

Las determinaciones de la densidad de la subrasante compactada se realizarán a razón de cuando menos una (1) vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m<sup>2</sup>) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

La densidad media del tramo (Dm) deberá ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado (norma de ensayo INV E-142) de referencia (De) para la cimentación de terraplenes o rellenos, o el noventa y cinco por ciento (95%) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando sobre la subrasante descansa directamente la estructura de un pavimento vehicular.

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas según lo indicado en la norma de ensayo INV E-228, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

$$Dm \geq 0.90 De \text{ (apoyo de terraplenes o rellenos)}$$

$$Dm \geq 0.95 De \text{ (plataforma del pavimento)}$$

A su vez, la densidad obtenida en cada ensayo individual (Di), deberá ser igual o superior al noventa y ocho por ciento (98%) del valor medio del tramo (Dm), admitiéndose un (1) sólo resultado por debajo de dicho límite, so pena del rechazo del tramo que se verifique.

$$Di \geq 0.98 Dm$$

En los casos en que el noventa y ocho por ciento (98%) del valor medio del tramo (Dm) que se establece para el control de las densidades individuales (Di) resulte mayor que el % de compactación establecido en el presente numeral para el control de la densidad media (Dm), (90 o 95% según el relleno, se usarán estos últimos como criterio de aceptación o rechazo de las densidades individuales.

La densidad de las capas compactadas podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162, E-163 y E-164.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Todas las deficiencias que excedan las tolerancias mencionadas deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

### 310.7 MEDIDA

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

El volumen se determinará con base en las secciones de corte mostradas en los documentos del proyecto, ajustadas según los cambios acordados con el Interventor, verificadas por éste antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación.

No se medirán las excavaciones que el Constructor haya efectuado por negligencia o por conveniencia fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Interventor. Si dicha sobre-excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Constructor deberá rellenar y compactar los respectivos espacios, a su costa y usando materiales y procedimientos aceptados por el Interventor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes, cuando a juicio del Interventor fueren causados por procedimientos inadecuados o negligencia del Constructor.

### 310.8 FORMA DE PAGO

El trabajo de excavación para conformación de la subrasante se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Interventor, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste.

El precio unitario para la excavación deberá cubrir todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo, y descargue en la zona de utilización o desecho; la mano de obra, equipos y herramientas.

Deberá cubrir, además los costos de conformación de la subrasante, su compactación cuando corresponda según se indica en el aparte 310.5.5 y la limpieza final y conformación de las zonas laterales y disposición de sobrantes; los costos de perforación en roca, precortes, explosivos y voladuras.

El Constructor deberá considerar, en relación con los explosivos, todos los costos que implican su adquisición, transporte, escoltas, almacenamiento, vigilancia, manejo y control, hasta el sitio de utilización.

Si el material excavado es roca, el precio unitario deberá cubrir su eventual almacenamiento para uso posterior, en las cantidades y sitios señalados por el Interventor. De los volúmenes de excavación se descontarán, para fines de pago, aquellos que se empleen en la construcción de mamposterías, concretos, filtros, subbases, bases y capas de rodadura.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 310.9 ÍTEMS DE PAGO

Alternativa I – Excavación sin Clasificar

310.1 Excavación sin clasificar para conformación de la subrasante      Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

Alternativa II – Excavación Clasificada

310.2 Excavación en roca para conformación de la subrasante      Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

310.3 Excavación en material común para conformación de la subrasante      Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 320-05

### RELLENOS PARA CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE

#### 320.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, extensión, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación de materiales aprobados; de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con todos los requisitos de la presente Sección.

Este trabajo incluye la escarificación, nivelación y compactación del terreno en donde haya de colocarse el relleno, previa ejecución de las obras de desmonte y limpieza, demolición, drenaje y subdrenaje.

#### 320.2 MATERIALES

##### 320.2.1 Requisitos de los materiales

Todos los materiales que se empleen en la construcción de rellenos para conformación de la subrasante deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales. Su empleo deberá ser autorizado por el Interventor, quien de ninguna manera permitirá la construcción de rellenos para conformación de la subrasante con materiales de características expansivas.

Los materiales que se empleen en la construcción de rellenos para conformación de la subrasante deberán cumplir los requisitos indicados en la Tabla 320.1.

**TABLA 320.1**

**REQUISITOS DE LOS MATERIALES**

Tipo de Material	Seleccionados	Adecuados	Tolerables
Tamaño máximo	75 mm	100 mm	150 mm
Pasa tamiz de 75 $\mu$ m (No.200)	$\leq$ 25% en peso	$\leq$ 35% en peso	$\leq$ 35% en peso
C.B.R. de laboratorio	$\geq$ 10	$\geq$ 5	$\geq$ 3
Expansión en prueba C.B.R.	0%	$<$ 2%	$<$ 2%
Contenido de materia orgánica	0%	$<$ 1%	$<$ 2%
Límite líquido	$<$ 30	$<$ 40	$<$ 40
Índice plástico	$<$ 10	$<$ 15	-

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El tamaño máximo y el porcentaje que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$ . (No.200) se determinarán mediante el ensayo de granulometría según norma de ensayo INV E-123, el C.B.R. y la expansión, de acuerdo con lo indicado en la norma de ensayo INV E-148; el contenido de materia orgánica, según lo establecido en la norma INV E-121; y el límite líquido y el índice plástico conforme lo establecen las normas INV E-125 y E-126, respectivamente.

Los valores de C.B.R. indicados en la Tabla No.320.1 corresponden a la densidad mínima exigida en el aparte 320.5.2.2 del presente Artículo.

### **320.2.2 Empleo**

Los documentos del proyecto o las especificaciones particulares indicarán el tipo de material de relleno por utilizar en cada capa.

En los 20 cm superiores de los rellenos donde se apoya la estructural del pavimento, (zona llamada también corona del relleno) solo se aceptará el empleo de materiales seleccionados.

### **320.3 EQUIPO**

El Constructor deberá poner a disposición de los trabajos equipos en tipo y número apropiados para la correcta ejecución del trabajo especificado en la presente Sección.

### **320.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

#### **320.4.1 Generalidades**

Los trabajos de construcción de rellenos para conformación de la subrasante se deberán efectuar según procedimientos puestos a consideración del Interventor y aprobados por éste. Su avance físico deberá ajustarse al programa de trabajo.

La secuencia de construcción de los rellenos para conformación de la subrasante deberá ajustarse a las condiciones climáticas que imperen en la época de construcción del proyecto.

#### **320.4.2 Preparación del terreno**

Antes de iniciar la construcción de cualquier relleno, el terreno de apoyo deberá estar desmontado y limpio. El Interventor determinará los eventuales trabajos de descapote y retiro del material inadecuado.

Cuando el terreno base esté satisfactoriamente limpio y drenado, se deberá escarificar, conformar y compactar, de acuerdo con las exigencias de compactación definidas en la presente Sección, en una profundidad de veinte centímetros (20 cm) la cual se podrá reducir a quince centímetros (15cm) cuando el relleno se deba construir sobre un afirmado o relleno granular existente.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En las zonas de ensanche de rellenos para conformación de la subrasante existente o en la construcción de éstos sobre terreno inclinado, previamente preparado, el talud existente o el terreno natural deberán cortarse en forma escalonada, de acuerdo con los planos o las instrucciones del Interventor, para asegurar la estabilidad del relleno nuevo.

Si el relleno hubiere de construirse sobre turba o suelos blandos, se deberán seguir las indicaciones establecidas en los documentos técnicos del proyecto; como criterios generales, se puede implementar alguna de estas soluciones:

- asegurar la eliminación total o parcial de estos materiales
- ejecutar un tratamiento o consolidación previas de los materiales

También se podrá emplear otro medio propuesto por el Constructor y autorizado por el Interventor, que permita mejorar la calidad del soporte, hasta que éste ofrezca la suficiente estabilidad para resistir esfuerzos debidos al peso del relleno terminado.

La ejecución y pago del tratamiento se realizarán conforme lo establezcan las especificaciones generales aplicables o las especificaciones particulares respectivas.

### **320.4.3 Construcción del Relleno**

El Interventor sólo autorizará la colocación de materiales de relleno cuando el terreno base esté adecuadamente preparado, según se indica en el numeral anterior.

El material del relleno se colocará en capas de espesor uniforme, el cual será lo suficientemente reducido para que, con los equipos disponibles, se obtenga el grado de compactación exigido. Los materiales de cada capa serán de características uniformes. No se extenderá ninguna capa, mientras no se haya comprobado que la subyacente cumple las condiciones de compactación exigidas. Será responsabilidad del Constructor asegurar un contenido de humedad que garantice el grado de compactación exigido en todas las capas del cuerpo del relleno.

En los casos especiales en que la humedad del material sea considerablemente mayor que la adecuada para obtener la compactación prevista, el Constructor propondrá y ejecutará los procedimientos más convenientes para ello, previa autorización del Interventor, cuando el exceso de humedad no pueda ser eliminado por el sistema de aireación. Obtenida la humedad más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la capa.

Las zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte, no permitan el empleo del equipo que normalmente se esté utilizando para la compactación, se compactarán con equipos apropiados para el caso, en tal forma que las densidades obtenidas no sean inferiores a las determinadas en esta especificación para la capa del relleno que se esté compactando.

El espesor de las capas de relleno será definido por el Constructor con base en la metodología de trabajo, aprobada previamente por el Interventor, que garantice el cumplimiento de las exigencias de compactación.

En casos especiales, cuando los rellenos para conformación de la subrasante deban ser construidos en zonas pantanosas, se colocará material en una (1) sola capa hasta la elevación mínima a la cual pueda

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

trabajar el equipo. Por encima de dicha elevación, el relleno se construirá por capas que se compactarán con los niveles de densificación señalados en el aparte 320.5.2.

#### **320.4.4 Corona del relleno**

Salvo que los planos del proyecto o las especificaciones particulares establezcan algo diferente, la corona del relleno deberá tener un espesor compacto de veinte centímetros (20 cm), los cuales se conformarán utilizando materiales seleccionados; éstos se humedecerán o airearán según sea necesario, y se compactarán mecánicamente hasta obtener los niveles señalados en el aparte 320.5.2.2. de la presente Sección.

Los rellenos para conformación de la subrasante se deberán construir hasta una cota superior a la indicada en los planos, en la dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos por efecto de la consolidación y obtener la rasante final a la cota proyectada, con las tolerancias establecidas en el aparte 320.5.2.

Si por causa de los asentamientos, las cotas de subrasante resultan inferiores a las proyectadas, incluidas las tolerancias indicadas en esta especificación, se deberá escarificar la capa superior del relleno en el espesor que ordene el Interventor y adicionar del mismo material utilizado para conformar la corona, efectuando la homogeneización, humedecimiento o secamiento y compactación requeridos hasta cumplir con la cota de subrasante.

Si las cotas finales de subrasante resultan superiores a las proyectadas, teniendo en cuenta las tolerancias de esta especificación, el Constructor deberá retirar, a sus expensas, el espesor en exceso.

#### **320.4.5 Acabado**

Al terminar cada jornada, la superficie del relleno deberá estar compactada y bien nivelada, con declive suficiente que permita el escurrimiento de aguas lluvias sin peligro de erosión.

#### **320.4.6 Limitaciones en la ejecución**

La construcción de rellenos para conformación de la subrasante sólo se llevará a cabo cuando no haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra y la temperatura ambiente no sea inferior a dos grados Celsius (2°C).

Deberá prohibirse la acción de todo tipo de tránsito sobre las capas en ejecución, hasta que se haya completado su compactación. Si ello no resulta posible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de manera que no se concentren huellas de rodadas en la superficie.

#### **320.4.7 Estabilidad**

El Constructor responderá, hasta la aceptación final, por la estabilidad de los rellenos para conformación de la subrasante construidos con cargo al contrato y asumirá todos los gastos que resulten de sustituir cualquier tramo que, a juicio del Interventor, haya sido mal construido por descuido o negligencia atribuible a aquel o como resultado de causas naturales distintas a movimientos inevitables del suelo sobre el que se ha construido el relleno.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## **320.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

### **320.5.1 Controles**

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

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo utilizado por el Constructor.
- Supervisar la correcta aplicación de los métodos de trabajo aceptados.
- Vigilar el cumplimiento de los programas de trabajo.
- Comprobar que los materiales por emplear cumplan los requisitos de calidad exigidos en el numeral 320.2 del presente Artículo.
- Verificar la compactación de todas las capas del relleno.
- Realizar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie.

### **320.5.2 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

#### **320.5.2.1 Calidad de los materiales**

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de rellenos para conformación de la subrasante y para cualquier volumen previsto, se tomarán cuatro (4) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán:

- La granulometría, según norma de ensayo INV E-123.
- El límite líquido y el índice plástico, de acuerdo con las normas de ensayo INV E-125 y E-126, respectivamente.
- La resistencia y expansión, mediante la prueba CBR, según norma de ensayo INV E-148.
- El contenido de materia orgánica del suelo, de acuerdo con la norma INV E-121.

Los resultados de estos ensayos deberán satisfacer las exigencias indicadas en el aparte 320.2.1, según el tipo de suelo, so pena del rechazo de los materiales defectuosos.

Durante la etapa de producción, el Interventor examinará las descargas de los materiales y ordenará el retiro de aquellas que, a simple vista, presenten restos de tierra vegetal, materia orgánica o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, efectuará las siguientes verificaciones periódicas de la calidad del material:

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Determinación de la granulometría (INV E-123), mínimo una (1) vez por jornada.
- Determinación del límite líquido (INV E-125) y del índice plástico (INV E-126), cuando menos una (1) vez por jornada.
- Determinación del contenido de materia orgánica (INV E-121), por lo menos una (1) vez a la semana.
- Determinación de la densidad máxima (INV E-142), como mínimo una (1) vez por semana.
- Determinación de la resistencia y la expansión (INV E-148), como mínimo una (1) vez por mes.

### **320.5.2.2 Calidad del producto terminado**

Cada capa terminada de relleno deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a la rasante y pendientes establecidas.

Los taludes terminados de rellenos que sobresalgan del terreno circundante no deberán acusar irregularidades a la vista.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del relleno no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Interventor.

La cota de cualquier punto de la subrasante en rellenos para conformación de la subrasante, conformada y compactada, no deberá variar en más de treinta milímetros (30 mm) de la cota proyectada.

No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

En adición a lo anterior, el Interventor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

#### **a. Compactación**

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizarán a razón de cuando menos una (1) vez por cada doscientos cincuenta metros cuadrados (250 m<sup>2</sup>) y los tramos por aprobar se definirán sobre la base de un mínimo de seis (6) determinaciones de densidad. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar.

Los requisitos de densidad de cada una de las capas del relleno deberán estar definidos en los documentos técnicos del proyecto. De todas formas, los requisitos no serán inferiores a los siguientes:

La densidad media del tramo en cada capa (Dm) deberá ser, como mínimo, el noventa por ciento (90%) de la máxima obtenida en el ensayo Proctor modificado (norma de ensayo INV E-142) de referencia (De) para el relleno en general, o el noventa y cinco por ciento (95%) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del mismo (20 cm superiores).

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Siempre que sea necesario, se efectuarán las correcciones por presencia de partículas gruesas según lo indicado en la norma de ensayo INV E-228, previamente al cálculo de los porcentajes de compactación.

$$D_m \geq 0.95 D_e \text{ (corona)}$$

$$D_m \geq 0.90 D_e \text{ (en el resto del relleno)}$$

A su vez, la densidad obtenida en cada ensayo individual ( $D_i$ ), deberá ser igual o superior al noventa y ocho por ciento (98%) del valor medio del tramo ( $D_m$ ), admitiéndose un (1) sólo resultado por debajo de dicho límite, so pena del rechazo del tramo que se verifique.

$$D_i \geq 0.98 D_m$$

En los casos en que el noventa y ocho por ciento (98%) del valor medio del tramo ( $D_m$ ) que se establece para el control de las densidades individuales ( $D_i$ ) resulta mayor que el % de compactación establecido en el presente numeral para el control de la densidad media ( $D_m$ ) (90 o 95% según la parte del relleno), se usarán estos últimos como criterio de aceptación o rechazo de las densidades individuales.

La densidad de las capas compactadas podrá ser determinada por cualquier método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162, E-163 y E-164.

#### **b. Irregularidades**

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias de la presente especificación deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

#### **c. Protección de la corona del relleno**

La corona del relleno no deberá quedar expuesta a las condiciones atmosféricas; por lo tanto, se deberá construir en forma inmediata la capa superior proyectada una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella, previa aceptación por parte del Interventor. Será responsabilidad del Constructor la reparación de cualquier daño a la corona del relleno, por la demora en la construcción de la capa siguiente.

### **320.6 MEDIDA**

La unidad de medida para los volúmenes de rellenos para conformación de la subrasante será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al metro cúbico completo, de material compactado, aceptado por el Interventor, en su posición final.

Todos los rellenos para conformación de la subrasante serán medidos por los volúmenes determinados con base en las áreas de las secciones transversales del proyecto localizado, verificadas por el Interventor antes y después de ser ejecutados los trabajos de rellenos para conformación de la subrasante. Dichas áreas están limitadas por las siguientes líneas de pago:

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- a. Las líneas del terreno (terreno natural, descapotado, afirmado existente, cunetas y taludes existentes).
- b. Las líneas del proyecto (líneas de relleno, cunetas y taludes proyectados).

No habrá medida ni pago para los rellenos para conformación de la subrasante por fuera de las líneas del proyecto o de las establecidas por el Interventor, efectuados por el Constructor, ya sea por negligencia o por conveniencia, para la operación de sus equipos.

No se medirán los rellenos para conformación de la subrasante que haga el Constructor en sus caminos de construcción y obras auxiliares que no formen parte de las obras del proyecto.

### **320.7 FORMA DE PAGO**

El trabajo de rellenos para conformación de la subrasante se pagará al precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada satisfactoriamente de acuerdo con la presente especificación y aceptada por el Interventor.

El precio unitario deberá cubrir los costos de escarificación, nivelación, conformación, compactación y demás trabajos preparatorios de las áreas en donde se haya de construir un relleno nuevo; deberá cubrir, además, el suministro, la colocación, conformación, humedecimiento o secamiento y compactación de los materiales utilizados en la construcción de rellenos para conformación de la subrasante; todos los muestreos y ensayos; y, en general, todo costo relacionado con la correcta construcción de los rellenos para conformación de la subrasante, de acuerdo con esta especificación, los planos y las instrucciones del Interventor.

### **320.8 ÍTEMS DE PAGO**

320.1 Relleno para conformación de la subrasante con material seleccionado	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
320.2 Relleno para conformación de la subrasante con material adecuado	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
320.3 Relleno para conformación de la subrasante con material tolerable	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 330-05

### SEPARACIÓN DE SUELOS DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES CON GEOTEXTIL

#### 330.1 DESCRIPCIÓN

Esta especificación se refiere al uso de geotextiles para prevenir la mezcla entre los suelos de subrasante y agregados o materiales seleccionados para conformar subbases, bases, o materiales para construir rellenos; los que se colocarán sobre el geotextil de acuerdo a un espesor de diseño y valores de compactación establecidos, en los sitios señalados por los planos del proyecto o los indicados por el Interventor. Esta especificación se basa en la supervivencia de los geotextiles frente a los esfuerzos producidos durante la instalación.

#### 330.2 MATERIALES

Las propiedades requeridas del geotextil para separación deberán estar en función de la gradación del material granular, de las condiciones geomecánicas del suelo de subrasante y de las cargas impuestas durante la ejecución de los trabajos, permitiendo en todo momento el libre paso del agua.

##### 330.2.1 Geotextiles

Se emplearán geotextiles Tejidos o No Tejidos, elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo del 95% en peso de poliolefinas o poliéster. El geotextil por utilizar deberá cumplir con las propiedades mecánicas e hidráulicas que se presentan a continuación.

##### 330.2.1.1 Requerimientos de las propiedades mecánicas.

Las propiedades de resistencia de los geotextiles dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y procedimientos de instalación. Estas propiedades corresponden a condiciones normales de instalación. Los requerimientos mínimos para las propiedades mecánicas del geotextil serán los indicados en la Tabla 330.1.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**TABLA 330.1**  
**Requerimientos de las propiedades mecánicas del geotextil**  
**(medidas en el sentido mas débil del geotextil)**

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	Valor Mínimo Promedio por Rollo (VMPR) <sup>(1)</sup>	
		Geotextil Tejido	Geotextil No Tejido
Elongación	INV E-901	< 50% <sup>(2)</sup>	> 50% <sup>(3)</sup>
Resistencia a la tensión Grab	INV E-901	1100 N	700 N
Resistencia al punzonamiento	INV E-902	400 N	250 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	INV E-903	400 N <sup>(4)</sup>	250 N
Resistencia al Estallido (Mullen Burst)	INV E-904	2700 kPa	1300 kPa

- (1) Los valores numéricos de la Tabla corresponden al valor mínimo promedio por rollo (VMPR). **El valor mínimo promedio por rollo**, es el valor mínimo de los resultados de un muestreo de ensayos de un proceso para dar conformidad a un lote que está bajo comprobación, el promedio de los resultados correspondientes de los ensayos practicados a cualquier rollo del lote que se está analizando, debe ser mayor o igual al valor presentado en esta especificación y corresponde a la traducción del nombre en Ingles "**Minimun Average Roll Value (MARV)**". Desde el punto de vista del productor, corresponde al valor promedio del lote menos dos (2) veces la desviación estándar de los valores de la producción.
- (2) La elongación < 50% hace referencia a los geotextiles tejidos, medida según ensayo INV E-901.
- (3) La elongación > 50% hace referencia a los geotextiles no tejidos, medida según ensayo INV E-901.
- (4) El valor (VMPR) para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento es de 250 N.

### 330.2.1.2 Requerimientos de propiedades hidráulicas

Los requerimientos mínimos para las propiedades hidráulicas del geotextil serán los indicados en la tabla 330.2.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**TABLA 330.2**  
**Requerimientos mínimos de propiedades hidráulicas del geotextil**

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor Mínimo Promedio Por Rollo (VMPR)
Permitividad <sup>(5)</sup>	INV E-905	0.02 s <sup>-1</sup>
Tamaño de Abertura Aparente <sup>(6)</sup>	INV E-907	0.60 mm
Estabilidad Ultravioleta	INV E-910	50% después de 500 h de exposición

- (5) La Permitividad del geotextil debe ser mayor que la permitividad del suelo ( $Y_g > Y_s$ ). El interventor también podrá exigir una permeabilidad del geotextil mayor que la presentada por el suelo ( $k_g > k_s$ ).
- (6) El valor del Tamaño de Abertura Aparente (TAA) representa el valor máximo promedio por rollo.

### 330.2.2 Material Granular

Este material debe cumplir con las especificaciones y características para Capas Granulares (Sub-base o Base, según sea el caso, Sección 400) o con características de material seleccionado para la conformación de rellenos (Sección 320), de acuerdo con las indicaciones de los documentos técnicos del proyecto.

### 330.2.3 Subrasante

Para considerar que la función de separación se dé por parte del geotextil, el suelo de subrasante deberá presentar un CBR mayor o igual a 3 ( $CBR \geq 3$ ), o que la resistencia al corte sea mayor a 90 kPa (aproximadamente) y estar en condición de no saturación.

## 330.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil correctamente.

## 330.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

### 330.4.1 Generalidades

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación y compactación del material de relleno, de sub-base o base según sea el caso, de manera que el geotextil quede expuesto el menor tiempo.

Será responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 330.4.2 Preparación del terreno

La colocación del geotextil sólo será autorizada por el Interventor cuando el terreno se haya preparado adecuadamente, removiendo los bloques de roca, troncos, arbustos y demás materiales inconvenientes sobre la subrasante, excavando o rellenando hasta las cotas de diseño, de acuerdo con los datos indicados en los planos del proyecto o los ordenados por el Interventor.

### 330.4.3 Colocación del geotextil

El geotextil se deberá extender sin arrugas o dobleces en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la superficie preparada. Si es necesario colocar rollos adyacentes de geotextil, éstos se deberán traslapar o unir mediante la realización de costura, de acuerdo al numeral 330.4.4 de esta especificación. El traslapo dependerá tanto del CBR de la subrasante como del tránsito que vaya a circular sobre la vía durante la construcción; el traslapo mínimo deberá ser de treinta centímetros (0.30 m). En las curvas, el geotextil puede ser cortado con sus correspondientes traslapos o costuras, o doblado, para desarrollar la geometría de la curva propuesta.

Para todo final de rollo, el traslapo mínimo será de 1.00 m. En reemplazo de este traslapo podrá usarse una costura bajo las condiciones descritas en el numeral 330.4.4, que se expone a continuación.

**Tabla 330.3  
Traslapos mínimos**

Condición	Traslapo mínimo
CBR Mayor a 3%	30 cm. o costura
Todo final de rollo	1 m

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a tres (3) días.

### 330.4.4 Elaboración de costuras

Para obtener una buena calidad en las costuras, se deben tener en cuenta los siguientes condicionamientos. Usualmente las costuras tanto realizadas en campo como las desarrolladas durante la manufactura deben considerar los siguientes aspectos que dependerán del diseño correspondiente y son:

1. Tipo de hilo: Kevlar, Aramida, Polietileno, Poliéster o Polipropileno. No se permitirán hilos elaborados 100% a partir de fibras naturales, e incluso Nylon. Cuando se propongan hilos compuestos por fibras sintéticas y fibras naturales, no se permitirán aquellos que tengan 10% o más, en peso, de fibras naturales. No se permitirán costuras elaboradas con alambres.

2. Densidad de la puntada: Mínimo de 150 a 200 puntadas por metro lineal.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

3. Tensión del hilo: Debe ajustarse en campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser. Si se hace la costura a mano, deberán tenerse los cuidados necesarios para que al pasar el hilo, el rozamiento no “funda” las fibras del geotextil. Deberán tenerse en cuenta los requerimientos del inciso 2 del presente numeral.

4. La resistencia a la tensión de la unión, de acuerdo a la norma INV E-901, debe ser mínimo el 90% de la resistencia a la tensión Grab del geotextil que se está cosiendo, medida de acuerdo a la norma de ensayo, INV E-901.

5. Tipo de costura. Dependiendo del esfuerzo solicitado y el tipo de geotextil, se pueden realizar diferentes configuraciones para asegurar la correcta transferencia de la tensión.

6. Cantidad de líneas de costura, que se determinarán también según diseño.

7. Tipo de puntada, la que puede ser simple (Tipo 101) o de doble hilo, también llamada de seguridad (Tipo 401).

#### **330.4.5 Colocación del material de cobertura**

El material de relleno se descargará en un lugar previamente escogido y autorizado por el Interventor. Luego el material se esparcirá sobre el geotextil, empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil. No se permitirá el tránsito de maquinaria sobre el geotextil hasta que se conforme la primera capa de material de relleno compactada. No se permite el giro de maquinaria sobre la primera capa de material granular.

Para agregados de tamaños menores a 50 mm, el espesor de la primera capa compactada de material de relleno debe ser mayor a 30 cm. Para agregados de tamaños menores a 30 mm, el espesor de la primera capa compactada debe ser mayor a 15 cm.

El material de relleno se compactará con el equipo adecuado, para lograr el grado de compactación exigido del material o el solicitado por el Interventor, antes de dar paso al tráfico temporal sobre la vía o comenzar las labores de colocación de las siguientes capas. El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o la indicada por el Interventor.

### **330.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **330.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor en la colocación y costura del geotextil.
- Verificar que el terreno esté adecuadamente preparado y que se cumplan las dimensiones de la rasante de diseño señaladas en los planos o las ordenadas por él, antes de autorizar la colocación del geotextil.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación de la capa de relleno.
- Comprobar que los geotextiles a utilizar cumplan con los requisitos exigidos por la presente especificación.
- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante, con el fin de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en la Tabla 330.1.
- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo, junto con una declaración del fabricante, la cual deberá incluir la información que se exige en el numeral 330.5.3.2, que se refiere a la conformidad del geotextil.
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de geotextil colocado a satisfacción del Interventor.

### **330.5.2 Muestreo en Obra.**

Esta actividad de carácter obligatorio, deberá desarrollarse para todo despacho de geotextiles que lleguen a la obra, para ser usados de acuerdo a los requerimientos establecidos por el diseño o donde el Interventor hubiera aprobado su utilización y forma parte del proceso de aseguramiento del control de calidad de la construcción, desarrollado independientemente del programa de control de calidad de la producción o manufactura. Para esto, deberá seguir lo establecido por las normas INV E-908 e INV E-909 que se refieren a la metodología de muestreo para ensayos y a la práctica para dar la conformidad de las especificaciones de los geosintéticos.

- Para el muestreo en obra se trabajarán rollos estándar con un área entre 400 m<sup>2</sup> y 600 m<sup>2</sup>. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes en relación con 500 m<sup>2</sup>.
- Para el muestreo del control de calidad en obra de los geotextiles, por cada envío o despacho de materiales, se deberá escoger al azar un número de rollos equivalentes a la raíz cúbica de los rollos suministrados por cada envío o despacho, a los que se le dará conformidad o aceptación por parte de la obra y a los que se les utilizará para el uso que trata esta especificación, teniendo en cuenta que si el número de rollos es mayor o igual a 1000, el número de muestras seleccionadas debe ser igual a 11.
- De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra como mínimo de un metro lineal por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia y se deberá empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante, debidamente identificada (número de lote, referencia del producto, etc.).
- El número de especímenes se determina aplicando lo previsto en las normas de ensayo para evaluar las propiedades indicadas en las Tablas 330.1 y 330.2 de esta Sección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 330.5.3 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

#### 330.5.3.1 Calidad del geotextil

Cada despacho de geotextil deberá ser sometido a un proceso de conformidad de las especificaciones de acuerdo con lo establecido en el numeral 330.5.2 y de la normas INV E-909 e INV E-908, para dar conformidad del geotextil a usar, según los valores establecidos por esta especificación, independientemente que venga acompañado de una certificación o declaración del laboratorio del fabricante que garantiza que el producto satisface las exigencias indicadas en los documentos del proyecto. Por ningún motivo se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados. Las especificaciones de los geotextiles deben presentarse en valores mínimos promedio por rollo (VMPR).

#### 330.5.3.2 Declaración del fabricante del geotextil con respecto a su producto.

El Constructor suministrará al Interventor una declaración donde se establezca el nombre del fabricante, el nombre del producto, composición química relevante de los filamentos o cintas y otra información pertinente que describa totalmente al geotextil.

El fabricante es responsable de establecer y mantener un programa de control de calidad. Este deberá estar disponible cuando se requiera, mediante un documento que describa el programa de control de calidad de la producción.

La declaración del fabricante hace constar que el geotextil suministrado ofrece valores mínimos promedio por rollo "VMPR", de acuerdo a lo establecido en su hoja de especificaciones de producto, obtenidos bajo el programa de control de calidad del fabricante. La declaración deberá ser extendida por una persona que tenga el reconocimiento legal, de tal forma que comprometa al fabricante.

Un error en el etiquetado o en la presentación de los materiales, será razón suficiente para rechazar estos geotextiles.

#### 330.5.3.3 Calidad de la obra terminada

El Interventor aceptará el trabajo realizado donde las dimensiones se ajusten a los requerimientos del proyecto y cuyos materiales y procedimientos de ejecución se realicen según lo prescrito en esta especificación.

### 330.6 MEDIDA

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al décimo del metro cuadrado de geotextil medido en obra, colocado de acuerdo con los planos y esta especificación, sin incluir traslapes, debidamente aceptado por el Interventor.

### 330.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por todo trabajo ejecutado, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptado a satisfacción por el Interventor.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro, transporte, almacenamiento, colocación y desperdicios del geotextil correctamente instalado en áreas aprobadas; el retiro y disposición de los sobrantes de geotextil; todos los muestreos y ensayos y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

Las excavaciones, rellenos y demás operaciones complementarias para la colocación del geotextil, se pagarán de acuerdo con las especificaciones correspondientes.

El material de cobertura se pagará de acuerdo a la especificación que corresponda al material utilizado, según se indica en el numeral 330.2.2.

### 330.8 ÍTEM DE PAGO

330.1 Geotextil para separación de suelos de subrasante  
y capas granulares

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 332-05

### REFUERZO DE SUBRASANTE Y CAPAS GRANULARES CON GEOTEXTIL

#### 332.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la preparación del suelo de subrasante o de las capas granulares que se quieren reforzar y el suministro, transporte y colocación de materiales compuestos por el geotextil y el suelo granular, en los sitios señalados en los planos del proyecto o indicados por el Interventor. Esta especificación se basa en la supervivencia de los geotextiles frente a los esfuerzos de instalación.

#### 332.2 MATERIALES

Las propiedades requeridas del geotextil para estabilización deben estar en función de la gradación del material granular, de las condiciones geomecánicas del suelo de subrasante y de las cargas impuestas durante la ejecución de los trabajos, permitiendo en todo momento el libre paso del agua. Esta especificación no es apropiada para el refuerzo de terraplenes donde las condiciones de esfuerzos puedan causar fallas globales de la fundación o de estabilidad. El refuerzo de la sección del pavimento es un punto de diseño específico del proyecto.

##### 332.2.1 Geotextil

Se emplearán geotextiles Tejidos o No Tejidos elaborados a partir de polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos con un porcentaje mínimo del 95% en peso de poliolefinas o poliéster. El geotextil a utilizar deberá cumplir con las propiedades mecánicas e hidráulicas que se presentan a continuación.

##### 332.2.1.1 Requerimientos de propiedades mecánicas

Las propiedades de resistencia de los geotextiles dependen de los requerimientos de supervivencia y de las condiciones y procedimientos de instalación. Estas propiedades corresponden a condiciones normales de instalación.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**TABLA 332.1**  
**Requerimientos mínimos de propiedades mecánicas del geotextil**  
**(medidos en el sentido mas débil del geotextil)**

PROPIEDAD	NORMA DE ENSAYO	Valor Mínimo Promedio por Rollo (VMPR) <sup>(1)</sup>	
		Tejido	No Tejido
Tipo de Geotextil			
Elongación	INV E-901	< 50%	> 50%
Resistencia a la tensión Grab	INV E-901	1400 N	900 N
Resistencia al punzonamiento	INV E-902	500 N	350 N
Resistencia al rasgado trapezoidal	INV E-903	500 N <sup>(2)</sup>	350 N
Resistencia al Estallido (Mullen Burst)	INV E-904	3500 kPa	1700 kPa

(1) Los valores numéricos de la Tabla corresponden al valor mínimo promedio por rollo (VMPR). El valor mínimo promedio por rollo, es el valor mínimo de los resultados de un muestreo de ensayos de un proceso para dar conformidad a un lote que está bajo comprobación, el promedio de los resultados correspondientes de los ensayos practicados a cualquier rollo del lote que se está analizando, debe ser mayor o igual al valor presentado en esta especificación y corresponde a la traducción del nombre en Ingles "*Minimun Average Roll Value (MARV)*". Desde el punto de vista del productor, corresponde al valor promedio del lote menos dos (2) veces la desviación estándar de los valores de la producción.

(2) El valor (VMPR) para la resistencia al rasgado trapezoidal de los geotextiles tejidos monofilamento es de 250 N.

### 332.2.1.2 Requerimientos de propiedades hidráulicas y de filtración

**TABLA 332.2**  
**Requerimientos mínimos de propiedades hidráulicas del geotextil**

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor Mínimo Promedio Por Rollo (VMPR)
Permitividad <sup>(1)</sup>	INV E-905	0.05 s <sup>-1</sup>
Tamaño de Abertura Aparente <sup>(2)</sup>	INV E-907	0.43 mm
Estabilidad Ultravioleta	INV E-910	50% después de 500 h de exposición

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- (1) La permitividad del geotextil debe ser mayor que la permitividad del suelo ( $\psi_g > \psi_s$ ). La permeabilidad deberá ser mayor que la permeabilidad del suelo ( $k_g > k_s$ ).
- (2) El valor del Tamaño de Abertura Aparente (TAA) representa el valor máximo promedio por rollo.

### 332.2.2 Material Granular

Este material debe cumplir con las especificaciones y características para Capas Granulares (Sub-base o Base, según sea el caso, Sección 400) o con características de material seleccionado para la conformación de rellenos (Sección 320), según se indique en los documentos técnicos del proyecto.

### 332.3 EQUIPO

Se deberá disponer de los equipos necesarios para colocar el geotextil correctamente.

### 332.4 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

#### 332.4.1 Generalidades

El Interventor exigirá al Constructor que los trabajos se efectúen con una adecuada coordinación entre las actividades de preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación y compactación del material de relleno o capa granular, de manera que el geotextil quede expuesto el menor tiempo.

Será responsabilidad del Constructor la colocación de elementos de señalización preventiva en la zona de los trabajos, la cual deberá ser visible durante las veinticuatro (24) horas del día. El diseño de la señalización requerirá la aprobación del Interventor.

#### 332.4.2 Preparación del terreno

La colocación del geotextil sólo será autorizada por el Interventor cuando el terreno se haya preparado adecuadamente, removiendo los bloques de roca, troncos, arbustos y demás materiales inconvenientes sobre la subrasante, excavando o rellenando hasta la rasante de diseño, de acuerdo con los datos indicados en los planos del proyecto o los ordenados por el Interventor.

#### 332.4.3 Colocación del geotextil

El geotextil se deberá extender sin arrugas o dobleces en la dirección de avance de la construcción, directamente sobre la superficie preparada. Si es necesario colocar rollos adyacentes de geotextil, éstos se deberán traslapar o unir mediante la realización de costura, de acuerdo al numeral 332.4.4. de esta Sección. El traslapo dependerá tanto del CBR de la subrasante como del tráfico que vaya a circular sobre la vía durante la construcción; el traslapo mínimo deberá ser de sesenta centímetros (0.60 m). En las curvas, el geotextil puede ser cortado con sus correspondientes traslapos o costuras, o doblado, para desarrollar la geometría de la curva propuesta.

Para todo final de rollo el traslapo mínimo será de 1.00 m; en reemplazo de este traslapo podrá usarse una costura bajo las condiciones descritas en el numeral 332.4.4, que se expone a continuación.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 332.3  
Traslapos mínimos**

Condición	Traslapo mínimo
1% < CBR < 3%	0.60 m. o costura
Todo final de rollo	1.00 m

No se permitirá que el geotextil quede expuesto, sin cubrir, por un lapso mayor a (3) días.

#### **332.4.4 Elaboración de costuras**

Para obtener una buena calidad en las costuras, se deben tener en cuenta los siguientes condicionamientos. Usualmente las costuras tanto realizadas en campo como las desarrolladas durante la manufactura deben considerar los siguientes aspectos que dependerán del diseño correspondiente y son:

1. Tipo de hilo: Kevlar, Aramida, Polietileno, Poliéster o Polipropileno. No se permitirán hilos elaborados 100% a partir de fibras naturales, e incluso Nylon. Cuando se propongan hilos compuestos por fibras sintéticas y fibras naturales, no se permitirán aquellos que tengan 10% o más en peso de fibras naturales. No se permitirán costuras elaboradas con alambres.
2. Densidad de la puntada: Mínimo de 150 a 200 puntadas por metro lineal.
3. Tensión del hilo: Debe ajustarse en campo de tal forma que no corte el geotextil, pero que sea suficiente para asegurar una unión permanente entre las superficies a coser. Si se hace la costura a mano, deberán tenerse los cuidados necesarios para que al pasar el hilo, el rozamiento no “funda” las fibras del geotextil. Deberán tenerse en cuenta los requerimientos del inciso 2 del presente numeral.
4. La resistencia a la tensión de la unión, de acuerdo a la norma INV E-901, debe ser mínimo el 90% de la resistencia a la tensión Grab del geotextil que se está cosiendo, medida de acuerdo a la norma de ensayo, INV E-901.
5. Tipo de costura. Dependiendo del esfuerzo solicitado y el tipo de geotextil, se pueden realizar diferentes configuraciones para asegurar la correcta transferencia de la tensión.
6. Cantidad de líneas de costura, que se determinarán también según diseño.
7. Tipo de puntada, la que pueden ser simple (Tipo 101) o de doble hilo, también llamada de seguridad (Tipo 401).

#### **332.4.5 Colocación del material de cobertura**

El material de relleno se descargará en un lugar previamente escogido y autorizado por el Interventor. Luego, el material se esparcirá sobre el geotextil, empleando un método que no dé lugar a daños en el geotextil. No se permitirá el tránsito de maquinaria sobre el geotextil hasta que se conforme la primera

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

capa de material de relleno compactada. No se permite el giro de maquinaria sobre la primera capa de material granular.

Para agregados de tamaño máximo nominal entre 30 y 50 mm, el espesor de la primera capa compactada de material de relleno debe como mínimo 30 cm. Para agregados de tamaño máximo nominal menor a 30 mm, el espesor de la primera capa compactada debe ser como mínimo 15 cm.

El material de relleno se compactará con el equipo adecuado, para lograr el grado de compactación exigido del material o el solicitado por el Interventor, antes de dar paso al tráfico temporal sobre la vía o comenzar las labores de colocación de las siguientes capas. El relleno se llevará a cabo hasta la altura indicada en los planos o la indicada por el Interventor.

### **332.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **332.5.1 Controles**

Durante la ejecución de los trabajos, el se adelantarán los siguientes controles:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Verificar que el terreno esté adecuadamente preparado y que se cumplan las dimensiones de la rasante de diseño señaladas en los planos o las ordenadas por él, antes de autorizar la colocación del geotextil.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado, en cuanto a la preparación del terreno, la colocación del geotextil y la colocación de la capa de relleno.
- Comprobar que los geotextiles a utilizar cumplan con los requisitos exigidos por la presente especificación.
- Efectuar ensayos de control sobre el geotextil, en un laboratorio independiente al del fabricante. Los ensayos de control relacionados con el geotextil, deberán hacerse de conformidad con lo establecido en las normas INV E-909 e INV E-908
- Verificar que cada rollo de geotextil tenga en forma clara la información del fabricante, el número del lote y la referencia del producto, así como la composición química del mismo, junto con una declaración del fabricante la cual deberá incluir la información que se exige en el numeral 332.5.3.2 que se refiere a la conformidad del geotextil.
- Comprobar que durante el transporte y el almacenamiento, los geotextiles tengan los empaques que los protejan de la acción de los rayos ultravioleta, agua, barro, polvo, y otros materiales que puedan afectar sus propiedades
- Medir, para efectos de pago, las cantidades de geotextil colocado a satisfacción del Interventor.

#### **332.5.2 Muestreo en Obra**

Esta actividad de carácter obligatorio, deberá desarrollarse para todo despacho de geotextiles que lleguen a la obra, para ser usados de acuerdo a los requerimientos establecidos por el diseño o donde el Interventor hubiera aprobado su utilización y forma parte del proceso de aseguramiento del control de calidad de la construcción, desarrollado independientemente del programa de control de calidad de la

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

producción o manufactura. Para esto, deberá seguir lo establecido por las normas INV E-908 e INV E-909 que se refieren a la metodología de muestreo para ensayos y a la práctica para dar la conformidad de las especificaciones de los geosintéticos.

- Para el muestreo en obra se trabajarán rollos estándar con un área entre 400 m<sup>2</sup> y 600 m<sup>2</sup>. En el caso de rollos con áreas diferentes, el total de metros cuadrados se deberá convertir a unidades de rollos equivalentes en relación con 500 m<sup>2</sup>.
- Para el muestreo del control de calidad en obra de los geotextiles, por cada envío o despacho de materiales, se deberá escoger al azar un número de rollos equivalentes a la raíz cúbica de los rollos suministrados por cada envío o despacho, al que se le dará conformidad o aceptación por parte de la obra y a los que se les utilizará para el uso que trata esta especificación, teniendo en cuenta que si el número de rollos es mayor o igual a 1000, el número de muestras seleccionadas debe ser igual a 11.
- De cada rollo se deberán descartar las dos primeras vueltas de geotextil para el muestreo. Posteriormente, se deberá tomar una muestra como mínimo de un metro lineal por el ancho correspondiente al rollo, verificando que esté totalmente seca y limpia y se deberá empacar y enviar a un laboratorio distinto al del fabricante, debidamente identificada (número de lote, referencia del producto, etc.).

El número de especímenes se determina aplicando lo previsto en las normas de ensayo para evaluar las propiedades indicadas en las Tablas 332.1 332.2 de esta Sección.

### **332.5.3 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

#### **332.5.3.1 Calidad del geotextil**

Cada despacho de geotextil deberá ser sometido a un proceso de conformidad de las especificaciones de acuerdo con lo establecido en el numeral 332.5.2 y de la normas INV E-909 e INV E-908, para dar conformidad del geotextil a usar, según los valores establecidos por esta especificación, independientemente que venga acompañado de una certificación o declaración del laboratorio del fabricante que garantiza que el producto satisface las exigencias indicadas en los documentos del proyecto. Por ningún motivo se aceptarán geotextiles rasgados, agujereados o usados. Las especificaciones de los geotextiles deben presentarse en valores mínimos promedio por rollo (VMPR).

#### **332.5.3.2 Declaración del fabricante del geotextil con respecto a su producto.**

El Constructor suministrará al Interventor una declaración donde se establezca el nombre del fabricante, el nombre del producto, composición química relevante de los filamentos o cintas y otra información pertinente que describa totalmente al geotextil.

El fabricante es responsable de establecer y mantener un programa de control de calidad. Este deberá estar disponible cuando se requiera, mediante un documento que describa el programa de control de calidad de la producción.

La declaración del fabricante hace constar que el geotextil suministrado ofrece valores mínimos promedio por rollo "VMPR", de acuerdo a los establecidos en su hoja de especificaciones de producto, obtenidos bajo el programa de control de calidad del fabricante. La declaración deberá ser extendida por una persona que tenga el reconocimiento legal, de tal forma que comprometa al fabricante.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Un error en el etiquetado o en la presentación de los materiales, será razón suficiente para rechazar estos geotextiles.

### 332.5.3.3 Calidad del producto terminado

El Interventor aceptará el trabajo realizado donde las dimensiones se ajusten a los requerimientos del proyecto y cuyos materiales y procedimientos de ejecución se realicen según lo prescrito en esta especificación.

### 332.6 MEDIDA

La unidad de medida del geotextil será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al décimo del metro cuadrado de geotextil medido en obra, colocado de acuerdo con los planos y esta especificación, sin incluir traslapos, debidamente aceptado por el Interventor.

### 332.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato por todo trabajo ejecutado, de acuerdo con los planos y esta especificación, y aceptado a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos por concepto de suministro, transporte, almacenamiento, colocación y desperdicios del geotextil correctamente instalado en áreas aprobadas; el retiro y disposición de los sobrantes de geotextil; todos los muestreos y ensayos y, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta ejecución del trabajo especificado.

Las excavaciones, rellenos y demás operaciones complementarias para la colocación del geotextil, se pagarán de acuerdo con las especificaciones correspondientes.

El material de cobertura se pagará de acuerdo a la especificación del material utilizado, siguiendo en numeral 332.2.2.

### 332.8 ÍTEM DE PAGO

332.1 Geotextil para refuerzo de suelos de subrasante y capas granulares

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto  
Desarrollo Urbano

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN  
PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO  
EN BOGOTÁ D.C.**

**Especificaciones IDU-ET-2005**

**Capítulo 4**  
**SUBBASES Y BASES**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 400-05

### CAPAS GRANULARES DE BASE Y SUBBASE

#### 400.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, extensión, humedecimiento, mezcla, conformación y compactación de un material granular aprobado, el cual formará parte de la estructura de un pavimento; de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a las cotas y los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con todos los requisitos de la presente Sección.

Se definen tres clases de capas granulares para base, que se denominan Clase A (BG\_A), Clase B (BG\_B) y Clase C (BG\_C); también se definen tres clases de capas granulares para subbase, que se denominan Clase A (SBG\_A), Clase B (SBG\_B) y Clase C (SBG\_C). Los tipos (Base o Subbase) y clases (A, B o C) de capas granulares por emplear en cada caso se establecerán en los documentos técnicos del proyecto, en función de la importancia de la vía, del nivel de tránsito, del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro de la estructura del pavimento.

Salvo que los documentos técnicos del proyecto establezcan otra cosa, la correspondencia entre las clases de capas granulares, el tipo de pavimento y las categorías de tránsito será la indicada en la Tabla 400.1.

**Tabla 400.1**  
**Correspondencia entre clases de capas granulares, el tipo de pavimento y las categorías de tránsito**

Tipo de Capa	Categorías de Tránsito		
	T0 – T1	T2 – T3	T4 – T5
<b>Pavimento Asfáltico</b>			
Base Granular	BG_C	BG_B	BG_A
Subbase Granular	SBG_C	SBG_B	SBG_A
<b>Pavimento de Losas de Concreto de Cemento Pórtland</b>			
Base Granular	BG_B	BG_A	NA
Subbase Granular	SBG_C	SBG_B	SBG_A

NA = No Aplica. Para tránsitos T4 y T5, la capa de base para pavimentos de losas de concreto de Cemento Pórtland requiere una mayor resistencia a la erosión que ofrecida por las bases granulares; por lo tanto, la base no puede ser granular correspondiente a esta Sección.

#### 400.2 MATERIALES

Las capas que se construyan en acuerdo a esta Sección deberán estar constituidas por materiales de tipo granular. Dependiendo de su uso y de lo que indiquen los documentos del proyecto, pueden

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

corresponder a materiales en estado natural o podrán estar compuestos por mezclas de agregados naturales con agregados provenientes de trituración de piedra de cantera o de grava natural.

Todos los materiales granulares, independientemente de su procedencia, deberán encontrarse exentos de materias vegetales, basura, terrones de arcilla u otras sustancias incorporadas que puedan resultar ambientalmente nocivas o inconvenientes para el buen comportamiento de la capa del pavimento.

La naturaleza de los materiales deberá ser tal que ellos puedan ser adecuadamente humedecidos y compactados para formar una capa firme y estable.

El uso parcial o total de escorias u otros productos inertes de desecho industrial o de materiales provenientes de capas recicladas de cualquier tipo en la construcción de una capa granular, deberá ser objeto de una Especificación Particular.

El Constructor es el responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos y deberá realizar todos los ensayos que sean necesarios, en adición de los que taxativamente se exigen en esta Sección, para garantizarle al Instituto de Desarrollo Urbano la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar.

#### **400.2.1 Base Granular**

Las características de los agregados pétreos que se empleen en la construcción de la base granular, en acuerdo con la presente Sección, deberán llenar los requisitos que se indican en la Tabla 400.2.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

**Tabla 400.2**  
**Requisitos de los agregados para bases granulares**

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase de Base Granular		
			BG_C	BG_B	BG_A
<b>Petrografía</b>					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar	Reportar	Reportar
<b>Dureza</b>					
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218	35	30	30
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo		7 (RO)	6 (RO)	6 (RO)
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1)		55 (RO)	50 (RO)	45
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		2 (RO)	2 (RO)	2
Micro Deval, % máximo	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	30	25	20
10% de finos	- Valor en seco, kN mínimo - Relación húmedo/seco, % mínimo	BS 812 PART 111	60 (RO) 75 (RO)	75 (RO) 75 (RO)	100 75
<b>Durabilidad</b>					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18	18	18
<b>Limpieza</b>					
Límite Líquido, % máximo		INV E-125	25	25	25
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126	3	No plástico	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo		INV E-133	25	25	25
Valor de Azul de Metileno, máximo		EN-933-9	8	8	8
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		INV E-211	2	2	2
<b>Geometría de las Partículas</b>					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara	INVE-227	60	85	85
	- 2 caras		40	60	60
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)		INV E-230	35	35	35
Índice de Alargamiento, % máximo (3)		INV E-230	35	35	35
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)		AASHTO T-304	35	35	35
<b>Capacidad de Soporte</b>					
CBR, % mínimo - Referido al 100 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142 (AASHTO T 180), método D, después de 4 días de inmersión.		INV E-148	80	100	100

NA = No Aplica

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo;

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

(1) El ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles después de 48 horas de inmersión se hará con el material en condición saturada y superficialmente seca. Para ello, el material se retirará del recipiente de inmersión, se hará rodar sobre una toalla para secar su superficie y se someterá inmediatamente al ensayo de desgaste.

(2) Partículas planas son aquellas cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.

(3) Partículas alargadas son aquellas cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.

#### 400.2.2 Subbase Granular

Las características de los agregados pétreos que se empleen en la construcción de la subbase granular, en acuerdo con la presente Sección, deberán llenar los requisitos que se indican en la Tabla 400.3.

**Tabla 400.3**  
**Requisitos de los agregados para subbases granulares**

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase de Subbase Granular		
			SBG_C	SBG_B	SBG_A
<b>Petrografía</b>					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar	Reportar	Reportar
<b>Dureza</b>					
Desgaste Los Ángeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones, % máximo - En seco, 100 revoluciones, % máximo - Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) - Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo	INV E-218	40 8 (RO) 60 (RO) 2 (RO)	35 7 (RO) 55 (RO) 2 (RO)	35 7 (RO) 55 2
Micro Deval, % máximo	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	35	30	30
10% de finos	- Valor en seco, kN mínimo - Relación húmedo/seco, % mínimo	BS 812 PART 111	40 (RO) 65 (RO)	50 (RO) 70 (RO)	60 (RO) 75 (RO)
<b>Durabilidad</b>					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18	18	18
<b>Limpieza</b>					
Límite Líquido, % máximo		INV E-125	25	25	25
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126	6	3	3
Equivalente de Arena, % mínimo		INV E-133	20	20	20
Valor de Azul de Metileno, máximo		EN-933-9	10	10	10
Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo		INV E-211	2	2	2
<b>Geometría de las Partículas</b>					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara - 2 caras	INVE-227	NA NA	50 NA	50 30

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Ensayo	Norma de Ensayo	Clase de Subbase Granular		
		SBG_C	SBG_B	SBG_A
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)	INV E-230	NA	NA	NA
Índice de Alargamiento, % máximo (3)	INV E-230	NA	NA	NA
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)	AASHTO T-304	NA	NA	NA
<b>Capacidad de Soporte</b>				
CBR, % mínimo - Referido al 95 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142 (AASHTO T 180), método D, después de 4 días de inmersión.	INV E-148	30	40	60

NA = No Aplica

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

(1) El ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles después de 48 horas de inmersión se hará con el material en condición saturada y superficialmente seca. Para ello, el material se retirará del recipiente de inmersión, se hará rodar sobre una toalla para secar su superficie y se someterá inmediatamente al ensayo de desgaste.

(2) Partículas planas son aquellas cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.

(3) Partículas alargadas son aquellas cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.

#### 400.2.3 Granulometría

El material de base o subbase granulares deberá cumplir con alguna de las granulometrías de la Tabla 400.4, determinadas según la norma de ensayo INV E-213. La granulometría por cumplir en cada caso se establecerá en los documentos técnicos del proyecto; esa granulometría deberá ser cumplida tanto por el material listo para su extensión en obra como por el material compactado en el sitio.

**Tabla 400.4**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

#### Granulometrías admisibles para la construcción de bases y subbases granulares

TIPO DE CAPA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
		50.0	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
		2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
		% PASA								
Base	BG_Gr1	-	100	75-95	50-90	45-70	30-50	15-30	6-20	2-10
	BG_Gr2	-	-	100	75-95	50-80	35-60	20-40	8-22	2-10
Subbase	SB_Gr1	100	80-95	60-90	-	40-70	25-50	15-35	6-20	0-10
	SB_Gr2	-	100	75-95	60-85	45-75	30-55	20-40	6-25	0-12

En adición a los requisitos de la Tabla 400.4, la relación de polvo (% pasa tamiz 0.075 mm/ % pasa tamiz de 0.425 mm) no deberá exceder de 2/3 y el tamaño máximo nominal no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa compactada.

#### 400.2.4 Módulo Resiliente

Para tránsitos T4 y T5 se deberán medir y reportar los módulos resilientes para los materiales de base y subbase granulares, según la norma de ensayo AASHTO T-307; si los documentos técnicos del proyecto no indican otra cosa, el ensayo se efectuará sobre muestras elaboradas con la humedad óptima del Proctor Modificado (norma de ensayo INV E-142, método D), compactadas al 100% de la densidad seca máxima de mismo ensayo, en el caso de la base, o al 95% de esa densidad, en el caso de la subbase.

#### 400.3 EQUIPO

En adición a lo descrito en la Sección 107.2 del Capítulo 1, se tendrá en cuenta lo que se indica en el presente numeral. El Constructor deberá poner a disposición de los trabajos de construcción de capas granulares equipos en tipo y número apropiados para la correcta ejecución del trabajo especificado en la presente Sección. Sin carácter limitante, debe disponer, entre otros, de los elementos que se mencionan a continuación.

##### 400.3.1 Equipo para el procesamiento de los agregados

La planta de trituración estará provista, como mínimo, de una trituradora primaria y una trituradora secundaria (con excepción de la subbase clase C); deberá incluir, además, una clasificadora adecuada y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

##### 400.3.2 Equipo de transporte

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Los agregados pétreos se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.

El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones vigentes sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio del Transporte (MT), la Secretaría de Tránsito y Transporte (STT) y el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

#### **400.3.3 Equipo para la extensión y mezcla de los materiales**

El equipo para la extensión, mezcla y homogeneización de los agregados podrá estar conformado por motoniveladoras, recicladoras u otros elementos que no produzcan segregación y que resulten satisfactorios para el Interventor.

#### **400.3.4 Equipo de compactación**

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

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

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la capa en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado que impidan el cumplimiento de los requisitos de conservación de las propiedades de los agregados establecidas en el numeral 400.5.3.4.

#### **400.3.5 Equipo accesorio**

Estará constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como un carrotanque irrigador y elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión de la mezcla.

### **400.4 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **400.4.1 Fase de experimentación**

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

#### **400.4.2 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

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

#### **400.4.3 Preparación de la superficie existente**

La colocación de una capa de material granular sólo será autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, deberá estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje de la calzada, que requieran ser construidos previamente a la construcción de las capas granulares.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación respectiva, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Constructor realizará las correcciones necesarias, a satisfacción del Interventor.

#### **400.4.4 Transporte y colocación de material**

El Constructor deberá acarrear los materiales en vehículos aprobados para circular por las vías nacionales. Los vehículos deberán contar con dispositivos para depositar los materiales de modo que no se produzca segregación, ni se cause daño o contaminación en la superficie existente. Cualquier contaminación que se presente, deberá ser subsanada, a costa del Constructor, antes de proseguir el trabajo.

En el instante de depositar el material, la superficie existente se deberá encontrar suficientemente seca y compacta, para evitar que se produzcan ahuellamiento o desplazamientos en ella.

#### **400.4.5 Extensión y mezcla del material**

El material granular se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la capa se va a construir mediante combinación de varios materiales, éstos deberán haber sido mezclados en la planta, por cuanto no se admite su combinación en la superficie de la vía. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material. Todas las operaciones de adición de agua se realizarán antes de la compactación del material.

Después de mezclado, el material se extenderá en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. En todo caso, la cantidad de material extendido será tal, que el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a 100 milímetros ni superior a 200 milímetros. Si el espesor por

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

construir es superior a 200 milímetros, el material se deberá colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual. En este caso, se aplicarán para cada capa los procedimientos de ejecución y control descritos en la presente Sección.

En la ejecución de operaciones de bacheo en áreas de reducida extensión, el Interventor definirá, dentro de los sistemas de extensión y mezcla que le proponga el Constructor, el que considere más adecuado.

#### **400.4.6 Compactación**

Una vez que el material de la capa granular tenga la humedad apropiada, se conformará y compactará con el equipo adecuado, acorde con los resultados del tramo de prueba, hasta alcanzar la densidad especificada.

Aquellas zonas que por su reducida extensión, su pendiente o su proximidad a obras de arte no permitan la utilización del equipo aprobado, se podrán compactar por otros medios, en forma tal que las densidades que se alcancen no sean inferiores a las obtenidas en el resto de la capa.

#### **400.4.7 Limitaciones en la ejecución**

No se extenderá ninguna capa de material granular mientras no haya sido realizada la nivelación y comprobación del grado de compactación de la capa precedente. Tampoco se permitirá la extensión ni la compactación del material en momentos en que haya lluvia o fundado temor de que ella ocurra.

Los trabajos de construcción de capas granulares se realizarán en condiciones de luz diurna. El Interventor sólo podrá autorizar el trabajo en horas de oscuridad, si el Constructor garantiza el suministro y operación de un equipo de iluminación artificial que resulte satisfactorio para aquél.

#### **400.4.8 Apertura al tránsito**

Sobre las capas granulares en ejecución se prohibirá la acción de todo tipo de tránsito mientras no se haya completado la compactación. Si ello no es factible, el tránsito que necesariamente deba pasar sobre ellas se distribuirá de forma tal que no se concentren ahuellamientos sobre la superficie. El Constructor deberá responder por los daños producidos por esta causa, debiendo proceder a la reparación de los mismos, a su costa, con arreglo a las indicaciones del Interventor.

#### **400.4.9 Bacheos**

Cuando se requiera realizar excavaciones para la reparación localizada de un pavimento asfáltico existente, se seguirá la especificación particular correspondiente; si no existe tal especificación, se seguirán las instrucciones del Interventor, quien podrá tomar como guía las siguientes indicaciones:

- a) Si la profundidad de ellas es superior a trescientos milímetros (300 mm), deberán rellenarse con material granular de Subbase hasta una profundidad de doscientos cincuenta milímetros (250 mm) por debajo de la rasante existente, material que deberá ser compactado con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad especificada. El material que se coloque sobre dicha capa deberá ser de Base granular y se colocará hasta una profundidad de setenta y cinco milímetros (75 mm) por debajo de la rasante existente.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- b) Si la excavación tiene una profundidad mayor de ciento cincuenta milímetros y menor o igual a trescientos milímetros ( $>150 \text{ mm}$  y  $\leq 300 \text{ mm}$ ), ella se rellenará con material de Base granular hasta setenta y cinco milímetros (75 mm) por debajo de la rasante existente.
- c) En las excavaciones para la reparación de un pavimento existente, cuya profundidad sea menor o igual a ciento cincuenta milímetros ( $\leq 150 \text{ mm}$ ), no se emplearán materiales granulares para su relleno.

Todo material granular colocado en estos rellenos deberá ser compactado hasta alcanzar la densidad especificada, según la profundidad a la cual se coloque. Las clases de material granular por emplear en la construcción de para Base y Subbase serán las establecidas en los documentos técnicos del proyecto o las indicadas por el Interventor.

#### 400.4.10 Conservación de la obra ejecutada

Si después de aceptada cualquier capa granular, el Constructor demorare la construcción de la capa inmediatamente superior, por conveniencia o negligencia, deberá reparar, a su costa, todos los daños que se presenten en la capa y restablecer el mismo estado en el cual le fue aceptada la capa.

### 400.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

#### 400.5.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el buen estado y correcto funcionamiento de los equipos y herramientas empleados por el Constructor y ordenar el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio, no permitan la correcta ejecución de los trabajos a que hace referencia esta Sección.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en el numeral 400.2 de la presente Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la ejecución del tramo de prueba durante la fase de experimentación.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la granulometría, índice plástico, equivalente de arena, valor de azul y CBR de los materiales después de compactados.
- Verificar la densidad de las capas compactadas, efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso siempre que ella resulte necesaria. El control de densidad se realizará en el espesor de capa realmente construido, de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie de la capa terminada.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

– Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

#### 400.5.2 Controles de producción

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas a los acopios y se ordenará el retiro de aquellos agregados que, a simple vista, presenten trazas de tierra vegetal, materia orgánica, sustancias deletéreas o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, el Constructor deberá efectuar las verificaciones periódicas de la calidad de los agregados establecidas en la Tabla 400.5:

**Tabla 400.5**  
**Ensayos de verificación sobre los agregados para bases y subbases granulares**

Ensayo		Norma de Ensayo	Frecuencia
<b>Composición</b>			
Granulometría		INVE-213	1 por jornada
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos		INV E-220	1 por mes
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido		INV E-125	1 por jornada
Índice de Plasticidad		INV E-126	1 por jornada
Equivalente de Arena		INV E-133	1 por semana
Valor de Azul de Metileno		EN-933-9	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznales		INV E-211	1 por semana
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente (1)		INVE-227	1 por jornada
Índice de Aplanamiento (1)		INV E-230	1 por semana
Índice de Aplanamiento (1)		INV E-230	1 por semana
Angularidad del Agregado Fino (1)		AASHTO T-304	1 por jornada
<b>Compactación</b>			
Relaciones de Peso Unitario – Humedad, equipo modificado (Proctor Modificado), método D		INVE-142	1 por semana
<b>Capacidad de Soporte</b>			
CBR		INV E-148	1 por mes

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007.*

*(1) Cuando aplique.*

En el caso de mezclas de varios materiales, los controles se realizarán con el material mezclado y con la granulometría aprobada para el proyecto.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En ningún caso se permitirá el empleo de materiales que no satisfagan los requisitos pertinentes del numeral 400.2 de la presente Sección. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor impedirá el uso del volumen de material al cual representen dichos ensayos.

Adicionalmente, se comprobará la conservación de las propiedades de los agregados en las capas compactadas mediante los ensayos que se indican más adelante, en el numeral 400.5.3.4.

#### 400.5.3 Control de calidad del producto terminado

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

- Doscientos cincuenta metros lineales (250m) de capa granular compactada.
- Un mil setecientos cincuenta metros cuadrados (1750 m<sup>2</sup>) de capa granular compactada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. Se deberán adelantar las comprobaciones indicadas en las Tabla 400.6:

**Tabla 400.6**  
**Control de calidad del producto terminado**

Característica	Base Granular	Subbase Granular
<b>Compactación</b>		
Número mínimo de determinaciones por lote	4	4
Ensayo para determinar la densidad seca de referencia Dr (Dr = densidad seca máxima del ensayo)	Proctor Modificado INV E-142 (AASHTO T-180)	Proctor Modificado INV E-142 (AASHTO T-180)
Densidad seca promedio del lote (Dp), % mínimo de Dr	100	95
Densidad seca mínima individual admisible (Dmi_a), % de Dp, para determinaciones individuales con densidad inferior a la densidad de referencia Dr (base granular) o al 95% de Dr (sub-base granular).	98, es decir, Si Di < Dr Di ≥ 0.98 Dp	98, es decir, Si Di < 0.95 Dr Di ≥ 0.98 Dp
Número máximo de resultados por lote con densidad inferior a Dmi_a	1, siempre y cuando sea ≥ 0.90 Dr	1, siempre y cuando sea ≥ 0.90 Dr
<b>Espesor</b>		
Número mínimo de determinaciones por lote	4	4
Espesor promedio del lote (Ep) con respecto al espesor de diseño (Ed)	≥ Ed	≥ Ed
Espesor mínimo individual (Emi), % mínimo de (Ed)	90	90
Número máximo de determinaciones individuales por lote con espesor inferior a Emi	1, siempre y cuando sea ≥ 0.85 Ed	1, siempre y cuando sea ≥ 0.85 Ed
<b>Geometría</b>		

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Característica	Base Granular	Subbase Granular
Ancho: distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa con respecto a la señalada en los planos o la definida por el Interventor	Igual o mayor	Igual o mayor
Cotas: variación máxima absoluta en la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada con respecto a la proyectada, mm	20	20
Lisura: variación máxima de la superficie con respecto a la regla de referencia de 3m de largo, mm	15	20

Todas las irregularidades que excedan las tolerancias mencionadas en la Tabla 400.6, así como las áreas en donde la capa granular presente agrietamientos o segregaciones, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, y a plena satisfacción del Interventor. Cuando la corrección requiera la reducción o adición de material en capas de poco espesor, para asegurar buena adherencia será obligatorio escarificar la capa existente y compactar nuevamente la zona afectada.

#### 400.5.3.1 Compactación

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se efectuarán por algún método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162, E-163 y E-164. Los sitios para las tomas de muestras o mediciones in situ se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba cada 50 metros.

La densidad seca máxima de referencia  $D_r$  para el cálculo de cada porcentaje de compactación será la obtenida en el ensayo Proctor Modificado, según norma de ensayo INV E-142, previa la corrección por presencia de partículas gruesas, según norma de ensayo INV E-228, siempre que ella sea necesaria.

El incumplimiento de alguno de los requisitos establecidos en la Tabla 400.6 para la compactación implicará la obligación del Constructor de recompactar el lote hasta lograr las densidades especificadas.

El Constructor deberá rellenar todos los orificios o excavaciones realizadas para ejecutar los controles de calidad con un material igual al excavado y compactarlo cuidadosamente, a satisfacción del Interventor, sin que ello implique un reconocimiento adicional en valor por dicho trabajo

En las zonas de bacheos, se deberán satisfacer las mismas exigencias sobre compactación y espesor, pero se deja al Interventor la decisión sobre la frecuencia de las pruebas, la cual dependerá del tamaño de las áreas tratadas.

#### 400.5.3.2 Espesor

El espesor promedio de la capa compactada ( $E_p$ ) se determinará sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación.

#### 400.5.3.3 Lisura

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía.

#### 400.5.3.4 Conservación de propiedades

Se tomarán muestras de tamaño representativo del material colocado y compactado para verificar su calidad mediante los ensayos que se indican en la Tabla 400.7. Estas muestras se tomarán preferiblemente en los mismos sitios escogidos para el control de la compactación.

**Tabla 400.7**  
**Ensayos para verificar de la conservación de las propiedades**

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia
<b>Composición</b>		
Granulometría	INV E-213	1 por semana
<b>Limpieza</b>		
Límite Líquido	INV E-125	1 por semana
Índice de Plasticidad	INV E-126	1 por semana
Equivalente de Arena	INV E-133	1 por semana
Valor de Azul de Metileno	EN-933-9	1 por semana

Los resultados de cada uno de los ensayos citados deberán satisfacer los límites establecidos para ellos en las Tablas 400.2 y 400.3; en el caso de la granulometría, no se admitirá que la curva exceda los límites de la franja que se esté aplicando. El incumplimiento de alguno de estos requisitos implicará el rechazo del lote objeto de control.

#### 400.6 MEDIDA

La unidad de medida de la capa granular será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al entero, de material granular suministrado, colocado y compactado, a satisfacción del Interventor. Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco décimas de metro cúbico ( $\geq 0.5 m^3$ ) la aproximación al entero se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco décimas de metro cúbico ( $< 0.5 m^3$ ), la aproximación al entero se realizará por defecto.

El volumen se determinará con base en las secciones mostradas en los documentos del proyecto, ajustadas según los cambios ordenados por el Interventor, y la longitud real ejecutada, medida a lo largo del eje del proyecto.

Para operaciones de bacheo, el volumen se determinará multiplicando la superficie donde el Interventor haya autorizado el trabajo, por el espesor compacto promedio en que se haya colocado y aceptado el material.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

No se medirán, con fines de pago, cantidades en exceso de las especificadas u ordenadas por el Interventor, especialmente cuando ellas se produzcan por sobre-excavaciones de la subrasante por parte del Constructor.

#### 400.7 FORMA DE PAGO

El pago de las capas granulares se hará por metro cúbico al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir la compensación total por el suministro en el lugar de la obra de todos los materiales requeridos para la construcción de la capa, las herramientas, equipos y la ejecución completa de los trabajos contratados, a satisfacción plena del Interventor, así como los costos correspondientes a administración, imprevistos y utilidades del Constructor.

El precio unitario de la capa granular deberá cubrir, además, los permisos y licencias de toda índole que sean requeridos para la obtención de los materiales, su transporte y la correcta ejecución de los trabajos, los costos de la ejecución de la fase de experimentación, los costos de todos los muestreos y ensayos, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 400.8 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto; y todo costo adicional en el cual se incurra para la realización completa y a satisfacción de los trabajos descritos en la presente Sección.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a ítem de pago separados por este concepto. Así mismo, si dicho ítem no está previsto en el Contrato suscrito, el Constructor igualmente deberá considerar el costo de la preparación de la superficie existente dentro del ítem objeto del pago de la presente Sección.

#### 400.8 ÍTEMS DE PAGO

400.1 Base Granular Clase ....., BG_ .....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
400.2 Subbase Granular Clase ....., SBG_ .....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
400.3 Bacheo con Base Granular Clase ....., BG_ .....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
400.4. Bacheo con Subbase Granular Clase ....., SBG_ .....	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
400.E Ensayos y pruebas especiales para capas granulares	
400.E.1 Módulo Resiliente (5 presiones de cámara, 6 esfuerzos desviadores por presión de cámara)	Unidad

NOTA: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente, para cada clase de capa granular que forme parte del contrato

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 420-05

### CAPAS DE MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO

#### 420.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una capa constituida por material granular estabilizado con cemento Pórtland, de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con todos los requisitos de la presente Sección.

La mezcla de material granular, cemento, agua y aditivos (si es el caso) se producirá en planta o en el sitio, según se indique en el respectivo Pliego de Condiciones.

Se definen tres clases de capas de material granular estabilizado con cemento, que se denominan Clase A (GEC\_A), Clase B (GEC\_B), Clase C (GEC\_C) y Clase D (GEC\_D). Las clases (A, B, C ó D) de capas de material granular estabilizado con cemento por emplear en cada caso se establecerán en los documentos técnicos del proyecto, en función de la importancia de la vía, del nivel de tránsito, del tipo de subrasante, del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro de la estructura del pavimento.

En la Tabla 420.1 se establecen las posibilidades de uso de las clases de capas de material granular estabilizado con cemento en función del tipo de pavimento y de los niveles de tránsito definidos en el numeral 107.11 de la Sección 107 en estas especificaciones:

**Tabla 420.1**  
**Uso de capas de materiales granulares estabilizados con cemento**

Tipo de Capa	Categorías de Tránsito		
	T0 – T1	T2 – T3	T4 – T5
<b>Pavimento Asfáltico</b>			
Capa de Base	GEC_B, C ó D	GEC_B ó C	GEC_A ó B
Capa de Subbase	GEC_C ó D	GEC_C ó D	GEC_B ó C
<b>Pavimento de Losas de Concreto de Cemento Pórtland</b>			
Capa de Base	GEC_B ó C	NA	NA
Capa de Subbase	GEC_C ó D	GEC_C ó D	GEC_A, B ó C

NA = No Aplica. Para tránsitos medios y altos, la capa de base para pavimentos de losas de concreto de Cemento Pórtland requiere una mayor resistencia a la erosión que ofrecida por las capas de material granular estabilizada con cemento; por lo tanto, la base no puede ser de material granular estabilizado con cemento correspondiente a esta Sección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## **420.2 MATERIALES**

### **420.2.1 Materiales granulares**

Las capas que se construyan en acuerdo a esta Sección deberán estar constituidas por materiales de tipo granular en estado natural o por mezclas de agregados naturales con agregados provenientes de trituración de piedra de cantera o de grava natural. Todos los materiales granulares, independientemente de su procedencia, deberán encontrarse exentos de materias vegetales, basura, terrones de arcilla u otras sustancias incorporadas que puedan resultar ambientalmente nocivas o inconvenientes para el buen comportamiento de la capa estabilizada.

Las características de los agregados pétreos que se empleen en la construcción de una capa granular estabilizada con cemento, en acuerdo con la presente Sección, deberán llenar los requisitos que se indican en la Tabla 420.2. En el caso de la estabilización de materiales granulares del sitio, las características de éstos serán las indicadas en los documentos técnicos y/o especificaciones particulares del proyecto.

El Constructor es el responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos y deberá realizar todos los ensayos que sean necesarios, en adición de los que taxativamente se exigen en esta Sección, para garantizarle al Instituto de Desarrollo Urbano la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 420.2**  
**Requisitos de los agregados para capas de material granular estabilizado con cemento**

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase de Material Granular para estabilizar con cemento			
			GEC_D	GEC_C	GEC_B	GEC_A
<b>Petrografía</b>						
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar			
<b>Dureza</b>						
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218	50	40	35	30
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo		10 (RO)	8 (RO)	7 (RO)	6 (RO)
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1)		70 (RO)	60 (RO)	55 (RO)	50 (RO)
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		2 (RO)	2 (RO)	2 (RO)	2 (RO)
Micro Deval, % máximo (FT)	- Agregado Grueso	ASTM D-6928	45	35	30	25
10% de finos (RO)	- Valor en seco, kN mínimo	BS 812	30	40	50	60
	- Relación húmedo/seco, % mínimo	PART 111	50	65	70	75
<b>Durabilidad</b>						
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18	18	18	18
<b>Limpieza</b>						
Límite Líquido, % máximo		INV E-125	35	25	25	25
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126	12	6	3	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo		INV E-133	15 (RO)	20	20	25
Valor de Azul de Metileno, máximo		EN-933-9	15 (RO)	10	10	8
Terrones de arcilla y partículas delezables, % máximo		INV E-211	2	2	2	2
<b>Geometría de las Partículas</b>						
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara	INV E-227	NA	50	50	60
	- 2 caras			NA	NA	40
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)		INV E-230	NA	NA	NA	35
Índice de Alargamiento, % máximo (3)		INV E-230	NA	NA	NA	35
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)		AASHTO T-304	NA	NA	NA	35
<b>Capacidad de Soporte</b>						
CBR, % mínimo del material sin cemento - Referido al 95 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142 (AASHTO T 180), método D, después de 4 días de inmersión.		INV E-148	10	30	60	75
<b>Características Químicas</b>						
Contenido de Sulfatos, SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> , % máximo		INV E-233	0.5			
Reactividad Alkali - Agregado: Concentración SiO <sub>2</sub> y reducción alcalinidad R		INV E-234	SiO <sub>2</sub> < R cuando R ≥ 70 SiO <sub>2</sub> < 35 + 0,5R cuando R < 70			

NA = No Aplica

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

(1) El ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles después de 48 horas de inmersión se hará con el material en condición saturada y superficialmente seca. Para ello, el material se retirará del recipiente de inmersión, se hará rodar sobre una toalla para secar su superficie y se someterá inmediatamente al ensayo de desgaste.

(2) Partículas planas son aquellas cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.

(3) Partículas alargadas son aquellas cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.

El material granular deberá cumplir con alguna de las granulometrías de la Tabla 420.3, determinadas según la norma de ensayo INV E-213. La granulometría por cumplir en cada caso se establecerá en los documentos técnicos del proyecto; esa granulometría deberá ser cumplida tanto por el material listo para su extensión en obra como por el material compactado en el sitio.

**Tabla 420.3**  
**Granulometrías admisibles para la construcción de capas de material granular estabilizado con cemento**

TIPO DE CAPA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)								
		50.0	37.5	25.0	19.0	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
		2"	1 1/2"	1"	3/4"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
		% PASA								
Clase A	A_Gr1		100	76-100	66-90	44-68	28-52	19-39	7-21	2-8
	A_Gr2			100	79-100	48-74	31-55	16-37	6-20	2-8
Clase B	B_Gr1	100	70-100	55-85	50-80	40-70	30-60	17-50	5-30	2-15
	B_Gr2	-	100	70-100	60-90	45-75	30-60	20-50	10-30	2-15
	B_Gr3	-	-	100	70-100	50-80	35-65	25-50	15-30	2-15
Clase C	C_Gr1	100	70-100	60-100	50-90	40-80	30-70	20-55	10-40	2-20
	C_Gr2	-	-	100	70-100	60-100	50-85	40-70	20-45	2-25
Clase D	D_Gr1	100	-	-	-	-	40-80	-	-	2-35

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En adición a los requisitos de granulometría, la relación de polvo (% pasa tamiz 0.075 mm/ % pasa tamiz 0.425 mm) no deberá exceder de 2/3.

#### **420.2.2 Cemento**

Los documentos del proyecto indicarán el tipo de cemento por emplear en la construcción de capas granulares estabilizadas con cemento. El cemento para la estabilización será del tipo Pórtland (I, II ó III), el cual deberá cumplir lo especificado en las normas NTC 121 y NTC 321; los documentos técnicos del proyecto indicarán el tipo de cemento por emplear en el proyecto. Cuando existan cantidades peligrosas de sulfatos en los materiales por estabilizar, se deberá emplear un cemento resistente a ellos.

#### **420.2.3 Agua**

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia orgánica, álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma ASTM D-1293, deberá estar comprendido entre cinco y medio y ocho (5.5 - 8.0) y el contenido de sulfatos, expresado como  $SO_4^{=}$  y determinado según la norma ASTM D-516, no podrá ser superior a un gramo por litro (1 g/l). Se aceptará agua potable.

#### **420.2.4 Producto de curado**

El ligante asfáltico por emplear será una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida tipo CRR-1, la cual deberá cumplir las condiciones indicadas en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 de las presentes especificaciones.

### **420.3 DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO**

El Constructor definirá una "fórmula de trabajo" que deberá cumplir todas las exigencias establecidas en la presente Sección. El Constructor elaborará un informe detallado para aprobación del Interventor, en el cual presentará y sustentará la mezcla que pretende colocar en la obra, incluyendo la evaluación de los agregados, del cemento y de la fórmula de trabajo.

En la fórmula de trabajo se consignarán la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en que ellos deben mezclarse, para obtener la granulometría establecida para la capa por construir. También se deberá indicar el porcentaje de cemento (aproximado a la décima) en relación con el peso de la mezcla.

La aprobación de la fórmula de trabajo por parte del Interventor, no exime al Constructor de su plena responsabilidad de alcanzar, con base en ella, la calidad exigida en esta Sección. La fórmula aprobada sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos, si las circunstancias lo aconsejan y previo el visto bueno del Interventor.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La fórmula de trabajo debe indicar, como mínimo, los siguientes requisitos de la mezcla:

- La identificación y la proporción (en peso seco) de cada fracción del material granular.
- La granulometría de cada fracción del material granular y la granulometría combinada.
- La identificación y dosificación (en peso o en volumen) de cemento, de agua y, eventualmente, de aditivos, que deben ser de la misma marca utilizada en las pruebas de laboratorio y en el tramo de prueba.
- La resistencia a la compresión inconfiada, a la tracción indirecta y las pérdidas en el ensayo de durabilidad
- La densidad de referencia del diseño (Proctor Estándar o Proctor Modificado)
- Los resultados de los ensayos complementarios que indique el pliego
- La densidad máxima y la humedad óptima correspondientes a la densidad de diseño.
- El plazo de trabajabilidad de la mezcla.
- Condiciones particulares de curado en obra.

El Constructor podrá ajustar la fórmula de trabajo siempre y cuando lo soporte debidamente mediante un nuevo estudio y los ensayos de laboratorio. En todo caso, se estudiará y aprobará una nueva fórmula de trabajo si varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla.

#### **420.3.1 Densidad máxima de referencia**

La densidad máxima de referencia para la construcción de las capas de material granular estabilizado con cemento será establecida en los documentos técnicos del proyecto, en función del tipo de material granular por estabilizar, del nivel de tránsito, del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro de la estructura del pavimento. Todas las probetas necesarias para evaluar las propiedades de la mezcla se elaborarán a dicha densidad máxima de referencia; así mismo, los controles de compactación se efectuarán comparando las densidades obtenidas en el terreno contra ella.

Si los documentos técnicos del proyecto no indican otra cosa, la densidad máxima de referencia será la puesta en la Tabla 420.4.

**Tabla 420.4**  
**Densidad máxima de referencia para la construcción de materiales capas granulares estabilizados con cemento**

<b>Característica</b>	<b>Clase de Material Granular para estabilizar con cemento</b>	
	<b>GEC_C ó D</b>	<b>GEC_A ó B</b>
Densidad Máxima de Referencia (densidad máxima correspondiente al ensayo de compactación indicado, efectuado sobre la mezcla)	Proctor Estándar INV E-141	Proctor Modificado INV E-142

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 420.3.2 Resistencia

El contenido mínimo de cemento en capas construidas de material granular estabilizado con cemento será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en los documentos técnicos del proyecto; si éstos no indican otra cosa, los valores de resistencia serán los mostrados en la Tabla 420.5. En cualquier caso, dicho contenido no será inferior al tres por ciento (3%) en peso, respecto del total del material granular seco.

**Tabla 420.5**

#### Resistencias mínimas y máximas de mezclas de materiales granulares estabilizados con cemento

Característica	Clase de Material Granular para estabilizar con cemento		
	GEC_B, C ó D		GEC_A
	T0 – T1	T2 – T5	T4 – T5
<b>Categorías de Tránsito</b>			
Resistencia mínima a la compresión a 7 días, Mpa, Rd_min	2.5	2.5	4.5
Resistencia máxima a la compresión a 7 días, Mpa, Rd max	4.5	4.5	7.0
Resistencia mínima a la tracción indirecta, 7 días, MPa	-	0.25	0.45
Resistencia mínima conservada a la tracción indirecta, 7 días, %	-	75 (RO)	75

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

### 420.3.3 Indicaciones particulares para ensayos de resistencia

#### 420.3.3.1 Preparación de probetas

- a) Para la determinación de la resistencia se deben preparar 3 probetas por tipo de ensayo y por contenido de cemento: 3 para compresión inconfínada y 6 para tracción indirecta (3 para ensayo sin inmersión y 3 para ensayo con inmersión); se deben analizar al menos 3 contenidos de cemento.
- b) La preparación de probetas para determinación de la humedad óptima y la densidad máxima, así como para la determinación de las resistencias a tracción indirecta y compresión inconfínada, debe hacerse siguiendo en general los lineamientos de los métodos INV E-806 e INV E-809, con los ajustes que se indican a continuación.
- c) Para la preparación de las probetas, se debe sustituir el material retenido en el tamiz de 19.0 mm (3/4") por material que pasa el tamiz de 19.0 mm (3/4") y es retenido en el tamiz de 12.5 mm (1/2").

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- d) El molde para la compactación tendrá un diámetro de 152.4 mm y una altura de 116.4 mm de altura; la compactación se realizará en 5 capas de igual espesor (25mm aproximadamente), aplicando los golpes por capa mediante un martillo de 4.536 kg de peso y 457 mm de caída.
- e) El número de golpes por capa será de 55, para la energía correspondiente Proctor Modificado, norma INV-142 (AASHTO T-180), y de 12, para la energía del Proctor Estándar norma INV E-.141 (AASHTO T-99).
- f) El agua debe añadirse después de mezclado el cemento con el agregado. Con el fin de simular las condiciones de construcción, la compactación se debe realizar una hora después de efectuada la mezcla del cemento y el agua. El material mezclado y sin compactar se debe colocar en un recipiente hermético para prevenir la pérdida de agua y se debe re-mezclar completamente cada 15 minutos.

#### **420.3.3.2 Curado de probetas para ensayos de resistencia**

- a) Si el material carece de suficiente cohesión, puede ser necesario dejar las probetas dentro del molde por 24 horas, permitiendo que desarrolle suficiente resistencia antes de su extracción.
- b) Las probetas deben curarse durante 7 días a una humedad relativa ente 95 y 100% y una temperatura entre 20 y 25oC en un cuarto húmedo o en bolsas de plástico selladas para retener la humedad.
- c) Para casos especiales, en los cuales se requiera tener con urgencia los resultados de resistencia, se puede emplear un método alternativo de curado en horno, colocando las probetas en bolsas plásticas selladas; el tiempo de curado será de 24 horas, para una temperatura de curado de 70 a 75oC, y será de 45 horas para una temperatura de curado de 60 a 62oC. Los resultados de resistencia obtenidos de las probetas curadas al horno se considerarán como preliminares; los resultados finales deberán obtenerse de probetas curadas a 7 días en cuarto húmedo.
- d) Después del curado, las probetas se deben sacar del cuarto de curado o de las bolsas plásticas; si se han curado en el horno, las probetas deben dejarse enfriar a la temperatura ambiente.

#### **420.3.3.3 Determinación de la resistencia a la compresión inconfiada, RCI**

- a) Las probetas para compresión inconfiada deben ser sumergidas por 4 horas en agua a temperatura entre 22 y 25oC antes de la prueba.
- b) La aplicación de carga para medir la resistencia a la compresión inconfiada debe hacerse a una rata de carga de 140 +/- 70 kPa/s (norma de ensayo INV E-809).
- c) El valor de la resistencia a la compresión inconfiada se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$RCI = (4 \times P) / (\pi \times d^2)$$

Donde: RCI = resistencia a la compresión inconfiada, MPa  
P = carga máxima aplicada, N  
d = diámetro de la probeta, mm

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **420.3.3.4 Determinación de la resistencia a la tracción indirecta, RTI**

- a) La aplicación de carga para medir la resistencia a la tracción indirecta debe hacerse a una rata de deformación de 50.8mm/min en el eje diametral (norma de ensayo INV E-785).
- b) El valor de la resistencia a la tracción indirecta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$RTI = (2 \times P) / (\pi \times h \times d)$$

Donde: RTI = resistencia a la tracción indirecta, MPa

P = carga máxima aplicada, N

h = altura promedio de la probeta, mm

d = diámetro de la probeta, mm

- c) Para determinar la resistencia a la tracción indirecta sumergida, las probetas se sumergen en agua a 25oC por 24 horas. Luego se sacan y se secan superficialmente antes de ensayarlas.
- d) La resistencia retenida a la tracción indirecta RTR es la relación entre la resistencia sumergida y la resistencia sin sumergir, expresada como porcentaje

$$RTR = RTI \text{ sumergida} / RTI \text{ sin sumergir} \times 100$$

#### **420.3.4 Durabilidad**

La mezcla de diseño definida como fórmula de trabajo deberá ser sometida a la prueba de durabilidad (humedecimiento y secado) según la norma de ensayo INV E-807, en la cual deberá registrar pérdidas no superiores al 14%.

#### **420.3.5 Ensayos complementarios**

Dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 420.6, ejecutados sobre muestras preparadas con el contenido óptimo de cemento y a la densidad de referencia, como complemento del diseño de la mezcla.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 420.6**

**Ensayos complementarios sugeridos para mezclas para capas granulares estabilizadas con cemento**

PROPIEDAD	Número Mínimo de Probetas		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Compresión Inconfinada a los 28 días	2	3	3
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, sin sumergir	2	NA	NA
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, con inmersión	2	NA	NA
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 28 días, sin sumergir	2	3	3
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 28 días, con inmersión	2	3	3
Módulo de Rotura a los 28 días	-	2	3
Módulo Dinámico a los 28 días	-	-	2
Curva de Fatiga a los 28 días	-	-	4

*NA = Ensayos básicos ya incluidos en la Tabla 420.5.*

**420.3.6 Tolerancias**

Las tolerancias admisibles respecto de la fórmula de trabajo serán las indicadas en la Tabla 420.7, teniendo en cuenta que en ningún caso los valores podrán sobrepasar los límites establecidos en la especificación granulométrica correspondiente.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 420.7**

**Tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo para mezclas de materiales granulares estabilizados con cemento**

<b>Parámetro</b>	<b>Tolerancia, %</b>
Tamaño Máximo	0
% pasa tamices > 4.75 mm (No 4)	+/- 6%
% pasa tamices ≤ 4.75 mm (No 4)	+/- 3%
Contenido de Finos: % pasa tamiz 0.075 mm (No. 200)	+/- 1.5%
Contenido de Cemento, respecto al peso seco del agregado	+/- 0.3%
Humedad de Compactación	-1.0 % / +0.5%

Nota: las tolerancias de los % que pasan en los tamices están referidas al peso seco de los agregados. La tolerancia de la humedad está referida a la humedad óptima.

#### **420.4 EQUIPO**

En adición a lo descrito en el numeral 107.2 de la Sección 107 del Capítulo 1, se tendrá en cuenta lo que se indica a continuación.

##### **420.4.1 Equipo para el procesamiento de los agregados**

La planta de trituración estará provista, como mínimo, de una trituradora primaria y una trituradora secundaria; deberá incluir, además, una clasificadora adecuada y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

##### **420.4.2 Producción de la mezcla**

Para la producción de la mezcla en el sitio, el equipo estará constituido básicamente por una máquina estabilizadora, elementos para la compactación, motoniveladora, carrotanques para aplicar agua y el material de curado de la capa compactada, elementos de transporte; así como herramientas menores. Si se especifica mezcla en planta, no se requerirá la máquina estabilizadora.

Salvo autorización escrita del Interventor, la motoniveladora no podrá emplearse en trabajos de mezcla sino únicamente en los de conformación.

En caso de que la estabilización incluya materiales transportados, el equipo deberá incluir también elementos para su explotación, cargues, transportes, eventual trituración y clasificación.

Si está prevista la utilización de la capa existente en la vía, deberá contarse con elementos apropiados para su escarificación.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La mezcla de material granular estabilizado con cemento puede fabricarse también en una planta de mezcla de concreto hidráulico.

#### **420.4.3 Equipos de transporte**

Para el caso de mezcla en planta, el transporte de la mezcla de material granular estabilizado con cemento a la obra se podrá realizar en camiones mezcladores provistos de tambor giratorio cerrado con paletas internas, los cuales estarán equipados con cuentarrevoluciones. Deberán ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

También se podrán usar camiones abiertos tipo volquetas de descarga en el extremo, en el costado o en el fondo. Estos camiones deben cubrirse para evitar el secamiento o humedecimiento de la mezcla.

El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones vigentes sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio del Transporte (MT), la Secretaría de Tránsito y Transporte (STT) y el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

### **420.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

#### **420.5.1 Fase de experimentación**

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

#### **420.5.2 Preparación de la superficie existente**

##### **420.5.2.1 Material granular de aporte en su totalidad**

La construcción de la capa de material granular estabilizado con cemento sólo será autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, deberá estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje de la calzada que requieran ser construidos, previamente a la construcción de las capas granulares estabilizadas con cemento.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación respectiva, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Constructor realizará las correcciones necesarias, a satisfacción del Interventor.

##### **420.5.2.2 Material granular del sitio**

Antes de iniciar el proceso de construcción de la capa de material estabilizado con cemento, deberá comprobarse que el material que queda debajo del espesor por estabilizar presenta adecuadas condiciones de capacidad de soporte, densidad y espesor, siguiendo los procedimientos y requisitos que se indiquen en los documentos del Contrato.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Si estas condiciones no se cumplen, se deberá consultar con el Diseñador sobre las medidas por tomar. Una vez definidos los ajustes, el Constructor deberá efectuar las mejoras en los materiales de apoyo o las modificaciones en el diseño de la estabilización necesarias para garantizar el cumplimiento de los requisitos de diseño; el costo de las labores de mejoramiento de los materiales de apoyo o de modificaciones en el diseño de la estabilización se pagarán según otro ítem definido o acordado en el Contrato.

El material del sitio por estabilizar se deberá escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que, una vez compactada, la capa estabilizada alcance el espesor señalado en los planos o indicado por el Interventor. Si se contempla la adición de un suelo de aporte para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente antes de iniciar la distribución del cemento.

### **420.5.3 Mezcla en planta**

#### **420.5.3.1 Producción de la mezcla**

Las operaciones de almacenamiento y manejo de agregados en los patios, así como las de transporte y la colocación en las tolvas de la planta, deberán efectuarse tomando todas las medidas necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones de los mismos. Así mismo, el proceso de alimentación de las tolvas deberá buscar que el contenido de las mismas esté siempre entre el cincuenta y el cien por ciento (50% a 100%) de su capacidad, sin rebosar.

Los dispositivos de mezcla en la planta deben ser capaces de garantizar la completa homogenización de los componentes. El tiempo mínimo de mezclado se fijará de acuerdo con los resultados obtenidos en las primeras pruebas de elaboración de mezcla.

Se comenzará mezclando los materiales granulares y el cemento, añadiéndose posteriormente el agua y los aditivos, que irán disueltos en aquella. La cantidad de agua añadida a la mezcla será la necesaria para alcanzar la humedad fijada en la fórmula de trabajo, teniendo en cuenta la existente en el material granular, así como la variación del contenido de agua que se pueda producir por evaporación durante el transporte y la ejecución de los trabajos. La mezcla se proseguirá hasta obtener la completa homogenización de los componentes de la mezcla, dentro de las tolerancias fijadas.

#### **420.5.3.2 Transporte de la mezcla**

Para el transporte de la mezcla fabricada en planta al sitio de colocación, se tomarán las debidas precauciones para reducir al mínimo la segregación y las variaciones de humedad. La mezcla podrá transportarse camiones mezcladores o en volquetas; en este último caso, la mezcla se cubrirá siempre con lonas o cobertores adecuados

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **420.5.4 Mezcla en el sitio**

##### **420.5.4.1 Pulverización y homogenización del agregado**

En caso de requerirse, el agregado por estabilizar deberá ser pulverizado con una máquina estabilizadora; operación que se puede realizar simultáneamente con la adición de cemento, siempre y cuando la homogeneidad obtenida sea satisfactoria. Esta labor se ejecutará en el ancho y espesor suficientes que permitan obtener la sección compactada indicada en los planos u ordenada por el Interventor.

El material granular se dispondrá en un cordón de sección uniforme, donde será verificada su homogeneidad. Si la capa se va a construir mediante combinación de varios agregados granulares, éstos deberán haber sido mezclados en la planta, por cuanto no se admite su combinación en la superficie de la vía; se exceptúa el caso en que se requiera mezcla material de aporte con material del sitio, situación en la cual se puede efectuar la mezcla en el sitio. En caso de que sea necesario humedecer o airear el material para lograr la humedad de compactación, el Constructor empleará el equipo adecuado y aprobado, de manera que no perjudique a la capa subyacente y deje una humedad uniforme en el material.

Una vez pulverizado y homogenizado, el agregado granular deberá conformarse a la sección transversal aproximada de la calzada, con el empleo de motoniveladora.

##### **420.5.4.2 Aplicación del cemento**

El cemento podrá aplicarse en bolsas o a granel. En cualquier caso, se esparcirá sobre el agregado pulverizado empleando el procedimiento aceptado por el Interventor durante la fase de experimentación, de manera que se esparza la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar. Durante la aplicación del cemento, la humedad del suelo no podrá ser superior a la definida durante el proceso de diseño como adecuada para lograr una mezcla íntima y uniforme del suelo con el cemento. Sobre el cemento esparcido sólo se permitirá el tránsito del equipo que lo va a mezclar con el material granular.

El cemento sólo podrá extenderse en la superficie que pueda quedar estabilizada y compactada en la jornada de trabajo.

##### **420.5.4.3 Elaboración de la Mezcla**

Inmediatamente después de ser esparcido el cemento, se efectuará la mezcla, empleando el equipo aprobado, en todo el espesor establecido en los planos u ordenado por el Interventor. El número de pasadas dependerá del equipo utilizado y será el necesario para garantizar la obtención de una mezcla homogénea, según se defina en la fase previa de experimentación. En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad. La humedad de la mezcla deberá ser la óptima del ensayo Proctor modificado (norma de ensayo INV E-806), con una tolerancia de menos uno a más 0.5 por ciento (-1 / +0.5 %).

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **420.5.5 Colocación y extensión de la mezcla**

La colocación y la extensión de la mezcla se realizarán tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la capa antes de compactar deberá ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas en esta Sección, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permitirá que se complemente el espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación.

Siempre que sea posible, el material granular estabilizado con cemento se extenderá en el ancho completo de la vía. De no ser posible, el material se extenderá por franjas longitudinales cuyo ancho será al menos el de un carril, comenzando por el borde inferior. El ancho de las franjas de extensión será tal que se realice el menor número posible de juntas y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta el ancho de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación vehicular y las características de los equipos de extensión y de producción de la mezcla.

El material se extenderá con motoniveladora en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. En todo caso, la cantidad de material extendido será tal, que el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se deberá colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual. En este caso, se aplicarán para cada capa los procedimientos de ejecución y control descritos en la presente Sección; además, para garantizar la adecuada liga entre las capas, la capa inferior deberá mantenerse húmeda hasta que se coloque la capa superior.

#### **420.5.6 Prefisuración**

Cuando los documentos técnicos del proyecto así lo indiquen, se efectuará una prefisuración de las capas granulares estabilizadas con cemento antes de iniciar su compactación. La prefisuración consistirá en la ejecución de juntas transversales en fresco. El diseño establecerá la distancia a la cual deben realizarse las juntas transversales en fresco; en general, la separación entre juntas estará comprendida entre tres y cuatro metros (3 a 4 m).

Se empleará el equipo y el método de ejecución aprobados por el Interventor, cuya eficacia haya sido comprobada después de la realización de la fase de experimentación.

#### **420.5.7 Compactación y terminación**

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el procedimiento propuesto por el Constructor y aprobado en el Interventor durante la ejecución de la fase previa de experimentación.

El proceso de compactación deberá ser tal, que evite la formación de una costra o capa superior delgada, débilmente adherida al resto de la base estabilizada. En caso de que ella se produzca, deberá ser eliminada hasta obtener una superficie uniforme y compacta, siempre y cuando el espesor reducido resultante cumpla con las tolerancias establecidas en el numeral 420.6.3.2; si después de eliminar esa

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

costra el espesor resultante no cumple con estas tolerancias, el tramo de capa estabilizada deberá ser removido y reconstruido.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de dos (2) horas desde el inicio de la mezcla. La compactación se realizará de manera continua y sistemática.

Los cambios de dirección de los equipos de compactación se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo de los equipos de mezcla y compactación aprobados durante la fase de experimentación, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

Una vez terminada la compactación, la superficie deberá mantenerse húmeda hasta que se aplique el riego de curado.

#### **420.5.8 Juntas de trabajo**

Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa por más de dos horas desde iniciada la mezcla y siempre al final de cada jornada. Así mismo, si la base estabilizada no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, deberán disponerse también, mediante un procedimiento aceptable para el Interventor, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada

Las juntas de trabajo se realizarán de forma que su borde quede perfectamente vertical, aplicando a dicho borde el tratamiento que ordene el Interventor; este tratamiento puede consistir en la aplicación de una lechada de cemento inmediatamente antes de construir la franja adyacente.

#### **420.5.9 Curado de la capa compactada**

Una vez terminada la conformación y compactación de la base estabilizada con cemento, ésta deberá protegerse contra pérdidas de humedad por un período no menor de siete (7) días, mediante la aplicación de una película bituminosa con emulsión de rotura rápida tipo CRR-1, conforme se establece en la Sección 504 de las presentes especificaciones. Desde el momento de la terminación de la capa hasta la aplicación de la película bituminosa, la superficie de la capa granular estabilizada con cemento deberá mantenerse en condiciones húmedas.

En el momento de aplicar el riego, que en ningún caso puede ser después de veinticuatro (24) horas después de terminada la compactación, la superficie de la base estabilizada deberá presentar un aspecto denso y homogéneo y contener la humedad suficiente que garantice un curado adecuado.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **420.5.10 Restricciones de tránsito**

En general, las capas granulares estabilizadas con cemento no deben abrirse al tránsito público; así mismo, debe restringirse al máximo el paso de vehículos de construcción sobre ellas.

En caso de ser indispensable permitir la circulación de vehículos, sólo podrán abrirse al tránsito público y al de los equipos de construcción a los siete (7) días de su compactación. La apertura será inicialmente durante un tiempo corto que permita al Interventor verificar el comportamiento de la capa compactada y localizar las áreas que deban ser objeto de corrección. Como resultado de lo observado en esta apertura parcial, el Interventor definirá el instante de apertura definitiva de la capa compactada, al tránsito público.

#### **420.5.11 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá la realización de labores de construcción de capas granulares estabilizadas con cemento cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco grados Celsius (5°C), ni en condiciones de lluvia o cuando haya fundado temor de que ella ocurra. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua lluvia, la mezcla se podrá compactar siempre y cuando la humedad no supere en más de 1% la humedad óptima de compactación; si esta humedad es superada, el Constructor deberá, a su costa, retirar la mezcla afectada.

#### **420.5.12 Conservación de la obra ejecutada**

Si después de aceptada cualquier capa estabilizada con cemento, el Constructor demorare la construcción de la capa inmediatamente superior, por conveniencia o negligencia, deberá reparar, a su costa, todos los daños que se presenten en la capa y restablecer el mismo estado en el cual le fue aceptada.

### **420.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

Durante la ejecución del trabajo, se deberán adelantar los siguientes controles y comprobaciones:

#### **420.6.1 Controles generales**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el buen estado y correcto funcionamiento de los equipos y herramientas empleados por el Constructor y ordenar el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio, no permitan la correcta ejecución de los trabajos a que hace referencia esta Sección.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la presente Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la ejecución de la fase de experimentación.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ella resulte necesaria. El control de densidad se realizará en el espesor total de cada capa, de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie de la capa terminada.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

#### **420.6.2 Controles de producción de los agregados**

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas a los acopios y se ordenará el retiro de aquellos agregados que, a simple vista, presenten trazas de tierra vegetal, materia orgánica, sustancias deletéreas o tamaños superiores al máximo especificado.

Además, se efectuarán las verificaciones periódicas de la calidad de los agregados que se indican en la Tabla 420.8:

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 420.8**

**Verificaciones periódicas sobre los agregados para capas granulares estabilizadas con cemento**

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia	
<b>Composición</b>			
Granulometría	INV E-213	1 por jornada	
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval,	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos	INV E-220	1 por mes	
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido	INV E-125	1 por jornada	
Índice de Plasticidad	INV E-126	1 por jornada	
Equivalente de Arena	INV E-133	1 por semana	
Valor de Azul de Metileno	EN-933-9	1 por semana	
Terrones de arcilla y partículas deleznable	INV E-211	1 por semana	
Contenido de Materia Orgánica	INV E-212	1 por semana	
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente	INV E-227	1 por jornada	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
<b>Características Químicas</b>			
Contenido Sulfatos – $SO_4^{=}$	INV E-233	1 vez al mes	
Reactividad ( $SiO_2$ y R)	INV E-234	1 vez al mes	
<b>Compactación</b>			
Relaciones de Peso Unitario – Humedad,	numeral 420.3.3.1	1 por mes	

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007.*

En el caso de mezclas de varios materiales, los controles se realizarán con el material mezclado y con la granulometría aprobada para el proyecto.

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

#### **420.6.3 Control del cemento**

Cada vez que lo considere necesario, el Interventor efectuará u ordenará la ejecución de los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Por ningún motivo se permitirá el empleo del cemento endurecido, mal almacenado o cuya fecha de vencimiento haya sido superada.

#### **420.6.4 Control del agua**

Siempre que el Interventor tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, se verificará su pH y su contenido de sulfatos.

#### **420.6.5 Control de calidad de la mezcla**

##### **420.6.5.1 Homogeneidad**

Se controlará el aspecto de la mezcla, tanto para producción en planta como para producción en el sitio, rechazándose todas las mezclas segregadas y heterogéneas. Para producción en planta, esta verificación se efectuará en cada vehículo de transporte.

##### **420.6.5.2 Humedad**

La humedad se controlará al menos 4 veces por lote; se deberá tener información sobre la humedad al menos por cada 50 metros de carril en construcción.

##### **420.6.5.3 Resistencia**

Se comprobará la resistencia y otras propiedades mecánicas o de durabilidad de la mezcla, cuando éstas últimas apliquen, tomando muestras "in-situ" de la mezcla lista para compactar, una vez finalizado el proceso de mezcla y extensión. Las muestras se compactarán a la densidad de referencia correspondiente a la fórmula de trabajo.

Para efectos de aceptación o rechazo de la mezcla, se verificarán los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión inconfiada y a la tracción indirecta a los 7 días, ésta última cuando aplique. Los pliegos de condiciones podrán incluir otras pruebas mecánicas o de durabilidad como criterios de aceptación o rechazo.

Si el Pliego de Condiciones lo permite, el Constructor podrá comprobar la resistencia de un lote rechazado por medio de núcleos, según las indicaciones del numeral 420.6.5.3.3.

La resistencia a la compresión y a la tracción indirecta se determinarán según las indicaciones del numeral 420.3.3. La frecuencia mínima de muestreo deberá cumplir con las indicaciones dadas en la Tabla 420.9.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 420.9**

**Muestreo para verificación de la resistencia en las mezclas para capas granulares estabilizadas con cemento**

PROPIEDAD	MUESTRAS / PROBETAS	Número Mínimo de muestras por lote		
		T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Compresión Inconfinada a los 7 días	• Frecuencia muestreo	2	2	2
	• Número mínimo de muestras en el proyecto	2	3	5
	• Número de probetas por muestra	2	2	3
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, sin sumergir	• Frecuencia muestreo	-	2	2
	• Número mínimo de muestras en el proyecto	-	3	5
	• Número de probetas por muestra	-	2	3
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, con inmersión	• Frecuencia muestreo	-	2	2
	• Número mínimo de muestras en el proyecto	-	3	5
	• Número de probetas por muestra	-	2	3

Los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia serán aceptables si se cumplen los siguientes requisitos:

**420.6.5.3.1 Resistencia mínima a la compresión inconfinada, a los 7 días**

La resistencia promedio de todas las probetas correspondientes a un lote ( $R_m$ ) deber ser igual o superior al porcentaje de la resistencia mínima de diseño ( $R_{d\_min}$ ) definido en la Tabla 420.10.

**Tabla 420.10**  
**Resistencia promedio a la compresión a los 7 días**

Tránsito	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Porcentaje de la Resistencia Mínima de Diseño $R_{d\_min}$	92	94	96

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La resistencia de cada probeta ( $R_i$ ) deber ser igual o mayor al noventa por ciento (90%) del valor medio, ( $R_m$ ), admitiéndose, sólo un valor individual por debajo de ese límite, siempre y cuando el valor promedio de la muestra a la cual pertenece dicha probeta no sea inferior al noventa y tres por ciento (93%) del valor medio del lote ( $R_m$ ):

$$R_i \geq 0.9 R_m$$

Si cualquiera de estos requisitos se incumple, se rechazará el lote al cual representan las muestras.

#### **420.6.5.3.2 Resistencia mínima a la tracción indirecta, a los 7 días (para las categorías de tránsito que aplique)**

La resistencia promedio sin sumergir de todas las probetas correspondientes a un lote ( $R_m$ ) deber ser igual o superior al porcentaje de la resistencia de diseño definido en la Tabla 420.11.

**Tabla 420.11**  
**Resistencia promedio a la tracción indirecta a los 7 días, sin sumergir**

Tránsito	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Porcentaje de la Resistencia de Diseño	92	94	96

La resistencia de cada probeta ( $R_i$ ) deber ser igual o mayor al noventa por ciento (90%) del valor medio, ( $R_m$ ), admitiéndose, sólo un valor individual por debajo de ese límite, siempre y cuando el valor promedio de la muestra a la cual pertenece dicha probeta no sea inferior al noventa y tres por ciento (93%) del valor medio del lote ( $R_m$ ):

$$R_i \geq 0.9 R_m$$

Además, y en los casos que aplique de acuerdo con el numeral 420.3.2., la resistencia promedio después de inmersión en el lote no deberá ser inferior al 75% de la resistencia promedio sin sumergir en el lote.

Si cualquiera de estos requisitos se incumple, se rechazará el lote al cual representan las muestras.

#### **420.6.5.3.3 Comprobación de la resistencia de un tramo por medio de núcleos**

La evaluación de la resistencia de un lote no conforme por medio de núcleos se realizará, en caso dado, comparando los resultados de ensayos de resistencia a la compresión inconfiada y la tracción indirecta (cuando aplique) de núcleos extraídos de ese lote con los de núcleos extraídos de un lote aceptado. Este último deberá encontrarse lo más próximo posible y con unas condiciones de puesta en obra similares a las del lote no conforme.

El número de núcleos a extraer en cada uno de los lotes (aceptado y no conforme) deberá ser mínimo cuatro (4). La edad de rotura de los testigos, que será la misma para ambos lotes, será definida por el Interventor, pero no será superior a 28 días. Los núcleos deberán tener 15cm de diámetro.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Si los valores de resistencia promedio (compresión inconfiada y tracción indirecta, cuando aplique) obtenidos de los núcleos del lote aceptado no superan el 90% de los correspondientes valores de resistencia promedio a los 7 días obtenidos de las probetas de control elaboradas para ese lote, el procedimiento de comprobación por medio de núcleos no será válido y el lote no conforme que se pretendía verificar será rechazado.

El lote no conforme será aceptado si la resistencia media de los núcleos del lote no conforme es igual o superior al noventa y ocho por ciento (98%) de la resistencia media de los núcleos extraídos del lote aceptado, tanto para la compresión inconfiada como para la tracción indirecta, cuando aplique.

#### **420.6.5.3.4 Resistencia máxima promedio a la compresión inconfiada**

La resistencia promedio de las probetas correspondientes a un lote ( $R_m$ ) no debe superar a la resistencia a la compresión inconfiada a los 7 días máxima de diseño ( $R_{d\_max}$ ) en más de un 10% de ésta última; si la resistencia media del lote fuera superior a la máxima en más de un 10%, deberán tomarse las medidas de control de fisuras que se indiquen en los documentos técnicos del proyecto, para controlar el reflejo de fisuras en las capas superiores.

El tipo de medidas por tomar dependerá del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro del mismo. Si los documentos técnicos del proyecto no indican otra cosa, deberán ejecutarse juntas de contracción por aserrado a una distancia no superior a la indicada en el numeral 420.5.6 y de forma que no queden a menos de dos metros y medio (2,5 m) de grietas de retracción que se hayan podido formar.

#### **420.6.5.3.5 Ensayos Complementarios**

Dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 420.12, ejecutados sobre muestras seleccionadas por el Interventor y compactadas a la densidad de referencia correspondiente a la fórmula de trabajo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 420.12**

**Ensayos complementarios sugeridos para capas granulares estabilizadas con cemento**

PROPIEDAD	Número Mínimo de Ensayos		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Compresión Inconfinada a los 28 días	2 (2)	3 (3)	4 (3)
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, sin sumergir	2 (2)	NA	NA
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, con inmersión	2 (2)	NA	NA
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 28 días, sin sumergir	1 (2)	2 (3)	4 (3)
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 28 días, con inmersión	1 (2)	2 (3)	4 (3)
Módulo de Rotura a los 28 días	-	1 (2)	2 (3)
Módulo Dinámico a los 28 días	-	1 (1)	2 (2)
Curva de Fatiga a los 28 días	-	1 (4)	2 (4)

*Nota: los valores entre paréntesis indican el número de probetas por ensayo.*

*NA = Ensayos básicos ya incluidos*

**420.6.6 Control de calidad del producto terminado**

Para el control de la calidad tanto en la producción como en el producto terminado de las capas granulares estabilizadas con cemento, se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Doscientos cincuenta metros lineales (250m) de capa estabilizada con cemento compactada.
- Un mil setecientos cincuenta metros cuadrados (1750 m<sup>2</sup>) de capa estabilizada con cemento compactada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor; se verificará, además, que la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **420.6.6.1 Compactación**

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos cinco (5) por lote, las cuales se efectuarán por algún método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162, E-163 y E-164. Los sitios para las tomas de muestras o mediciones in situ se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

La densidad promedio del lote (Dm) deberá ser, como mínimo, el noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad máxima de referencia obtenida en el ensayo compactación realizado durante el diseño de la mezcla (De):

$$Dm \geq 0.98 De$$

La densidad obtenida en cada ensayo individual (Di) que resulte inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad de laboratorio (De), deberá ser, a su vez, igual o superior al noventa y siete por ciento (97%) del valor medio del lote (Dm); se admitirá sólo un (1) resultado por debajo de dicho límite, siempre y cuando ese valor no sea inferior al noventa y tres por ciento (93%) de la densidad de laboratorio (De):

$$Si Di < 0.98 De, Di \geq 0.97 Dm$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos trae como consecuencia el rechazo del lote.

#### **420.6.6.2 Espesor**

El espesor se medirá en los sitios escogidos para el control de la compactación

El espesor medio de la capa compactada (em) no podrá ser inferior al de diseño (ed):

$$em \geq ed$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando ese valor no sea inferior al ochenta y cinco (85%) del espesor de diseño (ed):

$$ei \geq 0.9 ed$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos trae como consecuencia el rechazo del lote.

#### **420.6.6.3 Lisura**

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a quince milímetros (15 mm) para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente según el proyecto geométrico.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Todas las áreas de capas granulares estabilizadas con cemento donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

#### **420.7 MEDIDA**

La unidad de medida de la capa de material granular estabilizado con cemento será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al entero, de material colocado y compactado, a satisfacción del Interventor. Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco décimas de metro cúbico ( $\geq 0.5 m^3$ ) la aproximación al entero se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco décimas de metro cúbico ( $< 0.5 m^3$ ), la aproximación al entero se realizará por defecto.

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

#### **420.8 FORMA DE PAGO**

El pago se hará por metro cúbico de capa granular estabilizada con cemento a los respectivos precios unitarios del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

Los precios unitarios deberán incluir la compensación total por el suministro en el lugar de la obra de todos los materiales requeridos para la construcción de la capa, incluido el cemento y los aditivos (si se requieren) así como herramientas, equipos y la ejecución completa de los trabajos contratados, a satisfacción plena del Interventor.

El precio unitario de la capa de material granular estabilizado con cemento deberá cubrir, además, los permisos y licencias de toda índole que sean requeridos para la obtención de los materiales, su transporte y la correcta ejecución de los trabajos, así como los costos de la fase de experimentación y los costos de todos los muestreos y ensayos, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 420.9 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto; los costos del riego de curado y todo costo adicional en el cual se incurra para la realización completa y a satisfacción de los trabajos descritos en la presente Sección.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 420.9 ÍTEMS DE PAGO

420.1 Capa Granular Estabilizada con Cemento clase ..... GEC_ ..... mezclada en la vía	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
420.2 Capa Granular Estabilizada con Cemento clase ..... GEC_ ..... mezclada en planta	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
420.E Ensayos especiales para capas de material granular estabilizado con cemento	
420.E.1 Módulo de rotura	Unidad
420.E.2 Módulo dinámico (3 frecuencias)	Unidad
420.E.3 Curva de Fatiga (4 puntos)	Unidad

NOTA: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente para cada clase de capa granular estabilizada con cemento que forme parte del contrato

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 440-05

### CAPAS DE MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

#### 440.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la construcción de una capa constituida por material granular estabilizado con emulsión asfáltica, de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas y de conformidad con todos los requisitos de la presente Sección.

La mezcla de material granular, emulsión asfáltica, agua, llenante activo y aditivos (si es el caso) se producirá en planta o en el sitio, según se indique en el respectivo Pliego de Condiciones.

Se definen tres clases de capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica, que se denominan Clase A (GEEA\_A), Clase B (GEEA\_B) y Clase C (GEEA\_C). Las clases (A, B o C) de capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica por emplear en cada caso se establecerán en los documentos técnicos del proyecto, en función de la importancia de la vía, del nivel de tránsito, del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro de la estructura del pavimento.

En la Tabla 440.1 se establecen las posibilidades de uso de las clases de capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica en función del tipo de pavimento y de los niveles de tránsito definidos en el numeral 107.11 de la Sección 107 en estas especificaciones:

**Tabla 440.1**  
**Uso de capas de materiales granulares estabilizados con emulsión asfáltica**

Tipo de Capa	Categorías de Tránsito		
	T0 – T1	T2 – T3	T4 – T5
<b>Pavimento Asfáltico</b>			
Capa de Base	GEEA_A, B ó C	GEEA_A ó B	GEEA_A
Capa de Subbase	GEEA_B ó C	GEEA_B ó C	GEEA_A ó B
<b>Pavimento de Losas de Concreto de Cemento Pórtland</b>			
Capa de Base	GEEA_A ó B	NA	NA
Capa de Subbase	GEEA_B ó C	GEEA_B ó C	GEEA GEEA_A ó B

NA = No Aplica. Para tránsitos medios y altos, la capa de base para pavimentos de losas de concreto de cemento Pórtland requiere una mayor resistencia a la erosión que ofrecida por las capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica; por lo tanto, la base no puede ser de material granular estabilizado con emulsión asfáltica correspondiente a esta Sección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## **440.2 MATERIALES**

### **440.2.1 Materiales granulares**

Las capas que se construyan en acuerdo a esta Sección deberán estar constituidas por materiales de tipo granular en estado natural o por mezclas de agregados naturales con agregados provenientes de trituración de piedra de cantera o de grava natural. Todos los materiales granulares, independientemente de su procedencia, deberán encontrarse exentos de materias vegetales, basura, terrones de arcilla u otras sustancias incorporadas que puedan resultar ambientalmente nocivas o inconvenientes para el buen comportamiento de la capa estabilizada.

Las características de los agregados pétreos que se empleen en la construcción de una capa granular estabilizada con emulsión asfáltica, en acuerdo con la presente Sección, deberán llenar los requisitos que se indican en la Tabla 440.2. En el caso de la estabilización de materiales granulares del sitio, las características de éstos serán las indicadas en los documentos técnicos y/o especificaciones particulares del proyecto.

El Constructor es el responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos y deberá realizar todos los ensayos que sean necesarios, en adición de los que taxativamente se exigen en esta Sección, para garantizarle al Instituto de Desarrollo Urbano la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 440.2**  
**Requisitos de los agregados para capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica**

Ensayo		Norma de Ensayo	Clase de Material Granular para estabilizar con emulsión asfáltica		
			GEEA_C	GEEA_B	GEEA_A
<b>Petrografía</b>					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar		
<b>Dureza</b>					
Desgaste Los Ángeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218	50	40	35
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo		10 (RO)	8 (RO)	7 (RO)
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1)		70 (RO)	60 (RO)	55 (RO)
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		2 (RO)	2 (RO)	2 (RO)
Micro Deval, % máximo (FT)	- Agregado Grueso	ASTM D-6928	45	35	30
10% de finos (RO)	- Valor en seco, kN mínimo	BS 812	30	40	60
	- Relación húmedo/seco, % mínimo	PART 111	50	65	75
<b>Durabilidad</b>					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18	18	18
<b>Limpieza</b>					
Límite Líquido, % máximo		INV E-125	35	25	25
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126	7	6	3
Equivalente de Arena, % mínimo		INV E-133	15	20	8
Valor de Azul de Metileno, máximo		EN-933-9	10	10	10
Terrones de arcilla y partículas delezables, % máximo		INV E-211	2	2	2
<b>Geometría de las Partículas</b>					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara	INV E-227	NA	50	70
	- 2 caras			NA	50
<b>Capacidad de Soporte</b>					
CBR, % mínimo del material sin emulsión asfáltica - Referido al 95 % de la densidad seca máxima, según el ensayo INV E-142 (AASHTO T 180), método D, después de 4 días de inmersión.		INV E-148	15	30	60

NA = No Aplica

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

(1) El ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles después de 48 horas de inmersión se hará con el material en condición saturada y superficialmente seca. Para ello, el material se retirará del recipiente de

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

*inmersión, se hará rodar sobre una toalla para secar su superficie y se someterá inmediatamente al ensayo de desgaste.*

El material granular deberá cumplir con alguna de las granulometrías de la Tabla 440.3, determinadas según la norma de ensayo INV E-213. La granulometría por cumplir en cada caso se establecerá en los documentos técnicos del proyecto; esa granulometría deberá ser cumplida tanto por el material listo para su extensión en obra como por el material compactado en el sitio.

**Tabla 440.3**  
**Granulometrías admisibles para la construcción de capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica**

TIPO DE CAPA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)							
		37.5	25.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.075
		1 1/2"	1"	1/2"	3/8"	No. 4	No. 10	No. 40	No. 200
		% PASA							
<b>Clase A, B ó C</b>	<b>Gr1</b>	100	70-100	50-80	45-75	30-60	10-27	5-18	3-15
	<b>Gr2</b>	-	100	60-90	50-80	30-60	10-27	5-18	3-15

En adición a los requisitos de granulometría, la relación de polvo (% pasa tamiz 0.075 mm/ % pasa tamiz 0.425 mm) no deberá exceder de 2/3. Además, El producto del porcentaje que pasa el tamiz de 75 µm (No 200) del agregado combinado por su índice de plasticidad, no podrá ser mayor de setenta y dos (72).

#### 440.2.2 Materiales bituminosos

Para las capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica, ésta será una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta, que corresponda a los tipos CRL-1 o CRL-1h,, compatible con los agregados pétreos, la cual deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el aparte 210.2.2 de la Sección 210 de las presentes especificaciones. Si se requiere una emulsión de diferentes características, ella deberá ser objeto de una especificación particular.

#### 440.2.3 Llenantes activos

Se consideran como tales, algunos llenantes comerciales que complementan la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Los más utilizados son el cemento Pórtland, la cal hidratada y las cenizas volantes, cuyas características se deberán establecer en una especificación particular.

En ocasiones también se adicionan llenantes con el propósito de controlar la rotura de la emulsión asfáltica.

#### 440.2.4 Aditivos mejoradores de adherencia entre agregados y asfalto

Cuando se requieran, deberán ser propuestos por el Constructor y su tipo y dosificación deberán asegurar el cumplimiento del requisito de resistencia conservada de la mezcla, que se indica en el numeral 440.3. de esta Sección. Asimismo, el Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento, que se derive del empleo del aditivo, será de

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla compactada, de acuerdo con las instrucciones del Interventor o del Instituto de Desarrollo Urbano.

La dosificación y dispersión homogénea del aditivo, deberán tener la aprobación del Interventor.

#### **440.2.5 Agua**

El agua requerida para el humedecimiento previo de los agregados pétreos estará libre de materia orgánica y de elementos químicos que dificulten el proceso de mezclado y el curado de la mezcla. Su pH, medido según norma ASTM D-1293, deberá estar entre cinco y medio y ocho (5.5 - 8.0) y su contenido de sulfatos, expresado como  $SO_4^{=}$ , no deberá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l). El contenido de sulfatos se determinará de acuerdo con la norma ASTM D-516.

#### **440.3 DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO**

El Constructor definirá una "fórmula de trabajo" que deberá cumplir todas las exigencias establecidas en la presente Sección. El Constructor elaborará un informe detallado para aprobación del Interventor, en el cual presentará y sustentará la mezcla que pretende colocar en la obra, incluyendo la evaluación de los agregados, del llenante activo y de los aditivos (si se requieren), del ligante asfáltico y de la fórmula de trabajo.

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

La aprobación de la fórmula de trabajo por parte del Interventor, no exime al Constructor de su plena responsabilidad de alcanzar, con base en ella, la calidad exigida en esta Sección. La fórmula aprobada sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos, si las circunstancias lo aconsejan y previo el visto bueno del Interventor.

El Constructor también definirá la necesidad de prehumedecer el material preparado para la mezcla y determinará las humedades más apropiadas de mezcla y compactación. Estas pruebas se deberán complementar con ensayos mecánicos adecuados para el diseño de la mezcla.

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

En todos los casos, la fórmula indicará:

- La identificación y la proporción (en peso seco) de cada fracción del material granular.
- La granulometría de cada fracción del material granular y la granulometría combinada.
- El porcentaje de agua para mezcla y compactación, en relación con el peso seco del componente mineral.
- El porcentaje óptimo de ligante residual y de emulsión, en relación con el peso seco del componente mineral.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- La identificación y dosificación de llenante activo y de aditivos, si se requieren, que deben ser de la misma marca utilizada en las pruebas de laboratorio y en la fase de experimentación.
- La resistencia a la compresión inconfiada.
- La densidad máxima y la humedad óptima correspondientes a la densidad de diseño.
- Los resultados de los ensayos complementarios que indique el pliego

#### **440.3.1 Resistencia**

Existen diferentes métodos de diseño para capas de material granular estabilizado con emulsiones asfálticas. La mezcla se puede diseñar por resistencia a la compresión inconfiada, por resistencia a la tracción indirecta o por módulo dinámico. Los documentos del proyecto pueden establecer, mediante especificación particular, los métodos de diseño y los criterios de selección del contenido óptimo de ligante.

Si los documentos técnicos no dicen otra cosa, para el diseño de la estabilización con emulsión asfáltica se utilizará el ensayo de inmersión-compresión (anexo de la norma INV E-738), aplicándose los siguientes criterios como guía para la selección del óptimo contenido de ligante en la mezcla:

- Resistencia de probetas curadas en seco ≥ 2000 KPa
- Resistencia conservada tras curado húmedo ≥ 75%

El porcentaje óptimo de ligante residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, consiga el valor máximo de resistencia tras curado húmedo.

#### **440.3.2 Ensayos complementarios**

Adicionalmente, dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 440.4, ejecutados sobre muestras preparadas con el contenido óptimo de ligante asfáltico, como complemento del diseño de la mezcla.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 440.4**  
**Ensayos complementarios sugeridos para capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica**

PROPIEDAD	Número Mínimo de Probetas		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Tracción Indirecta curada en seco	3	3	3
Resistencia a la Tracción Indirecta tras curado en húmedo	3	3	3
Módulo Dinámico	-	1	2
Curva de Fatiga	-	4	4

#### 440.3.3 Tolerancias

Las tolerancias admisibles respecto de la fórmula de trabajo serán las indicadas en la Tabla 440.5, teniendo en cuenta que en ningún caso los valores podrán sobrepasar los límites establecidos en la especificación granulométrica correspondiente.

**Tabla 440.5**  
**Tolerancias admisibles respecto a la fórmula de trabajo para mezclas de materiales granulares estabilizados con emulsión asfáltica**

Parámetro	Tolerancia, %
Tamaño Máximo	0
% pasa tamices > 4.75 mm (No 4)	+/- 4%
% pasa tamices ≤ 4.75 mm (No 4)	+/- 3%
Contenido de Finos: % pasa tamiz 0.075 mm (No. 200)	+/- 1%

Nota: las tolerancias de los % que pasan en los tamices están referidas al peso seco de los agregados. La tolerancia de la humedad está referida a la humedad óptima.

#### 440.4 EQUIPO

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **440.4.1 Equipo para el procesamiento de los agregados**

La planta de trituración estará provista, como mínimo, de una trituradora primaria y una trituradora secundaria; deberá incluir, además, una clasificadora adecuada y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

#### **440.4.2 Equipo de transporte de agregados**

Los agregados pétreos se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.

El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio del Transporte (MT), la Secretaría de Tránsito y Transporte (STT) y el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

#### **440.4.3 Equipo para la mezcla de los materiales**

La labor de mezcla adecuada de todos los ingredientes hasta su completa homogenización, se ejecutarán por medio de una máquina recicladora autopropulsada, a no ser que la mezcla se realice en planta. Para tránsitos T0 a T3, el Interventor podrá autorizar la mezcla con motoniveladora, siempre y cuando se obtenga una mezcla homogénea.

La recicladora deberá tener la posibilidad de introducir los aditivos líquidos de manera uniforme y precisa. Deberá, además, estar equipada con un tacómetro acoplado al control de la bomba de caudal variable, que asegure que el ligante sólo es adicionado cuando la máquina está en marcha. El sistema de medida debe incluir un totalizador que permita conocer la cantidad de producto bituminoso que se está utilizando en cualquier período y un medidor de caudal que indique la rata instantánea de flujo durante la operación de mezclado.

Si está prevista la utilización de la capa existente en la vía, deberá contarse con elementos apropiados para su escarificación.

#### **440.4.4 Equipo para la extensión, nivelación y compactación de los materiales**

El equipo para la extensión y nivelación de la mezcla elaborada y homogenizada estará conformado por motoniveladoras.

Para la compactación, se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Constructor deberá poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. El equipo de compactación deberá contar con el visto bueno del Interventor. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves.

Los compactadores de rodillos metálicos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha,

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

siendo aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales, que permitan el traslapo de las huellas delanteras y traseras.

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

## **440.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

### **440.5.1 Fase de Experimentación**

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

### **440.5.2 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

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

### **440.5.3 Preparación de la superficie existente**

#### **440.5.3.1 Material granular de aporte en su totalidad**

La construcción de la capa de material granular estabilizado con emulsión asfáltica sólo será autorizada por el Interventor cuando la superficie sobre la cual debe asentarse tenga la calidad, densidad y las cotas indicadas en los documentos del proyecto o definidas por el Interventor, con las tolerancias establecidas. Además, deberá estar concluida la construcción de los dispositivos necesarios para el drenaje de la calzada que requieran ser construidos, previamente a la construcción de las capas granulares estabilizadas con emulsión asfáltica.

Si en la superficie de apoyo existen irregularidades que excedan las tolerancias determinadas en la especificación respectiva, de acuerdo con lo que se prescribe en la unidad de obra correspondiente, el Constructor realizará las correcciones necesarias, a satisfacción del Interventor.

#### **440.5.3.2 Material granular del sitio**

Antes de iniciar el proceso de construcción de la capa de material estabilizado con emulsión asfáltica, deberá comprobarse que el material que queda debajo del espesor por estabilizar presenta adecuadas condiciones de capacidad de soporte, densidad y espesor, siguiendo los procedimientos y requisitos que se indiquen en los documentos del Contrato.

Si estas condiciones no se cumplen, se deberá consultar con el Diseñador sobre las medidas por tomar. Una vez definidos los ajustes, el Constructor deberá efectuar las mejoras en los materiales de apoyo o las modificaciones en el diseño de la estabilización necesarias para garantizar el cumplimiento de los requisitos de diseño; el costo de las labores de mejoramiento de los materiales de apoyo o de modificaciones en el diseño de la estabilización se pagarán según otro ítem definido o acordado en el Contrato.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El material del sitio por estabilizar se deberá escarificar en todo el ancho de la capa que se va a mezclar, hasta una profundidad suficiente para que, una vez compactada, la capa estabilizada alcance el espesor señalado en los planos o indicado por el Interventor. Si se contempla la adición de un material granular de aporte para mejorar el existente, ambos se deberán mezclar uniformemente antes de iniciar la distribución del ligante.

#### **440.5.4 Mezcla en planta**

##### **440.5.4.1 Producción de la mezcla**

Las operaciones de almacenamiento y manejo de agregados en los patios, así como las de transporte y la colocación en las tolvas de la planta, deberán efectuarse tomando todas las medidas necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones de los mismos. Así mismo, el proceso de alimentación de las tolvas deberá buscar que el contenido de las mismas esté siempre entre el cincuenta y el cien por ciento (50% a 100%) de su capacidad, sin rebosar.

Los dispositivos de mezcla en la planta deben ser capaces de garantizar la completa homogenización de los componentes. El tiempo mínimo de mezclado se fijará de acuerdo con los resultados obtenidos en las primeras pruebas de elaboración de mezcla.

##### **440.5.4.2 Transporte de la mezcla**

La mezcla elaborada en la planta se transportará a la vía en volquetas hasta una hora del día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar; la mezcla se cubrirá siempre con lonas o cobertores adecuados. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si, a juicio del Interventor existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de la mezcla de manera adecuada. Durante el transporte de la mezcla se deberán tomar las precauciones necesarias para reducir al mínimo la segregación y la pérdida de humedad.

#### **440.5.5 Mezcla en el sitio**

Si la mezcla se va a efectuar con material de aporte, éste se transportará a la vía y se extenderá en el ancho y espesor adecuados que permitan que la capa luego de mezclada y compactada cumpla con las secciones indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor. Dicho material deberá cumplir con los requisitos establecidos en el aparte 440.2.1 de esta Sección.

Cuando en el proceso se incorpore el material granular existente, éste deberá ser pulverizado previamente hasta obtener una eficacia mínima del ochenta y cinco por ciento (85%) referida al tamiz de 9.5 mm (3/8") y del setenta y cinco por ciento (75%) referida al tamiz de 4.75 mm (No.4), entendiéndose por eficacia la relación entre el tamizado en seco en obra y el tamizado húmedo en laboratorio. Si el material es difícil de pulverizar en estado natural, la operación se puede facilitar con un humedecimiento previo, el cual no podrá rebasar la humedad óptima para la mezcla.

Inmediatamente antes de efectuar la mezcla con la emulsión, se incorporará el llenante activo, si se requiere; luego se verificará la humedad, y si fuere necesario un aumento de ella, se incorporará la cantidad debida de agua y se efectuará la mezcla correspondiente, perfilando la superficie de modo que presente, aproximadamente, la sección indicada en los planos u ordenada por el Interventor. A continuación, se aplicará la emulsión asfáltica por medio de un carro tanque irrigador con la dosificación y temperatura aprobadas por el Interventor, procediendo a la mezcla con el equipo aceptado hasta obtener un producto homogéneo, de color uniforme y exento de concentraciones de ligante.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Cuando se emplee una recicladora, una vez preparada la superficie existente o extendido uniformemente el material de aporte (y el llenante activo, si se requiere), las operaciones de pulverización, adición de agua, emulsión y aditivos (si se requieren), y la mezcla de los componentes se podrán efectuar en una sola pasada, regulando la velocidad de avance de la máquina y los caudales de agua y emulsión, de modo que la mezcla resulte homogénea y con las dosificaciones previstas en el diseño de la mezcla; si no se obtiene la homogeneidad adecuada con una sola pasada de la máquina, se requerirá la realización de más pasadas hasta obtener el producto apropiado.

#### **440.5.6 Extensión de la mezcla**

Después de las operaciones de mezcla y eventual transporte, la mezcla se extenderá o perfilará mecánicamente en el ancho especificado y en un espesor tal, que, después de compactada, se ajuste a la sección transversal y cotas indicadas en los planos u ordenadas por el Interventor. Es posible que los documentos técnicos del proyecto requieran en algunos casos que las mezclas elaboradas en planta deban extenderse con una terminadora asfáltica.

La extensión y compactación manual sólo se permitirá en lugares inaccesibles a los equipos mecánicos de extensión y compactación.

En caso de que el espesor de diseño exceda de quince centímetros (15 cm), la construcción de la base deberá fraccionarse en dos (2) capas, preferiblemente de igual espesor.

#### **440.5.7 Compactación de la mezcla**

Una vez que se verifique que la mezcla tiene la humedad óptima de compactación, se realizará la compactación, mediante el procedimiento definido durante la fase de experimentación, hasta alcanzar los niveles de densidad exigidos en el aparte 440.6.3.6.1. de esta Sección.

Si se considera necesario, se aplicarán riegos de agua durante el proceso de compactación, para compensar las pérdidas por evaporación y cerrar la textura de la capa.

De ser preciso, se efectuará un perfilado final con motoniveladora, con el fin de obtener una pendiente transversal adecuada para el drenaje del agua superficial.

Independientemente del tipo de compactadores empleados, la compactación final deberá realizarse con equipo neumático para eliminar las huellas de los rodillos lisos y la motoniveladora.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo del equipo aprobado durante la fase de experimentación, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

#### **440.5.8 Apertura al tránsito**

La capa podrá abrirse al tránsito no antes de 5 días de terminada la compactación, limitando la velocidad de los vehículos a treinta kilómetros por hora (30 km/h) durante las primeras cuarenta y ocho (48) horas.

#### **440.5.9 Curado de la capa compactada**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Las capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica requieren un período de curado para su maduración, antes de que se autorice su cobertura. El tiempo de curado deberá ser el suficiente para que el contenido de humedad del material estabilizado y compactado sea inferior a uno por ciento (1%). Dicho período deberá ser, como mínimo, de diez (10) días, dependiendo de las condiciones climáticas.

Durante dicho lapso, el Constructor aplicará los riegos de protección que le solicite el Interventor, para prevenir el deterioro de la capa estabilizada por la acción de las aguas superficiales y del tránsito automotor. Dichos riegos se realizarán de acuerdo con la Sección 504 de estas especificaciones, excepto que las aplicaciones de emulsión no excederán de tres décimas de litro por metro cuadrado (0.3 l/m<sup>2</sup>) y que el agregado de protección no es requerido.

#### **440.5.10 Juntas de trabajo**

Todas las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede vertical, cortando parte de la capa terminada. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se aplicará una capa uniforme y delgada de emulsión asfáltica, antes de colocar la mezcla nueva.

Si se trabaja por franjas, se dispondrán juntas longitudinales en todos los casos en que transcurra más de una jornada entre las operaciones en franjas contiguas.

#### **440.5.11 Conservación**

El Constructor deberá conservar la capa de pavimento estabilizada con emulsión asfáltica en perfectas condiciones hasta que se construya la capa superior prevista en el proyecto. Todo daño que se presente deberá ser corregido, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

### **440.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **440.6.1 Controles Generales**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el buen estado y correcto funcionamiento de los equipos y herramientas empleados por el Constructor; el Interventor ordenará el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio, no permitan la correcta ejecución de los trabajos a que hace referencia esta Sección.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la presente Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la ejecución de la fase de experimentación.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ella resulte necesaria. El control de densidad se realizará en el espesor de capa realmente construido, de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie de la capa terminada.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

#### 440.6.2 Controles de producción de agregados de adición

Durante la etapa de producción de los agregados, se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios y se ordenará el retiro de aquellos agregados que, a simple vista, presenten trazas de tierra vegetal, materia orgánica, sustancias deletéreas o tamaños superiores al máximo especificado.

Se vigilará, además, la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores. Se efectuarán las verificaciones de calidad que indica la Tabla 440.6.

**Tabla 440.6**  
**Verificaciones periódicas sobre los agregados**

Ensayo		Norma de Ensayo	Frecuencia
<b>Composición</b>			
Granulometría		INVE-213	1 por jornada
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Ángeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval,	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos		INV E-220	1 por mes
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido		INV E-125	1 por jornada
Índice de Plasticidad		INV E-126	1 por jornada
Equivalente de Arena		INV E-133	1 por semana
Valor de Azul de Metileno		EN-933-9	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznales		INV E-211	1 por semana
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente		INVE-227	1 por jornada

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007.*

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

#### 440.6.3 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias

##### 440.6.3.1 Calidad del producto bituminoso

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

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

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

#### **440.6.3.2 Calidad del agua**

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

#### **440.6.3.3 Calidad de los aditivos y elementos de aporte**

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

#### **440.6.3.4 Composición de la mezcla**

Para efectos del control, se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del numeral 440.6.3.6.

##### **440.6.3.4.1 Contenido de asfalto**

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, se determinará el contenido de asfalto (INV E-732) y la granulometría de los agregados (INV E-782).

El porcentaje de asfalto residual promedio del lote (ART%) tendrá una tolerancia de uno por ciento (1%) con respecto al establecido en la fórmula de trabajo (ARF%).

$$ARF\% - 1.0\% \leq ART\% \leq ARF\% + 1.0\%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor medio del lote (ART%) en más de uno por ciento (1.0%), admitiéndose sólo un (1) valor por fuera de este intervalo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

$$\text{ART}\% - 1.0\% \leq \text{ARI}\% \leq \text{ART}\% + 1.0\%$$

Un porcentaje de asfalto residual fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso del ligante, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la capa estabilizada.

#### **440.6.3.4.2 Granulometría de los agregados**

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Las curvas obtenidas deberán encontrarse dentro de los límites indicados en el aparte 440.3.3 de la presente Sección.

Cuando los valores obtenidos incumplan este requisito, el Constructor deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa y el porcentaje de emulsión que dé lugar al contenido medio de asfalto residual de la mezcla elaborada con dicho material. Ella se someterá a las pruebas mencionadas en el aparte 440.3. Si los requisitos allí indicados no resultan satisfactorios para el Interventor, se rechazará el lote al cual corresponda esa muestra.

#### **440.6.3.5 Calidad de la mezcla**

##### **440.6.3.5.1 Resistencia**

Con un mínimo de una (1) muestra por lote de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (seis por muestra) para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo de inmersión-compresión (anexo de la norma INV E-738). Tres (3) de ellas se curarán en seco y tres (3) bajo condición húmeda.

La resistencia media de las tres (3) probetas sometidas a curado seco ( $R_m$ ) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) de la resistencia seca de la mezcla definitiva de trabajo ( $R_t$ ). Un criterio similar se aplicará para las probetas sometidas a curado húmedo.

$$R_m \geq 0.9 R_t$$

Además, la resistencia de cada probeta ( $R_i$ ) deberá ser igual o superior al ochenta por ciento (80%) del valor medio correspondiente ( $R_m$ ), admitiéndose sólo un (1) valor individual por debajo de ese límite.

$$R_i \geq 0.8 R_m$$

A su vez, la resistencia conservada promedio ( $R_{cm}$ ) deberá ser, como mínimo, el setenta y cinco por ciento (75%), sin que al respecto se admita ninguna tolerancia.

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el lote al cual representan las muestras. En caso de rechazo, la capa de material granular estabilizado con emulsión asfáltica correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y corregida a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor. Entre las opciones de corrección puede estar un reciclaje de esta capa, si con este proceso se puede obtener un producto que cumpla a satisfacción con los requisitos de la presente Sección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Adicionalmente, dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 440.7, ejecutados sobre muestras seleccionadas por el Interventor.

**Tabla 440.7**  
**Ensayos complementarios sugeridos para capas de material granular estabilizado con emulsión asfáltica**

PROPIEDAD	Número Mínimo de Ensayos		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Tracción Indirecta curada en seco	1 (3)	2 (3)	4 (3)
Resistencia a la Tracción Indirecta tras curado en húmedo	1 (3)	2 (3)	4 (3)
Módulo Dinámico	-	1 (1)	2 (2)
Curva de Fatiga	-		2 (4)

*Nota: los valores entre paréntesis indican el número de probetas por ensayo.*

#### **440.6.3.6 Calidad del producto terminado**

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

- Doscientos cincuenta metros lineales (250m) de capa granular estabilizada con emulsión asfáltica
- Un mil setecientos cincuenta metros cuadrados (1750 m<sup>2</sup>) capa granular estabilizada con emulsión asfáltica
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa estabilizada, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Interventor. La cota definitiva de cualquier punto de la capa estabilizada no podrá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, se deberán realizar las siguientes verificaciones:

##### **440.6.3.6.1 Compactación**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos cuatro (4) por lote, las cuales se efectuarán por alguno de los métodos descritos en las normas INV E-161 y E-164. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por cada 50 metros.

La densidad media del lote (Dm) deberá ser, como mínimo el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida al compactar en el laboratorio con la cantidad óptima de ligante las probetas de referencia según la técnica del ensayo Proctor Modificado (De).

$$Dm \geq 0.95 De$$

A su vez, la densidad obtenida en cada medida individual (Di) que resulte inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad de laboratorio (De), deberá ser igual o superior al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad media del lote (Dm), admitiéndose sólo un (1) valor defectuoso por lote, siempre y cuando ese valor no sea inferior al noventa por ciento (90%) de la densidad de laboratorio (De):

$$\text{Si } Di < 0.95 De, Di \geq 0.97 Dm$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos tendrá como consecuencia el rechazo del lote.

Las comprobaciones de la compactación se realizarán cuando se haya cumplido sustancialmente el período de curado de la mezcla, conforme se haya determinado en la fase de experimentación.

En caso de rechazo, la capa granular estabilizada con emulsión asfáltica correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y corregida a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor. Entre las opciones de corrección puede estar un reciclaje de esta capa, si con este proceso se puede obtener un producto que cumpla a satisfacción con los requisitos de la presente Sección.

#### **440.6.3.6.2 Espesor**

Sobre la base de los sitios escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor medio de la capa compactada (em), el cual no podrá ser inferior al de diseño (ed).

$$em \geq ed$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei), deberá ser, cuando menos, el noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose sólo un (1) valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando ese valor no sea inferior al ochenta y cinco (85%) del espesor de diseño (ed).

$$ei \geq 0.9 ed$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, se rechazará el lote. Si el Interventor lo autoriza, las deficiencias en espesor pueden ser corregidas con mezcla asfáltica de las capas superiores; si la corrección queda hecha de forma satisfactoria a juicio del Interventor, la capa granular estabilizada con emulsión asfáltica se pagará según su espesor teórico pero no se medirá ni pagará la mezcla asfáltica empleada en la corrección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **440.6.3.6.3 Lisura**

La superficie acabada no podrá presentar, en ningún punto, irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Interventor, los cuales no podrán corresponder a puntos donde haya cambios de pendiente transversal de acuerdo con el diseño.

Todas las áreas de la capa granular estabilizada con emulsión asfáltica donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a satisfacción de éste.

#### **440.7 MEDIDA**

La unidad de medida de la capa de material granular estabilizado con emulsión asfáltica será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al entero, de material colocado y compactado, a satisfacción del Interventor. Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco décimas de metro cúbico ( $\geq 0.5 m^3$ ) la aproximación al entero se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco décimas de metro cúbico ( $< 0.5 m^3$ ), la aproximación al entero se realizará por defecto.

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

#### **440.8 FORMA DE PAGO**

El pago se hará por metro cúbico de capa de material granular estabilizado con emulsión asfáltica a los respectivos precios unitarios del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

Los precios unitarios deberán incluir la compensación total por el suministro en el lugar de la obra de todos los materiales requeridos para la construcción de la capa, así como herramientas, equipos y la ejecución completa de los trabajos contratados, a satisfacción plena del Interventor.

El precio unitario de la capa de material granular estabilizado con emulsión asfáltica deberá cubrir, además, los permisos y licencias de toda índole que sean requeridos para la obtención de los materiales, su transporte y la correcta ejecución de los trabajos, así como los costos de la ejecución de la fase de experimentación y los costos de todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 440.9 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto; y todo costo adicional en el cual se incurra para la realización completa y a satisfacción de los trabajos descritos en la presente Sección.

#### **440.9 ITEM DE PAGO**

##### **440.1 Capa de Material Granular Estabilizado con Emulsión**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

asfáltica Clase ..... GEEA\_ ..... mezclada en la vía

Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

440.2 Capa de Material Granular Estabilizado con Emulsión  
asfáltica Clase ..... GEEA\_ ..... mezclada en planta

Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

440.E Ensayos especiales para capas de material granular estabilizado con emulsión  
asfáltica

Unidad

440.E.1 Módulo Dinámico (3 frecuencias, 1 temperatura)

Unidad

440.E.2 Curva de Fatiga (4 puntos)

NOTA: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente para cada clase de capa de material granular estabilizado emulsión asfáltica que forme parte del contrato

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

## SECCIÓN 450-05

### RECICLAJE DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EN EL SITIO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA O CON ASFALTO ESPUMADO

#### 450.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la disgregación de las capas asfálticas y parte de la base granular de un pavimento existente, de acuerdo con las profundidades de corte señaladas en los documentos del proyecto o indicadas por el Interventor; la eventual adición de nuevos materiales pétreos, agua, mejoradores de adherencia, controladores de rotura, puzolanas y otros elementos de aporte; la incorporación de emulsión asfáltica o cemento asfáltico espumado; y la mezcla, extensión, compactación y curado de los materiales tratados, de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

#### 450.2 MATERIALES

##### 450.2.1 Agregados del reciclaje

Los agregados pétreos serán los resultantes de la pulverización mecánica de las capas de pavimento en el espesor indicado en el proyecto y ajustado por el Interventor cuando corresponda. La gradación será definida en los documentos técnicos del proyecto, en función de los materiales por reciclar; si los términos no indican otra cosa, la granulometría será la indicada en la Tabla 450.1.

**Tabla 450.1**  
**Granulometría admisible para reciclaje de pavimento asfáltico**

Tamiz		Porcentaje que Pasa
mm	U.S. Standard	
37.5 mm	1 1/2"	100
25.0 mm	1"	75-100
19.0 mm	¾"	65-100
9.5 mm	3/8"	45-75
4.75 mm	No.4	30-60
2.00 mm	No 10	20-45
425 µm	No 40	10-30
75 µm	No.200	5-20

##### 450.2.2 Agregados de adición

En el caso de que se requiera la adición de material pétreo para satisfacer el requisito de gradación, éste deberá cumplir con las características de material de base granular (Sección 400, Tabla 400.2) o de sub-base granular (Sección 400, Tabla 400.3, Clase A ó B). Salvo que los documentos técnicos del proyecto indiquen otra cosa, se empleará material granular de sub-base clase A (SBG\_A) para el material de adición.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Es recomendable que el agregado de adición tenga características mineralógicas similares a las del agregado que se recicla, con el fin de evitar que el ligante tenga diferente adhesividad con cada uno de los componentes.

El producto del porcentaje que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No 200) del agregado combinado por su índice de plasticidad, no podrá ser mayor de setenta y dos (72).

#### **450.2.3 Materiales bituminosos**

Para los reciclajes en frío con emulsión asfáltica, ésta será de rompimiento lento, tipo CRL-1 cuyo residuo de destilación tenga una penetración 100-250, compatible con los agregados pétreos, la cual deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el aparte 210.2.2 de la Sección 210 de las presentes especificaciones. Si se requiere una emulsión de diferentes características, de efecto regenerante por ejemplo, ella deberá ser objeto de una especificación particular.

Para los reciclajes con cemento asfáltico espumado, el ligante será de penetración 80-100, compatible con los agregados pétreos, el cual deberá cumplir con los requisitos de calidad establecidos en el aparte 200.2.2 de la Sección 200 de las presentes especificaciones. Si se requiere un cemento asfáltico de diferentes características, éste deberá ser objeto de una especificación particular.

En cualquier caso, se prohíbe la adición de fluidificantes ligeros o crudos de petróleo para producir el reblandecimiento del asfalto del pavimento existente.

#### **450.2.4 Llentantes activos**

Se consideran como tales, algunos llenantes comerciales que complementan la acción del ligante asfáltico en cuanto a su reactividad. Los más utilizados son el cemento Pórtland, la cal hidratada y las cenizas volantes, cuyas características se deberán establecer en una especificación particular.

En ocasiones también se adicionan llenantes con el propósito de controlar la rotura de la emulsión asfáltica.

#### **450.2.5 Aditivos mejoradores de adherencia entre agregados y asfalto**

Cuando se requieran, deberán ser propuestos por el Constructor y su tipo y dosificación deberán asegurar el cumplimiento del requisito de resistencia conservada de la mezcla, que se indica en el numeral 450.3. de esta Sección. Asimismo, el Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento, que se derive del empleo del aditivo, será de responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla compactada, de acuerdo con las instrucciones del Interventor o del Instituto de Desarrollo Urbano.

La dosificación y dispersión homogénea del aditivo, deberán tener la aprobación del Interventor.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **450.2.6 Agua**

El agua requerida para el humedecimiento previo de los agregados pétreos estará libre de materia orgánica y de elementos químicos que dificulten el proceso de mezclado y el curado de la mezcla. Su pH, medido según norma ASTM D-1293, deberá estar entre cinco y medio y ocho (5.5 - 8.0) y su contenido de sulfatos, expresado como  $SO_4^{2-}$ , no deberá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l). El contenido de sulfatos se determinará de acuerdo con la norma ASTM D-516.

#### **450.3 DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO**

El Constructor definirá una "fórmula de trabajo" que deberá cumplir todas las exigencias establecidas en la presente Sección. El Constructor elaborará un informe detallado para aprobación del Interventor, en el cual presentará y sustentará la mezcla que pretende colocar en la obra, incluyendo la evaluación de los agregados (material molido y de adición), del llenante activo, del ligante asfáltico y de la fórmula de trabajo.

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

La aprobación de la fórmula de trabajo por parte del Interventor, no exime al Constructor de su plena responsabilidad de alcanzar, con base en ella, la calidad exigida en esta Sección. La fórmula aprobada sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos, si las circunstancias lo aconsejan y previo el visto bueno del Interventor.

De acuerdo con el espesor de pavimento que deba procesarse en los trabajos, según lo establezcan los documentos del proyecto, el Constructor estimará la cantidad óptima teórica necesaria de ligante residual para la combinación de agregados y determinará el tipo y porcentaje de emulsión asfáltica o cemento asfáltico espumado y de los aditivos y otros elementos por incorporar, de modo de producir una mezcla cuya calidad sea comparable a una base estabilizada con emulsión asfáltica elaborada con agregados pétreos y ligante asfáltico nuevos.

Previamente a la definición del contenido de ligante, el Constructor establecerá la necesidad de incorporar agregados pétreos nuevos en la mezcla para corregir deficiencias granulométricas e indicará la proporción en que ellos deban intervenir.

El Constructor también definirá la necesidad de prehumedecer el material preparado para la mezcla y determinará las humedades más apropiadas de mezcla y compactación. Estas pruebas se deberán complementar con ensayos mecánicos adecuados para el diseño de la mezcla.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En todos los casos, la fórmula indicará:

- La identificación y la proporción (en peso seco) de cada fracción del material granular, si se requieren agregados de adición.
- La granulometría de cada fracción del material granular y la granulometría combinada, si se requieren agregados de adición.
- El porcentaje de agua para mezcla y compactación, en relación con el peso seco del componente mineral.
- El porcentaje óptimo de ligante residual y de emulsión (o asfalto espumado), en relación con el peso seco del material reciclado y el componente mineral adicional si se requiere.
- La identificación y dosificación de llenante activo y de aditivos, si se requieren, que deben ser de la misma marca utilizada en las pruebas de laboratorio y en la fase de experimentación.
- La resistencia a la compresión inconfiada o a la tracción indirecta, según el caso.
- La densidad máxima y la humedad óptima correspondientes a la densidad de diseño.
- Los resultados de los ensayos complementarios que indique el pliego

#### **450.3.1 Resistencia**

Existen diferentes métodos de diseño para reciclajes estabilizados con emulsiones asfálticas o asfaltos espumados. La mezcla se puede diseñar por resistencia a la compresión inconfiada, por resistencia a la tracción indirecta o por módulo dinámico. Los documentos del proyecto pueden establecer, mediante especificación particular, los métodos de diseño y los criterios de selección del contenido óptimo de ligante.

##### **450.3.1.1 Reciclaje con emulsión asfáltica**

Si los documentos técnicos no dicen otra cosa, para el diseño de reciclajes con emulsión asfáltica, se utilizará el ensayo de inmersión-compresión (anexo de la norma INV E-738), aplicándose los siguientes criterios como guía para la selección del óptimo contenido de ligante en la mezcla reciclada:

- Resistencia de probetas curadas en seco ≥ 2000 KPa
- Resistencia conservada tras curado húmedo ≥ 75%

El porcentaje óptimo de ligante residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, consiga el valor máximo de resistencia tras curado húmedo.

##### **450.3.1.2 Reciclaje con asfalto espumado**

En el caso de reciclajes con asfalto espumado, se aplicarán los siguientes criterios para la preparación del espumado del asfalto:

- Relación de expansión ≥ 10
- Vida media (segundos) ≥ 10

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Si los documentos técnicos no dicen otra cosa, para el diseño de reciclajes con asfalto espumado y establecer su contenido óptimo de asfalto, se utilizará el ensayo de tracción indirecta, de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma de ensayo INV E-785, aplicándose los siguientes criterios como guía para la selección del óptimo contenido de ligante en la mezcla reciclada:

- Resistencia de probetas curadas en seco ≥ 250 kPa
- Resistencia conservada tras curado húmedo ≥ 50 %

El porcentaje óptimo de ligante residual será aquel que, cumpliendo las exigencias indicadas, consiga el valor máximo de resistencia tras curado húmedo.

#### 450.3.1.3 Ensayos complementarios

Adicionalmente, dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 450.2, ejecutados sobre muestras preparadas con el contenido óptimo de ligante asfáltico, como complemento del diseño de la mezcla.

**Tabla 450.2**  
**Ensayos complementarios sugeridos para capas de reciclaje con productos bituminosos**

PROPIEDAD	Número Mínimo de Probetas		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Tracción Indirecta curada en seco (reciclaje con emulsión asfáltica)	3	3	3
Resistencia a la Tracción Indirecta tras curado en húmedo (reciclaje con emulsión asfáltica)	3	3	3
Módulo Dinámico	-	1	2
Curva de Fatiga	-	4	4

#### 450.4 EQUIPO

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

##### 450.4.1 Equipo para el procesamiento de los agregados de adición

La planta de trituración estará provista, como mínimo, de una trituradora primaria y una trituradora secundaria; deberá incluir, además, una clasificadora adecuada y, de ser necesario, un equipo de lavado.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

#### **450.4.2 Equipo de transporte de agregados de adición**

Los agregados pétreos se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o cobertor adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.

El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio del Transporte (MT), la Secretaría de Tránsito y Transporte (STT) y el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

#### **450.4.3 Equipo para la disgregación del pavimento existente y mezcla de los materiales**

Las labores de disgregación del pavimento existente y de mezcla adecuada de todos los ingredientes hasta su completa homogenización, se ejecutarán por medio de una máquina recicladora autopropulsada.

La recicladora debe ser capaz de disgregar el pavimento hasta la profundidad mostrada en los planos en una sola pasada, manteniendo una profundidad y ancho constantes y un perfil uniforme. Debe poder producir la gradación requerida.

La recicladora deberá tener la posibilidad de introducir los aditivos líquidos de manera uniforme y precisa. Deberá, además, estar equipada con un tacómetro acoplado al control de la bomba de caudal variable, que asegure que el ligante sólo es adicionado cuando la máquina está en marcha. El sistema de medida debe incluir un totalizador que permita conocer la cantidad de producto bituminoso que se está utilizando en cualquier período y un medidor de caudal que indique la rata instantánea de flujo durante la operación de mezclado.

#### **450.4.4 Equipo para la extensión, nivelación y compactación de los materiales**

El equipo para la extensión y nivelación de la mezcla elaborada y homogenizada estará conformado por motoniveladoras.

Para la compactación, se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Constructor deberá poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. El equipo de compactación deberá contar con el visto bueno del Interventor. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

## **450.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

### **450.5.1 Fase de Experimentación**

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

### **450.5.2 Explotación de materiales y elaboración de agregados de adición**

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

### **450.5.3 Remoción de obstáculos**

Antes de proceder a la disgregación del pavimento, y si los documentos técnicos del proyecto así lo indican, se deberán demoler parcial y temporalmente las estructuras de servicios públicos ubicadas dentro del área de pavimento por reciclar, cubriendo adecuadamente los orificios resultantes, de manera que el proceso de reciclaje no afecte de manera adversa las estructuras, ni éstas produzcan daño a la máquina recicladora.

La profundidad de demolición de las estructuras será la necesaria para proporcionar una altura libre suficiente entre la tapa temporal de ellas y la superficie del pavimento existente, para permitir la operación libre y continua de la recicladora.

Las tapas temporales de las estructuras deberán asegurarse adecuadamente a ellas y deberán tener la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos generados durante el proceso de reciclaje.

La localización de las estructuras demolidas parcial y temporalmente deberá ser relacionada con precisión, de manera que una vez concluido el trabajo de reciclaje, ellas se puedan ubicar y reconstruir hasta el nivel definitivo de la rasante del pavimento.

Las actividades de demolición y reconstrucción de las estructuras de servicios públicos se pagarán de acuerdo con la especificación particular correspondiente.

### **450.5.4 Preparación de la superficie existente**

También con antelación a la disgregación del pavimento, el Constructor deberá efectuar los bacheos en las zonas que le indique el Interventor, las cuales deberán corresponder a fallas de origen profundo que requieran corrección previa, con el fin de evitar deficiencias en el soporte de la capa reciclada. Las excavaciones deberán rellenarse con material de base granular hasta el nivel de la rasante existente, colocándolo y compactándolo en espesores que permitan obtener las densidades exigidas para dicho material en el aparte 400.5.3., Tabla 400.6, de la Sección 400 de las presentes especificaciones.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Inmediatamente antes de proceder a la pulverización del pavimento, se deberá barrer y/o soplar la superficie por tratar.

#### **450.5.5 Disgregación del pavimento existente y eventual adición de agregados de adición**

Empleando el equipo aprobado durante la fase de experimentación, el Constructor intervendrá el pavimento existente en el espesor de diseño o el ordenado por el Interventor, pulverizando la capa bituminosa existente y mezclándola, si es el caso, con parte de la base subyacente y/o con agregados de adición previamente depositados uniformemente sobre el pavimento; como resultado de dicho proceso, el material disgregado y mezclado deberá cumplir con la gradación establecida en el aparte 450.2.1.

Dependiendo de los resultados obtenidos, puede ser necesario que la operación de disgregación del pavimento existente deba ser completada antes de proceder a la adición y mezcla de nuevos materiales.

Todo sobretamaño que no haya sido reducido durante el proceso, será retirado y dispuesto en el sitio que haya autorizado el Interventor. Si el pavimento existente contiene geosintéticos dentro de la profundidad de reciclaje, el Contratista debe hacer los ajustes necesarios en la máquina de manera que éstos sean molidos en pedazos menores que 10cm; se deberá retirar todo pavimento procesado que contenga pedazos de geosintético de tamaño mayor a 10cm.

Si alguna sección de pavimento pulverizado debe ser abierta temporalmente al tránsito, deberá ser previamente compactada y conformada a satisfacción del Interventor.

#### **450.5.6 Incorporación de llenantes, agua y producto bituminoso y elaboración de la mezcla**

La aplicación de los llenantes (cemento Pórtland, cal, cenizas volantes) deberá comenzar inmediatamente después de la pulverización del pavimento y su eventual mezcla con el agregado de adición (si se requiere) y antes de incorporar el agua y el ligante asfáltico. Todos los ingredientes deberán ser aplicados uniformemente sobre la superficie por tratar, a las tasas definidas al estudiar la fórmula de trabajo. Añadidos los ingredientes en el orden citado, se efectuará su mezcla íntima con el mismo equipo utilizado para la pulverización.

Alternativamente, si la máquina recicladora es capaz de pulverizar el pavimento existente y mezclar simultánea y satisfactoriamente en una sola pasada todos los componentes, los llenantes y el agregado de adición (si se requiere) pueden ser aplicados uniformemente sobre el pavimento inmediatamente antes de su reciclado.

Durante la operación, la máquina recicladora debe aplicar el producto bituminoso de estabilización y el agua requerida para la compactación en las dosificaciones de diseño; la dosificación de ligante podrá ser variada dependiendo de las condiciones del pavimento existente, de manera que se garantice en todo momento la obtención de una mezcla que satisfaga los requisitos establecidos en el numeral 450.3.

Si la mezcla requiere aireación previa a la compactación, ella se realizará hasta que la mezcla alcance la humedad apropiada. En caso contrario, la mezcla se extenderá en el ancho y espesor definidos en los planos del proyecto u ordenados por el Interventor.

Las operaciones de mezcla se deben realizar en segmentos completos. Cada segmento deberá ser mezclado y compactado en la misma jornada de trabajo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

No se permitirán trabajos de reciclaje cuando la temperatura ambiente a la sombra sea inferior a cinco grados Celsius (5°C) o en instantes en que haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra. Toda mezcla afectada por las aguas lluvias será corregida por el Constructor si, a juicio del Interventor, ello resulta posible; en caso contrario, deberá ser removida y reemplazada por una de calidad equivalente, elaborada con materiales similares sobrantes del reciclado de otra zona del proyecto o con agregados de adición, sin que ello dé lugar a pago adicional por parte del Instituto de Desarrollo Urbano.

#### **450.5.7 Extensión de la mezcla**

Después de mezclado, el material reciclado se extenderá en una o varias capa de espesor uniforme que permitan obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. En todo caso, la cantidad de material extendido será tal, que el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a 100 milímetros ni supere los siguientes valores:

- 200 milímetros, para reciclaje con asfalto espumado
- 150 milímetros, para reciclaje con emulsión asfáltica

Si el espesor por construir es superior a estos valores, el material se deberá colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual. En este caso, se deberá retirar provisionalmente la parte del material que constituirá la segunda capa mientras se extiende y compacta la primera de ellas; se aplicarán para cada capa los procedimientos de ejecución y control descritos en la presente Sección.

#### **450.5.8 Compactación de la mezcla**

Extendida la mezcla, se procederá a su compactación en el instante y con el equipo y procedimiento aprobados durante la fase de experimentación, hasta lograr los niveles de compactación exigidos.

Si se considera necesario, se aplicarán riegos de agua durante el proceso de compactación, para compensar las pérdidas por evaporación y cerrar la textura de la capa.

De ser preciso, se efectuará un perfilado final con motoniveladora, con el fin de obtener una pendiente transversal adecuada para el drenaje del agua superficial.

#### **450.5.9 Apertura al tránsito**

En el caso de reciclajes con emulsión asfáltica, la capa podrá abrirse al tránsito no antes de 5 días de terminada la compactación, limitando la velocidad de los vehículos a treinta kilómetros por hora (30 km/h) durante las primeras cuarenta y ocho (48) horas.

En el caso de reciclajes con asfalto espumado, la capa podrá abrirse al tránsito terminada la compactación, limitando la velocidad de los vehículos a treinta kilómetros por hora (30 km/h) durante las primeras cuarenta y ocho (48) horas.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **450.5.10 Curado de la capa compactada**

Las capas recicladas requieren un período de curado para su maduración, antes de que se autorice su cobertura. El tiempo de curado deberá ser el suficiente para que el contenido de humedad del material reciclado y compactado sea inferior a uno por ciento (1%). Dicho período deberá ser, como mínimo, de diez (10) días en el caso de reciclajes con emulsión asfáltica y de cinco (5) días cuando se utilice cemento asfáltico espumado, dependiendo de las condiciones climáticas.

Durante dicho lapso, el Constructor aplicará los riegos de protección que le solicite el Interventor, para prevenir el deterioro de la capa reciclada por la acción de las aguas superficiales y del tránsito automotor. Dichos riegos se realizarán de acuerdo con la Sección 504 de estas especificaciones, excepto que las aplicaciones de emulsión no excederán de tres décimas de litro por metro cuadrado (0.3 l/m<sup>2</sup>) y que el agregado de protección no es requerido.

#### **450.5.11 Juntas de trabajo**

Todas las juntas de trabajo se dispondrán de forma que su borde quede vertical, cortando parte de la capa terminada. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se aplicará una capa uniforme y delgada de emulsión asfáltica, antes de colocar la mezcla nueva.

Si se trabaja por franjas, se dispondrán juntas longitudinales en todos los casos en que transcurra más de una jornada entre las operaciones en franjas contiguas.

#### **450.5.12 Conservación**

El Constructor deberá conservar la capa de pavimento reciclado en perfectas condiciones hasta que se construya la capa superior prevista en el proyecto. Todo daño que se presente deberá ser corregido, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

### **450.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **450.6.1 Controles Generales**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el buen estado y correcto funcionamiento de los equipos y herramientas empleados por el Constructor; el Interventor ordenará el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio, no permitan la correcta ejecución de los trabajos a que hace referencia esta Sección.
- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la presente Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la ejecución de la fase de experimentación.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ella resulte necesaria. El control de densidad se realizará en el espesor de capa realmente construido, de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie de la capa terminada.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

#### **450.6.2 Controles de producción de agregados de adición**

Durante la etapa de producción de los agregados de adición, si estos se requieren, se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios y se ordenará 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 deberán acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad.

Se vigilará, además, la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores. Se efectuarán las verificaciones de calidad que indica la Tabla 450.3.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 450.3**  
**Verificaciones periódicas sobre los agregados de adición**

Ensayo		Norma de Ensayo	Frecuencia
<b>Composición</b>			
Granulometría		INVE-213	1 por jornada
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Ángeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval,	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos		INV E-220	1 por mes
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido		INV E-125	1 por jornada
Índice de Plasticidad		INV E-126	1 por jornada
Equivalente de Arena		INV E-133	1 por semana
Valor de Azul de Metileno		EN-933-9	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznales		INV E-211	1 por semana
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente		INVE-227	1 por jornada
Índice de Aplanamiento		INV E-230	1 por semana
Índice de Aplanamiento		INV E-230	1 por semana
Angularidad del Agregado Fino		AASHTO T-304	1 por jornada

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007.*

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

#### **450.6.3 Condiciones específicas para el recibo y tolerancias**

##### **450.6.3.1 Calidad del producto bituminoso**

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

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

Cuando el reciclaje se realice mediante la técnica del cemento asfáltico espumado, a la llegada de cada carrotanque con cemento asfáltico al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante del producto, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo de asfalto, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en el numeral 200.2.2 de la Sección 200 de las presentes especificaciones o las que se establezcan en la especificación particular que gobierne los trabajos.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de cemento asfáltico que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, el Constructor efectuará las verificaciones exigidas en el numeral 200.5 de la Sección 200 de estas especificaciones. En todos los casos, se guardará una muestra para ensayos ulteriores de contraste, en caso de que alguna de las partes manifieste inconformidad con los resultados iniciales.

En relación con los resultados de las pruebas, no se admitirá ninguna tolerancia sobre los límites establecidos en la Tabla 200.1 de la Sección 200 de las presentes especificaciones o en la especificación particular, según corresponda.

Además, se realizarán las pruebas para verificar la relación de expansión y la vida media del asfalto espumado.

#### **450.6.3.2 Calidad del agua**

Siempre que el Interventor tenga alguna sospecha en relación con la calidad del agua utilizada en el reciclaje en el sitio con ligantes bituminosos, verificará u ordenará la verificación de su pH, su contenido de sulfatos y su contenido de materia orgánica, cuyos resultados deben satisfacer las exigencias del aparte 450.2.6 para permitir su empleo.

#### **450.6.3.3 Calidad de los aditivos y elementos de aporte**

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

#### **450.6.3.4 Composición de la mezcla**

Para efectos del control, se considerará como lote el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del numeral 450.6.3.6.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 450.6.3.4.1 Contenido de asfalto

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, se determinará el contenido de asfalto (INV E-732) y la granulometría de los agregados (INV E-782).

El porcentaje de asfalto residual promedio del lote (ART%) tendrá una tolerancia de uno por ciento (1%) con respecto al establecido en la fórmula de trabajo (ARF%). Dicho porcentaje incluye tanto la cantidad de ligante aportada por la emulsión o el cemento asfáltico espumado, como la suministrada por la estructura que se recicla.

$$ARF\% - 1.0\% \leq ART\% \leq ARF\% + 1.0\%$$

A su vez, el contenido de asfalto residual de cada muestra individual (ARI%), no podrá diferir del valor medio del lote (ART%) en más de uno por ciento (1.0%), admitiéndose sólo un (1) valor por fuera de este intervalo.

$$ART\% - 1.0\% \leq ARI\% \leq ART\% + 1.0\%$$

Un porcentaje de asfalto residual fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites implica el rechazo del lote salvo que, en el caso de exceso del ligante, el Constructor demuestre que no habrá problemas de comportamiento de la capa reciclada.

#### 450.6.3.4.2 Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados. Las curvas obtenidas deberán encontrarse dentro de los límites indicados en el aparte 450.2.1 de la presente Sección.

Cuando los valores obtenidos incumplan este requisito, el Constructor deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa y el porcentaje de emulsión o asfalto espumado que dé lugar al contenido medio de asfalto residual de la mezcla elaborada con dicho material. Ella se someterá a las pruebas mencionadas en el aparte 450.3. Si los requisitos allí indicados no resultan satisfactorios para el Interventor, se rechazará el lote al cual corresponda esa muestra.

#### 450.6.3.5 Calidad de la mezcla

##### 450.6.3.5.1 Resistencia

Con un mínimo de una (1) muestra por lote de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (seis por muestra) para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo de inmersión-compresión (anexo de la norma INV E-738) cuando el reciclaje se ejecute con emulsión asfáltica o en el ensayo de tensión indirecta (INV E-785) cuando se realice con asfalto espumado. Tres (3) de ellas se curarán en seco y tres (3) bajo condición húmeda.

La resistencia media de las tres (3) probetas sometidas a curado seco (Rm) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) de la resistencia seca de la mezcla definitiva de trabajo (Rt). Un criterio similar se aplicará para las probetas sometidas a curado húmedo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

$$R_m \geq 0.9 R_t$$

Además, la resistencia de cada probeta ( $R_i$ ) deberá ser igual o superior al ochenta por ciento (80%) del valor medio correspondiente ( $R_m$ ), admitiéndose sólo un (1) valor individual por debajo de ese límite.

$$R_i \geq 0.8 R_m$$

A su vez, la resistencia conservada promedio ( $R_{cm}$ ) deberá ser, como mínimo, el setenta y cinco por ciento (75 %) en las mezclas elaboradas con emulsión asfáltica y el cincuenta por ciento (50%) en las elaboradas con asfalto espumado, sin que al respecto se admita ninguna tolerancia.

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el lote al cual representan las muestras. En caso de rechazo, la capa de pavimento reciclado correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y corregida a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor. Entre las opciones de corrección puede estar un nuevo reciclado de esta capa, si con este proceso se puede obtener un producto que cumpla a satisfacción con los requisitos de la presente Sección.

Adicionalmente, dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 450.4, ejecutados sobre muestras seleccionadas por el Interventor.

**Tabla 450.4**  
**Ensayos complementarios sugeridos para capas de reciclaje con productos bituminosos**

PROPIEDAD	Número Mínimo de Ensayos		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Tracción Indirecta curada en seco (reciclaje con emulsión asfáltica)	1 (3)	2 (3)	4 (3)
Resistencia a la Tracción Indirecta tras curado en húmedo (reciclaje con emulsión asfáltica)	1 (3)	2 (3)	4 (3)
Módulo Dinámico	-	1 (1)	2 (2)
Curva de Fatiga	-		2 (4)

*Nota: los valores entre paréntesis indican el número de probetas por ensayo.*

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 450.6.3.6 Calidad del producto terminado

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

- Doscientos cincuenta metros lineales (250m) de pavimento reciclado en frío en el lugar
- Un mil setecientos cincuenta metros cuadrados (1750 m<sup>2</sup>) de pavimento reciclado en frío en el lugar
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje del proyecto y el borde de la capa que se recicla, no podrá ser menor que la señalada en los planos o la determinada por el Interventor. La cota definitiva de cualquier punto de la capa reciclada no podrá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, se deberán realizar las siguientes verificaciones:

##### 450.6.3.6.1 Compactación

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos cuatro (4) por lote, las cuales se efectuarán por alguno de los métodos descritos en las normas INV E-161 y E-164. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por cada 50 metros.

La densidad media del lote (Dm) deberá ser, como mínimo el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima obtenida al compactar en el laboratorio con la cantidad óptima de ligante las probetas de referencia según la técnica del ensayo Proctor Modificado (De).

$$Dm \geq 0.95 De$$

A su vez, la densidad obtenida en cada medida individual (Di) que resulte inferior al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad de laboratorio (De), deberá ser igual o superior al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad media del lote (Dm), admitiéndose sólo un (1) valor defectuoso por lote, siempre y cuando ese valor no sea inferior al noventa por ciento (90%) de la densidad de laboratorio (De):

$$\text{si } Di < 0.95 De, Di \geq 0.97 Dm$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos tendrá como consecuencia el rechazo del lote.

Las comprobaciones de la compactación se realizarán cuando se haya cumplido sustancialmente el período de curado de la mezcla, conforme se haya determinado en la fase de experimentación.

En caso de rechazo, la capa de pavimento reciclado correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y corregida a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor. Entre las opciones de corrección puede estar un nuevo reciclado de esta capa, si con este proceso se puede obtener un producto que cumpla a satisfacción con los requisitos de la presente Sección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 450.6.3.6.2 Espesor

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

$$e_m \geq e_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual ( $e_i$ ), deberá ser, cuando menos, el noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose sólo un (1) valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando ese valor no sea inferior al ochenta y cinco (85%) del espesor de diseño ( $e_d$ ).

$$e_i \geq 0.9 e_d$$

Si se incumple alguno de estos requisitos, se rechazará el lote. Si el Interventor lo autoriza, las deficiencias en espesor pueden ser corregidas con mezcla asfáltica de las capas superiores; si la corrección queda hecha de forma satisfactoria a juicio del Interventor, la capa de reciclaje se pagará según su espesor teórico pero no se medirá ni pagará la mezcla asfáltica empleada en la corrección.

#### 450.6.3.6.3 Lisura

La superficie acabada no podrá presentar, en ningún punto, irregularidades mayores de quince milímetros (15 mm) cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m) colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja el Interventor, los cuales no podrán corresponder a puntos donde haya cambios de pendiente transversal de acuerdo con el diseño.

Todas las áreas del pavimento reciclado donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a satisfacción de éste.

#### 450.7 MEDIDA

La unidad de medida de la capa de material reciclado estabilizado con emulsión asfáltica o con asfalto espumado será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al entero, de material colocado y compactado, a satisfacción del Interventor. Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco décimas de metro cúbico ( $\geq 0.5 m^3$ ) la aproximación al entero se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco décimas de metro cúbico ( $< 0.5 m^3$ ), la aproximación al entero se realizará por defecto.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **450.8 FORMA DE PAGO**

El pago se hará por metro cúbico de pavimento asfáltico reciclado estabilizado con emulsión asfáltica o con asfalto espumado a los respectivos precios unitarios del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

Los precios unitarios deberán incluir la compensación total por el suministro en el lugar de la obra de todos los materiales requeridos para la construcción de la capa, así como herramientas, equipos y la ejecución completa de los trabajos contratados, a satisfacción plena del Interventor.

El precio unitario de la capa de material reciclado estabilizado con emulsión asfáltica o con asfalto espumado deberá cubrir, además, los permisos y licencias de toda índole que sean requeridos para la obtención de los materiales, su transporte y la correcta ejecución de los trabajos, así como los costos de la ejecución de la fase de experimentación y los costos de todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 450.9 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto; y todo costo adicional en el cual se incurra para la realización completa y a satisfacción de los trabajos descritos en la presente Sección.

#### **450.9 ITEM DE PAGO**

450.1 Pavimento asfáltico reciclado en el sitio con emulsión asfáltica Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

450.2 Pavimento asfáltico reciclado en el sitio con cemento asfáltico espumado Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

450.E Ensayos especiales para capas de reciclaje de pavimento asfáltico en el sitio con emulsión asfáltica o asfalto espumado

450.E.1 Módulo Dinámico (3 frecuencias, 1 temperatura) Unidad

450.E.2 Curva de Fatiga (4 puntos) Unidad

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 454-05

### RECICLAJE DE PAVIMENTO ASFÁLTICO EN EL SITIO CON CEMENTO PÓRTLAND

#### 454.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la disgregación de las capas asfálticas y parte de la base granular de un pavimento existente, de acuerdo con las profundidades de corte señaladas en los documentos del proyecto o indicadas por el Interventor; la eventual adición de nuevos materiales pétreos y agua; la incorporación de cemento Pórtland; y la mezcla, extensión, compactación y curado de los materiales tratados, de acuerdo con los planos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

#### 454.2 MATERIALES

##### 454.2.1 Agregados del reciclaje

Los agregados pétreos serán los resultantes de la pulverización mecánica de las capas de pavimento en el espesor indicado en el proyecto y ajustado por el Interventor cuando corresponda. La gradación será definida en los documentos técnicos del proyecto, en función de los materiales por reciclar; si los términos no indican otra cosa, la granulometría será la indicada en la Tabla 454.1.

**Tabla 454.1**  
**Granulometrías admisibles para reciclaje de pavimento asfáltico**

Tamiz		Porcentaje que Pasa
mm	U.S. Standard	
37.5 mm	1 1/2"	100
25.0 mm	1"	75-100
19.0 mm	¾"	65-100
9.5 mm	3/8"	45-75
4.75 mm	Nº 4	30-60
2.00 mm	Nº 10	20-45
425 µm	Nº 40	10-30
75 µm	Nº 200	5-20

##### 454.2.2 Agregados de adición

En el caso de que se requiera la adición de material pétreo para satisfacer el requisito de gradación, éste deberá cumplir con las características de material de base granular (Sección 400, Tabla 400.2) o de sub-base granular (Sección 400, Tabla 400.3, Clase A ó B). Salvo que los documentos técnicos del proyecto indiquen otra cosa, se empleará material granular de sub-base clase A (SBG\_A) para el material de adición.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Adicionalmente, el agregado de adición debe cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 454.2:

**Tabla 454.2**

Ensayo	Norma de Ensayo	Clase de Material Granular para estabilizar con cemento
<b>Características Químicas</b>		
Contenido de Sulfatos, $SO_4^{=}$ , % máximo	INV E-233	0.5
Reactividad Álcali - Agregado: Concentración $SiO_2$ y reducción alcalinidad R	INV E-234	$SiO_2 < R$ cuando $R \geq 70$ $SiO_2 < 35 + 0,5R$ cuando $R < 70$

Es recomendable que el agregado de adición tenga características mineralógicas similares a las del agregado que se recicla.

#### **454.2.3 Cemento**

Los documentos del proyecto indicarán el tipo de cemento por emplear en la construcción de capas granulares estabilizadas con cemento. El cemento para la estabilización podrá ser del tipo Pórtland (I, II ó III), el cual deberá cumplir lo especificado en las normas NTC 121 y NTC 321; los documentos técnicos del proyecto indicarán el tipo de cemento por emplear en el proyecto. Cuando existan cantidades peligrosas de sulfatos en los agregados, se deberá emplear un cemento resistente a ellos.

#### **454.2.4 Agua**

El agua deberá ser limpia y estará libre de materia orgánica, álcalis y otras sustancias deletéreas. Su pH, medido según norma ASTM D-1293, deberá estar comprendido entre cinco y medio y ocho (5.5 - 8.0) y el contenido de sulfatos, expresado como  $SO_4^{=}$  y determinado según la norma ASTM D-516, no podrá ser superior a un gramo por litro (1 g/l). Se aceptará agua potable.

#### **454.2.5 Producto para Curado**

El ligante asfáltico por emplear será una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida tipo CRR-1, la cual deberá cumplir las condiciones indicadas en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 de las presentes especificaciones.

#### **454.3 DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO**

El Constructor definirá una "fórmula de trabajo" que deberá cumplir todas las exigencias establecidas en la presente Sección. El Constructor elaborará un informe detallado para aprobación del Interventor, en el cual presentará y sustentará la mezcla que pretende colocar en la obra, incluyendo la evaluación de los agregados (material molido y de adición), del cemento y de la fórmula de trabajo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En la fórmula de trabajo se consignarán la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en que ellos deben mezclarse, si se requieren agregados de adición, para obtener la granulometría establecida para la capa por construir. También se deberá indicar el porcentaje de cemento (aproximado a la décima) en relación con el peso de la mezcla.

La aprobación de la fórmula de trabajo por parte del Interventor, no exime al Constructor de su plena responsabilidad de alcanzar, con base en ella, la calidad exigida en esta Sección. La fórmula aprobada sólo podrá modificarse durante la ejecución de los trabajos, si las circunstancias lo aconsejan y previo el visto bueno del Interventor.

Previamente a la definición del contenido de cemento, el Constructor establecerá la necesidad de incorporar agregados pétreos nuevos en la mezcla para corregir deficiencias granulométricas e indicará la proporción en que ellos deban intervenir.

La fórmula de trabajo debe indicar, como mínimo, los siguientes requisitos de la mezcla:

- La identificación y la proporción (en peso seco) de cada fracción del material granular, si se requieren agregados de adición.
- La granulometría de cada fracción del material granular y la granulometría combinada, si se requieren agregados de adición.
- La identificación y dosificación (en peso o en volumen) de cemento, de agua y, eventualmente, de aditivos, que deben ser de la misma marca utilizada en las pruebas de laboratorio y en la fase de experimentación.
- La resistencia a la compresión inconfiada, a la tracción indirecta y las pérdidas en el ensayo de durabilidad
- La densidad de referencia del diseño (Proctor Estándar o Proctor Modificado)
- Los resultados de los ensayos complementarios que indique el pliego
- La densidad máxima y la humedad óptima correspondientes a la densidad de diseño.
- El plazo de trabajabilidad de la mezcla.
- Condiciones particulares de curado en obra.

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

#### **454.3.1 Densidad máxima de referencia**

La densidad máxima de referencia para la ejecución del reciclaje con cemento Pórtland será establecida en los documentos técnicos del proyecto, en función del tipo de material por reciclar, del nivel de tránsito, del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro de la estructura del pavimento. Todas las probetas necesarias para evaluar las propiedades de la mezcla se elaborarán a dicha densidad máxima de referencia; así mismo, los controles de compactación se efectuarán comparando las densidades obtenidas en el terreno contra ella.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Si los documentos técnicos del proyecto no indican otra cosa, la densidad máxima de referencia será la correspondiente al Proctor Modificado, norma INV E-142 (AASHTO T-180)

#### 454.3.2 Resistencia

El contenido mínimo de cemento en capas de reciclaje con cemento Pórtland será tal que permita la consecución de las resistencias indicadas en los documentos técnicos del proyecto; si éstos no indican otra cosa, los valores de resistencia serán los mostrados en la Tabla 454.3. En cualquier caso, dicho contenido no será inferior al tres por ciento (3%) en peso, respecto del total del material granular seco.

**Tabla 454.3**  
**Resistencias mínimas y máximas para capas de reciclaje con cemento Pórtland**

Característica	Categorías de Tránsito	
	T0 – T1	T2 – T5
Resistencia mínima a la compresión a 7 días, Mpa, Rd_min	2.5	2.5
Resistencia máxima a la compresión a 7 días, Mpa, Rd max	4.5	4.5
Resistencia mínima a la tracción indirecta, 7 días, MPa	-	0.25
Resistencia mínima conservada a la tracción indirecta, 7 días, %	-	75 (RO)

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

#### 454.3.3 Indicaciones particulares para ensayos de resistencia

##### 454.3.3.1 Preparación de probetas

- a) Para la determinación de la resistencia se deben preparar 3 probetas por tipo de ensayo y por contenido de cemento: 3 para compresión confinada y 6 para tracción indirecta (3 para ensayo sin inmersión y 3 para ensayo con inmersión); se deben analizar al menos 3 contenidos de cemento.
- b) La preparación de probetas para determinación de la humedad óptima y la densidad máxima, así como para la determinación de las resistencias a tracción indirecta y compresión confinada, debe hacerse siguiendo en general los lineamientos de los métodos INV E-806 e INV E-809, con los ajustes que se indican a continuación.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- c) Para la preparación de las probetas, se debe sustituir el material retenido en el tamiz de 19.0 mm (3/4") por material que pasa el tamiz de 19.0 mm (3/4") y es retenido en el tamiz de 12.5 mm (1/2").
- d) El molde para la compactación tendrá un diámetro de 152.4 mm y una altura de 116.4 mm de altura; la compactación se realizará en 5 capas de igual espesor (25mm aproximadamente), aplicando los golpes por capa mediante un martillo de 4.536 kg de peso y 457 mm de caída.
- e) El número de golpes por capa será de 55, para la energía correspondiente Proctor Modificado, norma INV-142 (AASHTO T-180); si los documentos técnicos indican que la densidad máxima de referencia corresponde al Proctor Estándar, norma INV E-141 (AASHTO T-99), se aplicarán 12 golpes por capa.
- f) El agua debe añadirse después de mezclado el cemento con el agregado. Con el fin de simular las condiciones de construcción, la compactación se debe realizar una hora después de efectuada la mezcla del cemento y el agua. El material mezclado y sin compactar se debe colocar en un recipiente hermético para prevenir la pérdida de agua y se debe re-mezclar completamente cada 15 minutos.

#### **454.3.3.2 Curado de probetas para ensayos de resistencia**

- a) Si el material carece de suficiente cohesión, puede ser necesario dejar las probetas dentro del molde por 24 horas, permitiendo que desarrolle suficiente resistencia antes de su extracción.
- b) Las probetas deben curarse durante 7 días a una humedad relativa ente 95 y 100% y una temperatura entre 20 y 25oC en un cuarto húmedo o en bolsas de plástico selladas para retener la humedad.
- c) Para casos especiales, en los cuales se requiera tener con urgencia los resultados de resistencia, se puede emplear un método alternativo de curado en horno, colocando las probetas en bolsas plásticas selladas; el tiempo de curado será de 24 horas, para una temperatura de curado de 70 a 75oC, y será de 45 horas para una temperatura de curado de 60 a 62oC. Los resultados de resistencia obtenidos de las probetas curadas al horno se considerarán como preliminares; los resultados finales deberán obtenerse de probetas curadas a 7 días en cuarto húmedo.
- d) Después del curado, las probetas se deben sacar del cuarto de curado o de las bolsas plásticas; si se han curado en el horno, las probetas deben dejarse enfriar a la temperatura ambiente.

#### **454.3.3.3 Determinación de la resistencia a la compresión inconfiada, RCI**

- a) Las probetas para compresión inconfiada deben ser sumergidas por 4 horas en agua a temperatura entre 22 y 25oC antes de la prueba.
- b) La aplicación de carga para medir la resistencia a la compresión inconfiada debe hacerse a una rata de carga de 140 +/- 70 kPa/s (norma de ensayo INV E-809).
- c) El valor de la resistencia a la compresión inconfiada se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$RCI = (4 \times P) / (\quad \times d^2)$$

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Donde: RCI = resistencia a la compresión inconfiada, MPa  
P = carga máxima aplicada, N  
d = diámetro de la probeta, mm

#### **454.3.3.4 Determinación de la resistencia a la tracción indirecta, RTI**

- a) La aplicación de carga para medir la resistencia a la tracción indirecta debe hacerse a una tasa de deformación de 50.8mm/min en el eje diametral (norma de ensayo INV E-785).
- b) El valor de la resistencia a la tracción indirecta se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$RTI = (2 \times P) / (\pi \times h \times d)$$

Donde: RTI = resistencia a la tracción indirecta, MPa  
P = carga máxima aplicada, N  
h = altura promedio de la probeta, mm  
d = diámetro de la probeta, mm

- c) Para determinar la resistencia a la tracción indirecta sumergida, las probetas se sumergen en agua a 25oC por 24 horas. Luego se sacan y se secan superficialmente antes de ensayarlas.
- d) La resistencia retenida a la tracción indirecta RTR es la relación entre la resistencia sumergida y la resistencia sin sumergir, expresada como porcentaje:

$$RTR = RTI \text{ sumergida} / RTI \text{ sin sumergir} \times 100$$

#### **454.3.4 Durabilidad**

La mezcla de diseño definida como fórmula de trabajo deberá ser sometida a la prueba de durabilidad (humedecimiento y secado) según la norma de ensayo INV E-807, en la cual deberá registrar pérdidas no superiores al 14%.

#### **454.3.5 Ensayos complementarios**

Dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 454.4, ejecutados sobre muestras preparadas con el contenido óptimo de cemento y a la densidad de referencia, como complemento del diseño de la mezcla.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 454.4**  
**Ensayos complementarios sugeridos para mezclas para capas de reciclaje con cemento Pórtland**

PROPIEDAD	Número Mínimo de Probetas		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Compresión Inconfinada a los 28 días	2	3	3
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, sin sumergir	2	NA	NA
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, con inmersión	2	NA	NA
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 28 días, sin sumergir	2	3	3
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 28 días, con inmersión	2	3	3
Módulo de Rotura a los 28 días	-	2	3
Módulo Dinámico a los 28 días	-	-	2
Curva de Fatiga a los 28 días	-	-	4

*NA = Ensayos básicos ya incluidos en la Tabla 454.3.*

#### **454.4 EQUIPO**

En adición a lo descrito en el numeral 107.2 de la Sección 107 del Capítulo 1, se tendrá en cuenta lo que se indica a continuación.

##### **454.4.1 Equipo para el procesamiento de los agregados de adición**

La planta de trituración estará provista, como mínimo, de una trituradora primaria y una trituradora secundaria; deberá incluir, además, una clasificadora adecuada y, de ser necesario, un equipo de lavado. Además, deberá estar provista de los filtros necesarios para prevenir la contaminación ambiental, de acuerdo con la reglamentación vigente.

##### **454.4.2 Equipo de transporte de agregados de adición**

Los agregados pétreos se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin. Las volquetas deberán estar siempre provistas de una lona o cobertor

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

adecuado, debidamente asegurado, tanto para proteger los materiales que transporta, como para prevenir derrames y emisiones contaminantes.

El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio del Transporte (MT), la Secretaría de Tránsito y Transporte (STT) y el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

#### **454.4.3 Equipo para la disgregación del pavimento existente y mezcla de los materiales**

Las labores de disgregación del pavimento existente y de mezcla adecuada de todos los ingredientes hasta su completa homogenización, se ejecutarán por medio de una máquina recicladora.

#### **454.4.4 Equipo para la extensión, nivelación y compactación de los materiales**

El equipo para la extensión y nivelación de la mezcla elaborada y homogenizada estará conformado por motoniveladoras.

Para la compactación, se podrán utilizar compactadores de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, de neumáticos o mixtos. Como mínimo, el Constructor deberá poner a disposición de los trabajos un (1) un compactador de rodillo liso vibratorio y uno (1) de neumáticos. El equipo de compactación deberá contar con el visto bueno del Interventor, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación, cuando ésta se realice. Todos los compactadores deberán ser autopropulsados y estar dotados de inversores de marcha suaves.

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

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

### **454.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

#### **454.5.1 Fase de experimentación**

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

#### **454.5.2 Remoción de obstáculos**

Antes de proceder a la disgregación del pavimento, se deberán demoler parcial y temporalmente las estructuras de servicios públicos ubicadas dentro del área de pavimento por reciclar, cubriendo de manera adecuada los orificios resultantes, de manera que el proceso de reciclaje no afecte adversamente las estructuras, ni éstas produzcan daño a la máquina recicladora.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La profundidad de demolición de las estructuras será la necesaria para proporcionar una altura libre suficiente entre la tapa temporal de ellas y la superficie del pavimento existente, para permitir la operación libre y continua de la recicladora.

Las tapas temporales de las estructuras deberán asegurarse adecuadamente a ellas y deberán tener la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos generados durante el proceso de reciclaje.

La localización de las estructuras demolidas parcial y temporalmente deberá ser relacionada con precisión, de manera que una vez concluido el trabajo de reciclaje ellas se puedan ubicar y reconstruir hasta el nivel definitivo de la rasante del pavimento.

#### **454.5.3 Preparación de la superficie existente**

También con antelación a la disgregación del pavimento, el Constructor deberá efectuar los bacheos en las zonas que le indique el Interventor, las cuales deberán corresponder a fallas de origen profundo que requieran corrección previa, con el fin de evitar deficiencias en el soporte de la capa reciclada. Las excavaciones deberán rellenarse con material de base granular hasta el nivel de la rasante existente, colocándolo y compactándolo en espesores que permitan obtener las densidades exigidas para dicho material en el aparte 400.5.3., Tabla 400.6, de la Sección 400 de las presentes especificaciones.

Inmediatamente antes de proceder a la pulverización del pavimento, se deberá barrer y/o soplar la superficie por tratar.

#### **454.5.4 Disgregación del pavimento existente y eventual adición de agregado virgen**

Empleando el equipo aprobado durante la fase de experimentación, el Constructor pulverizará la capa bituminosa existente y la mezclará con parte de la base subyacente en el espesor de diseño o el ordenado por el Interventor y, como resultado de dicho proceso, el material disgregado deberá cumplir con la gradación establecida en el aparte 454.2.1. Si no se cumple este requisito, se añadirá y mezclará la proporción requerida de agregado virgen que cumpla con los requisitos establecidos en la misma Sección.

La operación de disgregación deberá ser completada antes de proceder a la adición y mezcla de nuevos materiales.

Todo sobretamaño que no haya sido reducido durante el proceso, será retirado y dispuesto en el sitio que haya autorizado el Interventor.

Si alguna sección de pavimento pulverizado debe ser abierta temporalmente al tránsito, deberá ser previamente compactada y conformada a satisfacción del Interventor.

#### **454.5.5 Aplicación del cemento**

El cemento podrá aplicarse en bolsas o a granel. En cualquier caso, se esparcirá sobre el agregado pulverizado empleando el procedimiento aceptado por el Interventor durante la fase de experimentación, de manera que se esparza la cantidad requerida según el diseño más la cantidad prevista por desperdicios, a todo lo ancho de la capa por estabilizar. Durante la aplicación del cemento, la humedad del suelo no podrá ser superior a la definida durante el proceso de diseño como adecuada para lograr

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

una mezcla íntima y uniforme del suelo con el cemento. Sobre el cemento esparcido sólo se permitirá el tránsito del equipo que lo va a mezclar con material de reciclaje.

El cemento sólo podrá extenderse en la superficie que pueda quedar terminada en la jornada de trabajo.

#### **454.5.6 Elaboración de la Mezcla**

Inmediatamente después de ser esparcido el cemento, se efectuará la mezcla, empleando el equipo aprobado, en todo el espesor establecido en los planos u ordenado por el Interventor. El número de pasadas dependerá del equipo utilizado y será el necesario para garantizar la obtención de una mezcla homogénea, según se defina en la fase previa de experimentación. En caso de que se requiera, se añadirá el agua faltante y se continuará mezclando hasta que la masa resultante presente completa homogeneidad. La humedad de la mezcla deberá ser la óptima del ensayo Proctor modificado (norma de ensayo INV E-806), con una tolerancia de menos uno a más 0.5 por ciento (-1 / +0.5 %).

#### **454.5.7 Extensión de la mezcla**

La extensión de la mezcla se realizará tomando las precauciones necesarias para evitar segregaciones y contaminaciones. El espesor de la capa antes de compactar deberá ser tal que, con la compactación, se obtenga el espesor previsto en los documentos del proyecto, con las tolerancias establecidas en esta Sección, teniendo en cuenta que, en ningún caso, se permitirá que se complemente el espesor en capas delgadas una vez iniciada la compactación.

Siempre que sea posible, el reciclaje con cemento Pórtland se extenderá en el ancho completo de la vía. De no ser posible, el material se extenderá por franjas longitudinales cuyo ancho será al menos el de un carril, comenzando por el borde inferior. El ancho de las franjas de extensión será tal que se realice el menor número posible de juntas y se consiga la mayor continuidad de la extensión, teniendo en cuenta el ancho de la sección, el eventual mantenimiento de la circulación vehicular y, las características de los equipos de extensión y de producción de la mezcla.

El material se extenderá con motoniveladora en una capa de espesor uniforme que permita obtener el espesor y grado de compactación exigidos, de acuerdo con los resultados obtenidos en la fase de experimentación. En todo caso, la cantidad de material extendido será tal, que el espesor de la capa compactada nunca resulte inferior a cien milímetros (100 mm) ni superior a doscientos milímetros (200 mm). Si el espesor por construir es superior a doscientos milímetros (200 mm), el material se deberá colocar en varias capas, debiéndose procurar que el espesor de ellas sea aproximadamente igual; mientras se construye la capa inferior, el material de las capas superiores se retirará y acordonará al lado, según lo apruebe el Interventor. En este caso, se aplicarán para cada capa los procedimientos de ejecución y control descritos en la presente Sección; además, para garantizar la adecuada liga entre las capas, la capa inferior deberá mantenerse húmeda hasta que se coloque la capa superior.

#### **454.5.8 Prefisuración**

Cuando los documentos técnicos del proyecto así lo indiquen, se efectuará una prefisuración de las capas de reciclaje con cemento Pórtland antes de iniciar su compactación. La prefisuración consistirá en la ejecución de juntas transversales en fresco. El diseño establecerá la distancia a la cual deben

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

realizarse las juntas transversales en fresco; en general, la separación entre juntas estará comprendida entre tres y cuatro metros (3 a 4 m).

Se empleará el equipo y el método de ejecución aprobados por el Interventor, cuya eficacia haya sido comprobada después de la realización de la fase de experimentación.

#### **454.5.9 Compactación y terminación**

La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el procedimiento propuesto por el Constructor y aprobado en el Interventor durante la ejecución de la fase previa de experimentación.

El proceso de compactación deberá ser tal, que evite la formación de una costra o capa superior delgada, débilmente adherida al resto de la capa reciclada. En caso de que ella se produzca, deberá ser eliminada hasta obtener una superficie uniforme y compacta, siempre y cuando el espesor reducido resultante cumpla con las tolerancias establecidas; si después de eliminar esa costra el espesor resultante no cumple con estas tolerancias, el tramo de capa estabilizada deberá ser removido y reconstruido.

Los trabajos de compactación deberán ser terminados en un lapso no mayor de dos (2) horas desde el inicio de la mezcla. La compactación se realizará de manera continua y sistemática. Si la extensión del material se realiza por franjas, al compactar una de ellas se ampliará la zona de compactación para que incluya, al menos, ciento cincuenta milímetros (150 mm) de la anterior, por lo que se deberá disponer en los bordes de una contención lateral adecuada.

Los cambios de dirección de los equipos de compactación se realizarán sobre mezcla ya apisonada, y los cambios de sentido se efectuarán con suavidad. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos.

Las zonas que por su reducida extensión o su proximidad a estructuras rígidas no permitan el empleo de los equipos de mezcla y compactación aprobados durante la fase de experimentación, se compactarán con los medios que resulten adecuados para el caso, de manera que la mezcla resulte homogénea y la densidad alcanzada no sea inferior a la exigida por la presente especificación.

Una vez terminada la compactación, la superficie deberá mantenerse húmeda hasta que se aplique el riego de curado.

#### **454.5.10 Juntas de trabajo**

Se dispondrán juntas de trabajo transversales cuando el proceso constructivo se interrumpa por más de dos horas desde iniciada la mezcla y siempre al final de cada jornada. Así mismo, si el reciclaje con cemento Pórtland no se construye en todo el ancho de la calzada sino por franjas, deberán disponerse también, mediante un procedimiento aceptable para el Interventor, juntas longitudinales en corte vertical y paralelas al eje longitudinal de la calzada.

Las juntas de trabajo se realizarán de forma que su borde quede perfectamente vertical, aplicando a dicho borde el tratamiento que ordene el Interventor; este tratamiento puede consistir en la aplicación de una lechada de cemento inmediatamente antes de construir la franja adyacente.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **454.5.11 Curado de la capa compactada**

Una vez terminada la conformación y compactación de la capa de pavimento asfáltico reciclada con cemento Portland, ésta deberá protegerse contra pérdidas de humedad por un período no menor de siete (7) días, mediante la aplicación de una película bituminosa con emulsión de rotura rápida tipo CRR-1, conforme se establece en la Sección 504 de las presentes especificaciones. Desde el momento de la terminación de la capa hasta la aplicación de la película bituminosa, la superficie de la capa de reciclaje deberá mantenerse en condiciones húmedas.

En el momento de aplicar el riego, que en ningún caso puede ser después de veinticuatro (24) horas después de terminada la compactación, la superficie de la capa reciclada deberá presentar un aspecto denso y homogéneo y contener la humedad suficiente que garantice un curado adecuado.

#### **454.5.12 Restricciones de tránsito**

En general, las capas de reciclaje con cemento no deben abrirse al tránsito público; así mismo, debe restringirse al máximo el paso de vehículos de construcción sobre ellas.

En caso de ser indispensable permitir la circulación de vehículos, sólo podrá abrirse al tránsito público y al de los equipos de construcción a los siete (7) días de su compactación. La apertura será inicialmente durante un tiempo corto que permita al Interventor verificar el comportamiento de la capa compactada y localizar las áreas que deban ser objeto de corrección. Como resultado de lo observado en esta apertura parcial, el Interventor definirá el instante de apertura definitiva de la capa compactada, al tránsito público.

#### **454.5.13 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá la realización de labores de construcción de capas de reciclaje con cemento Portland cuando la temperatura ambiente sea inferior a cinco grados Celsius (5°C), ni en condiciones de lluvia o cuando haya fundado temor de que ella ocurra. En caso de que la mezcla sin compactar sea afectada por agua lluvia, la mezcla se podrá compactar siempre y cuando la humedad no supere en más de 1% la humedad óptima de compactación; si esta humedad es superada, el Constructor deberá, a su costa, retirar la mezcla afectada.

#### **454.5.14 Conservación**

El Constructor deberá conservar la capa de pavimento reciclado en perfectas condiciones hasta que se construya la capa superior prevista en el proyecto. Todo daño que se presente deberá ser corregido, a su costa, a plena satisfacción del Interventor.

### **454.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **454.6.1 Controles Generales**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el buen estado y correcto funcionamiento de los equipos y herramientas empleados por el Constructor y ordenar el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio, no permitan la correcta ejecución de los trabajos a que hace referencia esta Sección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Comprobar que los materiales cumplen con los requisitos de calidad exigidos en la presente Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método de trabajo aceptado como resultado de la ejecución de la fase de experimentación.
- Ejecutar ensayos de compactación en el laboratorio.
- Verificar la densidad de las capas compactadas efectuando la corrección previa por partículas de agregado grueso, siempre que ella resulte necesaria. El control de densidad se realizará en el espesor total de cada capa, de acuerdo con el proceso constructivo aplicado.
- Tomar medidas para determinar espesores y levantar perfiles y comprobar la uniformidad de la superficie de la capa terminada.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados de acuerdo con los programas de trabajo.

#### **454.6.2 Controles de producción de agregados de adición**

Durante la etapa de producción de los agregados de adición, si estos se requieren, se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios y se ordenará 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 deberán acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad.

Se vigilará la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores y se efectuarán las verificaciones de calidad que indica la Tabla 454.5.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 454.5**  
**Verificaciones periódicas sobre los agregados de adición**

Ensayo		Norma de Ensayo	Frecuencia
<b>Composición</b>			
Granulometría		INV E-213	1 por jornada
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval,	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo		INV E-220	1 por mes
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido		INV E-125	1 por jornada
Índice de Plasticidad		INV E-126	1 por jornada
Equivalente de Arena		INV E-133	1 por semana
Valor de Azul de Metileno		EN-933-9	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznable		INV E-211	1 por semana
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente		INV E-227	1 por jornada
Índice de Aplanamiento		INV E-230	1 por semana
Índice de Aplanamiento		INV E-230	1 por semana
Angularidad del Agregado Fino		AASHTO T-304	1 por jornada
<b>Características Químicas</b>			
Contenido Sulfatos – SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>		INV E-233	1 vez al mes
Reactividad (SiO <sub>2</sub> y R)		INV E-234	1 vez al mes
<b>Compactación</b>			
Relaciones de Peso Unitario – Humedad,		numeral 454.3.3.1	1 por mes

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007.*

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

#### **454.6.3 Control del Cemento**

Cada vez que lo considere necesario, el Interventor efectuará u ordenará la ejecución de los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento.

Por ningún motivo se permitirá el empleo del cemento endurecido o cuya fecha de vencimiento haya sido superada.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **454.6.4 Control del agua**

Siempre que el Interventor tenga alguna sospecha sobre la calidad del agua empleada, se verificará su pH y su contenido de sulfatos.

#### **454.6.5 Control de calidad de la mezcla**

##### **454.6.5.1 Homogeneidad**

Se controlará el aspecto de la mezcla, rechazándose todas las mezclas segregadas y heterogéneas.

##### **454.6.5.2 Humedad**

La humedad se controlará al menos 4 veces por lote y no menos de 2 veces al día; se deberá tener información sobre la humedad al menos por cada 50 metros de carril en construcción.

##### **454.6.5.3 Resistencia**

Se comprobará la resistencia y otras propiedades mecánicas o de durabilidad de la mezcla, cuando éstas últimas apliquen, tomando muestras "in-situ" de la mezcla lista para compactar, una vez finalizado el proceso disgregación, mezcla y extensión. Las muestras se compactarán a la densidad de referencia correspondiente a la fórmula de trabajo.

Para efectos de aceptación o rechazo de la mezcla, se verificarán los resultados obtenidos de las pruebas de resistencia a la compresión inconfiada y a la tracción indirecta a los 7 días, ésta última cuando aplique. Los pliegos de condiciones podrán incluir otras pruebas mecánicas o de durabilidad como criterios de aceptación o rechazo.

Si el Pliego de Condiciones lo permite, el Constructor podrá comprobar la resistencia de lote rechazado por medio de núcleos, según las indicaciones del numeral 454.6.5.3.3.

La resistencia a la compresión y a la tracción indirecta se determinarán según las indicaciones del numeral 454.3.3. La frecuencia mínima de muestreo deberá cumplir con las indicaciones dadas en la Tabla 454.6.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 454.6**  
**Muestreo para verificación de la resistencia en las mezclas para capas de reciclaje con cemento Portland**

PROPIEDAD	MUESTRAS / PROBETAS	Número Mínimo de muestras por lote		
		T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Compresión Inconfinada a los 7 días	• Frecuencia muestreo	2	2	2
	• Número mínimo de muestras en el proyecto	2	3	5
	• Número de probetas por muestra	2	2	3
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, sin sumergir	• Frecuencia muestreo	-	2	2
	• Número mínimo de muestras en el proyecto	-	3	5
	• Número de probetas por muestra	-	2	3
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, con inmersión	• Frecuencia muestreo	-	2	2
	• Número mínimo de muestras en el proyecto	-	3	5
	• Número de probetas por muestra	-	2	3

Los resultados obtenidos en las pruebas de resistencia serán aceptables si se cumplen los siguientes requisitos:

#### **454.6.5.3.1 Resistencia mínima a la compresión inconfinada, a los 7 días**

La resistencia promedio de todas las probetas correspondientes a un lote ( $R_m$ ) deber ser igual o superior al porcentaje de la resistencia mínima de diseño ( $R_{d\_min}$ ) definido en la Tabla 454.7.

**Tabla 454.7**  
**Resistencia promedio a la compresión a los 7 días**

Tránsito	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Porcentaje de la Resistencia Mínima de Diseño $R_{d\_min}$	92	94	96

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La resistencia de cada probeta ( $R_i$ ) deber ser igual o mayor al noventa por ciento (90%) del valor medio, ( $R_m$ ), admitiéndose, sólo un valor individual por debajo de ese límite, siempre y cuando el valor promedio de la muestra a la cual pertenece dicha probeta no sea inferior al noventa y tres por ciento (93%) del valor medio del lote ( $R_m$ ):

$$R_i \geq 0.9 R_m$$

Si cualquiera de estos requisitos se incumple, se rechazará el lote al cual representan las muestras.

#### **454.6.5.3.2 Resistencia mínima a la tracción indirecta, a los 7 días (para las categorías de tránsito que aplique)**

La resistencia promedio sin sumergir de todas las probetas correspondientes a un lote ( $R_m$ ) deber ser igual o superior al porcentaje de la resistencia de diseño definido en la Tabla 454.8.

**Tabla 454.8**  
**Resistencia promedio a la tracción indirecta a los 7 días, sin sumergir**

Tránsito	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Porcentaje de la Resistencia de Diseño	92	94	96

La resistencia de cada probeta ( $R_i$ ) deber ser igual o mayor al noventa por ciento (90%) del valor medio, ( $R_m$ ), admitiéndose, sólo un valor individual por debajo de ese límite, siempre y cuando el valor promedio de la muestra a la cual pertenece dicha probeta no sea inferior al noventa y tres por ciento (93%) del valor medio del lote ( $R_m$ ):

$$R_i \geq 0.9 R_m$$

A partir de la fecha que fije el IDU para hacer obligatorio el cumplimiento del requisito de la resistencia conservada a la tracción indirecta a los 7 días, la resistencia promedio después de inmersión en el lote no deberá ser inferior al 75% de la resistencia promedio sin sumergir en el lote.

Si cualquiera de estos requisitos se incumple, se rechazará el lote al cual representan las muestras.

#### **454.6.5.3.3 Comprobación de la resistencia de un tramo por medio de núcleos**

La evaluación de la resistencia de un lote no conforme por medio de núcleos se realizará, en caso dado, comparando los resultados de ensayos de resistencia a la compresión confinada y la tracción indirecta (cuando aplique) de núcleos extraídos de ese lote con los de núcleos extraídos de un lote aceptado. Este último deberá encontrarse lo más próximo posible y con unas condiciones de puesta en obra similares a las del lote no conforme.

El número de núcleos a extraer en cada uno de los lotes (aceptado y no conforme) deberá ser mínimo cuatro (4). La edad de rotura de los testigos, que será la misma para ambos lotes, será definida por el Interventor, pero no será superior a 28 días. Los núcleos deberán tener 15cm de diámetro.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Si los valores de resistencia promedio (compresión inconfiada y tracción indirecta, cuando aplique) obtenidos de los núcleos del lote aceptado no superan el 90% de los correspondientes valores de resistencia promedio a los 7 días obtenidos de las probetas de control elaboradas para ese lote, el procedimiento de comprobación por medio de núcleos no será válido y el lote no conforme que se pretendía verificar será rechazado.

El lote no conforme será aceptado si la resistencia media de los núcleos del lote no conforme es igual o superior al noventa y ocho por ciento (98%) de la resistencia media de los núcleos extraídos del lote aceptado, tanto para la compresión inconfiada como para la tracción indirecta, cuando aplique.

#### **454.6.5.3.4 Resistencia máxima promedio a la compresión inconfiada**

La resistencia promedio de las probetas correspondientes a un lote ( $R_m$ ) no debe superar a la resistencia a la compresión inconfiada a los 7 días máxima de diseño ( $R_{d\_max}$ ) en más de un 10% de ésta última; si la resistencia media del lote fuera superior a la máxima en más de un 10%, deberán tomarse las medidas de control de fisuras que se indiquen en los documentos técnicos del proyecto, para controlar el reflejo de fisuras en las capas superiores.

El tipo de medidas por tomar dependerá del tipo de pavimento y de la posición de la capa dentro del mismo. Si los documentos técnicos del proyecto no indican otra cosa, deberán ejecutarse juntas de contracción por aserrado a una distancia no superior a la indicada en el numeral 454.5.8 y de forma que no queden a menos de dos metros y medio (2,5 m) de grietas de retracción que se hayan podido formar.

#### **454.6.5.3.5 Ensayos Complementarios**

Dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 454.9, ejecutados sobre muestras seleccionadas por el Interventor y compactadas a la densidad de referencia correspondiente a la fórmula de trabajo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 454.9**  
**Ensayos complementarios sugeridos para capas de reciclaje con cemento Pórtland**

PROPIEDAD	Número Mínimo de Ensayos		
	T0-T1	T2-T3	T4-T5
Resistencia a la Compresión Inconfinada a los 28 días	2 (2)	3 (3)	4 (3)
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, sin sumergir	2 (2)	NA	NA
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 7 días, con inmersión	2 (2)	NA	NA
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 28 días, sin sumergir	1 (2)	2 (3)	4 (3)
Resistencia a la Tracción Indirecta a los 28 días, con inmersión	1 (2)	2 (3)	4 (3)
Módulo de Rotura a los 28 días	-	1 (2)	2 (3)
Módulo Dinámico a los 28 días	-	1 (1)	2 (2)
Curva de Fatiga a los 28 días	-	-	2 (4)

*Nota: los valores entre paréntesis indican el número de probetas por ensayo.*

*NA = Ensayos básicos ya incluidos*

#### **454.6.6 Control de calidad del producto terminado**

Para el control de la calidad tanto en la producción como en el producto terminado de reciclaje en el sitio de pavimento asfáltico con cemento, se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, la menor área construida que resulte de los siguientes criterios:

- Doscientos cincuenta metros lineales (250m) de capa de reciclaje con cemento compactada.
- Un mil setecientos cincuenta metros cuadrados (1750 m<sup>2</sup>) de capa de reciclaje con cemento compactada.
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo

La capa terminada deberá presentar una superficie uniforme y ajustarse a las rasantes y pendientes establecidas. La distancia entre el eje de proyecto y el borde de la capa no podrá ser inferior a la señalada en los planos o la definida por el Interventor; se verificará, además, que la cota de cualquier punto de la capa conformada y compactada, no varíe en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 454.6.6.1 Compactación

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos cinco (5) por lote, las cuales se efectuarán por algún método aplicable de los descritos en las normas de ensayo INV E-161, E-162, E-163 y E-164. Los sitios para las tomas de muestras o mediciones in situ se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por cada 50 metros.

- **Densidad Promedio**

La densidad promedio del lote (Dm) deberá ser, como mínimo, el noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad máxima de referencia obtenida en el ensayo compactación Proctor Modificado realizado durante el diseño de la mezcla (De):

$$Dm \geq 0.98 De$$

- **Densidad Individual**

La densidad obtenida en cada ensayo individual (Di) que resulte inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad de laboratorio (De), deberá ser, a su vez, igual o superior al noventa y siete por ciento (97%) del valor medio del lote (Dm); se admitirá sólo un (1) resultado por debajo de dicho límite, siempre y cuando ese valor no sea inferior al noventa y tres por ciento (93%) de la densidad de laboratorio (De):

$$\text{Si } Di < 0.98 De, Di \geq 0.97 Dm$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos trae como consecuencia el rechazo del lote.

#### 454.6.6.2 Espesor

El espesor se medirá en los sitios escogidos para el control de la compactación

El espesor medio de la capa compactada (em) no podrá ser inferior al de diseño (ed):

$$em \geq ed$$

Además, el valor obtenido en cada determinación individual (ei) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose un (1) solo valor por debajo de dicho límite, siempre y cuando ese valor no sea inferior al ochenta y cinco (85%) del espesor de diseño (ed):

$$ei \geq 0.9 ed$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos trae como consecuencia el rechazo del lote.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **454.6.6.3 Lisura**

La uniformidad de la superficie de la obra ejecutada, se comprobará con una regla de tres metros (3 m) de longitud, colocada tanto paralela como normalmente al eje de la vía, no admitiéndose variaciones superiores a quince milímetros (15 mm) para cualquier punto que no esté afectado por un cambio de pendiente según el proyecto geométrico.

Todas las áreas del pavimento reciclado en frío donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de esta especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste.

#### **454.7 MEDIDA**

La unidad de medida de la capa de material reciclado con cemento Pórtland será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al entero, de material colocado y compactado, a satisfacción del Interventor. Cuando el cómputo de la fracción decimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco décimas de metro cúbico ( $\geq 0.5 m^3$ ) la aproximación al entero se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco décimas de metro cúbico ( $< 0.5 m^3$ ), la aproximación al entero se realizará por defecto.

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

#### **454.8 FORMA DE PAGO**

El pago se hará por metro cúbico de capa reciclada con cemento Pórtland a los respectivos precios unitarios del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

Los precios unitarios deberán incluir la compensación total por el suministro en el lugar de la obra de todos los materiales requeridos para la construcción de la capa, incluido el cemento y los aditivos (si se requieren) así como herramientas, equipos y la ejecución completa de los trabajos contratados, a satisfacción plena del Interventor.

El precio unitario de la capa de material reciclado estabilizado con cemento Pórtland deberá cubrir, además, los permisos y licencias de toda índole que sean requeridos para la obtención de los materiales, su transporte y la correcta ejecución de los trabajos, así como los costos de la ejecución de la fase de experimentación y los costos de todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 450.9 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto; los costos del riego de curado y todo costo adicional en el cual se incurra para la realización completa y a satisfacción de los trabajos descritos en la presente Sección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 454.9 ÍTEM DE PAGO

454.1 Pavimento asfáltico reciclado en el lugar con cemento Pórtland Metro cúbico  
(m<sup>3</sup>)

454.E Ensayos especiales para capas de reciclaje estabilizado con cemento Pórtland

454.E.1 Módulo de rotura	Unidad
454.E.2 Módulo dinámico (3 frecuencias)	Unidad
454.E.3 Curva de Fatiga (4 puntos)	Unidad



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto  
Desarrollo Urbano

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN  
PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO  
EN BOGOTÁ D.C.**

**Especificaciones IDU-ET-2005**

**Capítulo 5**

**REVESTIMIENTOS ASFÁLTICOS**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 500-05

### IMPRIMACION

#### 500.1 DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, calentamiento eventual y aplicación uniforme de un ligante bituminoso sobre una superficie granular, previamente a la colocación de una capa asfáltica o un tratamiento superficial. El trabajo puede incluir el suministro y la aplicación de un agregado pétreo fino para la protección de la superficie imprimada.

#### 500.2 MATERIALES

##### 500.2.1 Material imprimante

El riego de imprimación se podrá realizar con una emulsión asfáltica catiónica de rotura lenta del tipo CRL-0, la cual deberá cumplir las condiciones indicadas en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 o con un asfalto líquido del tipo MC 30, de las características descritas en el numeral 220.2.2 de la Sección 220 de las presentes Especificaciones.

Los documentos del proyecto indicarán cuál de los dos tipos de material imprimante deberá ser utilizado.

##### 500.2.2 Agregado pétreo de protección

El agregado fino que se deba colocar eventualmente para la protección de la superficie imprimada cuando ésta vaya a ser sometida a uso por el tránsito automotor, será arena natural, arena de trituración o una mezcla de ambas, la cual se encontrará exenta de polvo, terrones de arcilla u otras sustancias incorporadas que puedan resultar ambientalmente nocivas o inconvenientes para el buen comportamiento de la superficie imprimada. Sus características deberán satisfacer los requisitos indicados en la Tabla 500.1.

**TABLA 500.1**

**Ensayos básicos de verificación de la calidad de los agregados para la protección de superficies imprimadas**

Ensayo		Norma de Ensayo	Categoría de Tránsito
			Todas
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18
<b>Limpieza</b>			
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo		EN 933-8	40
Valor de Azul de Metileno, máximo		EN-933-9	10
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		INV E-211	2
<b>Adherencia</b>			
Riedel Webber, mínimo		INV E-774	4

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Además, el agregado de protección deberá satisfacer el requisito granulométrico que muestra la Tabla 500.2.

**Tabla 500.2**  
**Granulometría admisible para el agregado de protección**

<b>Tamiz</b>		<b>Porcentaje pasa</b>
<b>mm</b>	<b>U.S. Standard</b>	<b>SA 1</b>
9.51	3/8	100
4.75	# 4	95-100
2.00	# 10	65-90
0.425	# 40	15-35
0.180	# 80	4-10

### 500.3 EQUIPO

Para los trabajos de imprimación se requieren elementos mecánicos de limpieza y carrotanques irrigadores de agua y asfalto y, cuando se requieran, equipos para la extensión del agregado pétreo de protección.

El equipo para limpieza previa de la superficie donde se aplicará el riego de imprimación, estará constituido preferiblemente por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Donde las autoridades ambientales del Distrito Capital prohíban el uso de estos equipos, se deberán utilizar implementos alternativos que permitan la correcta limpieza de la superficie.

El carrotanque irrigador de materiales bituminosos deberá ir montado sobre neumáticos y cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de cualquier material bituminoso, a la temperatura apropiada, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme del producto imprimante en sentido longitudinal.

El carrotanque deberá aplicar el producto asfáltico a presión y para ello deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de ningún elemento calentador.

Para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carrotanque con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo se permitirá el empleo de regaderas u otros dispositivos de aplicación manual por gravedad.

Para la aplicación del agregado de protección se emplearán distribuidores mecánicos idóneos, acoplados a un camión o autopropulsados, que permitan la aplicación homogénea del agregado. Cuando y donde el Interventor lo considere prudente, podrá permitir la distribución del agregado por medio de palas manuales.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## 500.4 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

### 500.4.1 Preparación de la superficie existente

Antes de autorizar los trabajos de imprimación, se comprobará que la superficie sobre la cual se va a efectuar el riego cumpla con todos los requisitos especificados en cuanto a conformación, compactación y acabado de la capa a la cual corresponda y que ella no se haya reblandecido por exceso de humedad.

En caso de que sobre la superficie por imprimir se observen fallas o imperfecciones, el Constructor procederá a corregirlas a entera satisfacción del Interventor. Si la capa por imprimir ha sido construida en el mismo contrato, la corrección será a costa del Constructor. En caso contrario, se deberá definir un precio para dicha actividad.

La superficie que ha de recibir la imprimación se limpiará cuidadosamente de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando el equipo de limpieza aprobado.

### 500.4.2 Determinación de la dosificación del producto imprimante

La dosificación definitiva del producto imprimante se establecerá como resultado de la aplicación de los riegos iniciales y será, salvo instrucción del Interventor en contrario, aquella que sea capaz de absorber la capa que se imprima, en un lapso de veinticuatro (24) horas. Dicha cantidad nunca será inferior a quinientos gramos por metro cuadrado (500 g/m<sup>2</sup>) de ligante residual.

### 500.4.3 Aplicación del producto imprimante

La superficie deberá ser regada ligeramente con agua, sin llegar a la saturación, previamente al riego de imprimación.

La aplicación del ligante se hará de manera uniforme, tanto en sentido longitudinal como transversal, evitando la duplicación en las juntas transversales, para lo cual se colocarán tiras de papel u otro material adecuado en las zonas de iniciación o interrupción del trabajo, de manera que el riego comience y termine sobre ellas.

La temperatura de aplicación del producto imprimante deberá ser tal, que su viscosidad se encuentre entre cinco y veinte segundos Saybolt-Furol (5 sSF - 20 sSF), según la norma INV E-763, cuando se trate de una emulsión asfáltica o entre veinte y cien segundos Saybolt-Furol (20 sSF - 100 sSF), según la norma INV E-714, cuando se emplee asfalto líquido para riegos de imprimación.

Antes de iniciar cada jornada de trabajo, se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución deberán limpiarse al término de cada jornada de trabajo o cuando se produzcan interrupciones prolongadas.

En aquellas zonas donde se presenten insuficiencias o excesos de material bituminoso, el Constructor corregirá la anomalía mediante la adición de ligante o agregado de protección, respectivamente, a satisfacción del Interventor y sin costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En los casos en que, por las condiciones de la obra, se deba efectuar el riego por franjas, deberá existir una pequeña superposición del mismo a lo largo de la junta longitudinal.

No se permitirá el tránsito automotor sobre la superficie imprimada ni la colocación de capas o tratamientos asfálticos, hasta que lo autorice el Interventor.

Elementos tales como sardineles, árboles, vallas y similares, susceptibles de ser manchados por el ligante, deberán ser protegidos adecuadamente por parte del Constructor, antes de aplicar el riego.

#### **500.4.4 Determinación de la dosificación del agregado de protección**

La dosificación del agregado de protección será la mínima necesaria para absorber los excesos de ligante o para garantizar la protección de la imprimación, cuando la capa imprimada deba soportar la acción ocasional del tránsito automotor. En ningún caso, la cantidad de agregado excederá de seis litros por metro cuadrado (6 l/m<sup>2</sup>).

La dosificación definitiva del agregado de protección se establecerá en acuerdo con el Interventor, como resultado de las pruebas iniciales realizadas en la obra.

#### **500.4.5 Extensión del agregado pétreo de protección**

La extensión eventual del agregado de protección se realizará cuando sea necesario permitir la circulación ocasional del tránsito automotor sobre la imprimación o donde se advierta que parte de ella no ha sido absorbida veinticuatro horas (24 h) después de aplicado el ligante.

El agregado se extenderá mediante el sistema autorizado por el Interventor y su humedad, en el momento de la aplicación, no podrá exceder de dos por ciento (2 %).

Se deberá evitar el contacto de las ruedas del equipo distribuidor del agregado con el riego de imprimación sin cubrir. En caso de extender el agregado sobre una franja imprimada sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin cubrir una zona de aquella de ciento cincuenta a doscientos milímetros (150 - 200 mm), junto a la zona que se encuentra sin imprimir.

#### **500.4.6 Control del tránsito**

Se prohibirá todo tipo de tránsito sobre la superficie imprimada mientras no haya sido absorbido todo el ligante o, en caso de que se haya extendido el agregado de protección, dentro de las cuatro horas (4 h) siguientes a la aplicación de éste. Una vez permitida la circulación, la velocidad de los vehículos no deberá exceder de treinta kilómetros por hora (30 km/h).

#### **500.4.7 Limitaciones en la ejecución**

Por ningún motivo se permitirá la aplicación de riegos de imprimación cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **500.4.8 Otros cuidados en la ejecución de los trabajos**

La aplicación del riego de imprimación deberá estar coordinada con la puesta en obra de la capa que se superpondrá a él, de manera que el ligante no haya perdido su efectividad como elemento de unión entre la capa granular y el revestimiento asfáltico. Cuando el Interventor lo estime necesario, se aplicará otro riego de imprimación, cuyo costo será asumido por el Constructor, si se establece que la pérdida de efectividad del riego anterior es imputable a éste.

Todo daño de la superficie imprimada atribuible a descuido, falta de previsión o negligencia del Constructor, deberá ser reparado por éste, sin costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano, a entera satisfacción del Interventor, antes de que se autorice el inicio de los trabajos de pavimentación.

### **500.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **500.5.1 Controles generales**

Durante la ejecución de los trabajos de imprimación, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales bituminosos por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 cuando se trate de una emulsión asfáltica o en el numeral 220.2.2 de la Sección 220 cuando se trate de un asfalto líquido MC 30.
- Verificar la calidad del agregado de protección, cuando se utilice.
- Efectuar pruebas para verificar las dosificaciones del ligante y del agregado de protección.

La toma de muestras para la ejecución de los diferentes ensayos de control de calidad, se adelantará de acuerdo con las siguientes normas de ensayo INV E-201 para agregados pétreos y E-701 para materiales bituminosos.

El Constructor deberá cubrir adecuadamente, sin costo para el Instituto de Desarrollo Urbano, las áreas en las cuales se efectúen verificaciones de la dosificación del riego de imprimación y del agregado de protección

#### **500.5.2 Control de calidad de los materiales**

##### **500.5.2.1 Calidad del producto imprimante**

A la llegada de cada carrotanque con el producto asfáltico para imprimación al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante de aquel, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y velocidad de rotura en el caso de la emulsión, y el tipo y velocidad de curado en el caso del asfalto líquido, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 de las presentes especificaciones cuando se trate de una emulsión asfáltica y en el numeral 220.2.2 de la Sección 220 cuando se trate de un asfalto líquido. Las muestras se deberán tomar de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma de ensayo INV E-701.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, sobre muestras representativas de las diversas entregas, se efectuarán las verificaciones exigidas en los numerales 210.5.2, 210.5.3 y 210.5.4 de la Sección 210 de estas especificaciones cuando se trate de una emulsión asfáltica o en los numerales 220.5.2, 220.5.3 y 220.5.4 de la Sección 220, cuando se trate de un asfalto líquido para riegos de imprimación.

En relación con la interpretación de los resultados de las pruebas de calidad, se aplicarán los criterios indicados en los numerales citados en el párrafo anterior.

#### 500.5.2.2 **Calidad del agregado pétreo de protección**

De cada procedencia de la arena y para cualquier volumen previsto, se tomarán dos (2) muestras de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma INV E-201 y para cada fracción de ellas se determinarán:

- Las pérdidas en el ensayo de solidez en sulfato de magnesio, según norma de ensayo INV E-220.
- La adhesividad, de acuerdo con la norma de ensayo INV E-774.
- El equivalente de arena de acuerdo con la norma de ensayo INV E-133 y el valor de azul, cuando corresponda, según la norma de ensayo UNE EN-933-9.
- Terrones de arcilla y partículas deleznable, de acuerdo con la norma INV E-211
- La plasticidad (normas de ensayo INV E-125 y E-126)

Cuyos resultados deberán cumplir las exigencias indicadas en la Tabla 500.1 de la presente Sección.

Además, de manera cotidiana se realizarán los controles indicados en la Tabla 500.3.

**Tabla 500.3**  
**Verificaciones sobre los agregados para protección**

Propiedad medida	Ensayo	Norma de ensayo	Frecuencia
Composición	Granulometría	INV E- /E-213	1 por jornada
Plasticidad	Límite líquido	INVE-125	1 por jornada
	Índice plástico	INV E-126	1 por jornada
Limpieza	Equivalente de arena	INV E-133	1 por semana
	Azul de metileno	UNE-EN-933-9	1 por semana
	Terrones de arcilla y partículas deleznable	INV E-211	1 por semana
Durabilidad	Solidez en sulfato de Magnesio	INV E-220	1 por mes
Adhesividad	Riedel Webber, mínimo	INVE-774	1 por mes

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 500.5.2.3 Calidad del producto terminado

Se considerará como lote, que será aceptado o rechazado en su integridad, el de menor área que resulte de aplicar los tres (3) siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de calzada imprimada.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de calzada imprimada.
- La superficie imprimada en un día de trabajo.

Las dosificaciones del asfalto y del agregado, cuando la utilización de este último sea autorizada por el Interventor, se comprobarán mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel resistente, colocadas durante la aplicación del ligante o la extensión del agregado, en no menos de tres (3) puntos del área considerada como lote.

El Interventor se abstendrá de aceptar áreas imprimadas donde la dosificación media de ligante o agregados difiera en más de quince por ciento (15%) de la aprobada previamente por él. Tampoco se aceptará un lote donde más de un punto de ensayo presente un resultado por fuera del límite citado. El Interventor determinará las medidas por adoptar cuando se presenten estos incumplimientos.

Los costos de todos los materiales, equipos y operaciones que se requieran para la corrección de defectos o excesos en el riego de imprimación y/o en el agregado de protección, deberán ser asumidos totalmente por el Constructor.

### 500.6 MEDIDA

La unidad de medida del riego de imprimación y, eventualmente, del agregado de protección, será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo por lo exigido en la presente Sección y las demás Secciones a las cuales ésta hace referencia.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho autorizado por el Interventor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites.

### 500.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará a los respectivos precios unitarios del contrato para la imprimación y para el agregado de protección, por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), para toda obra ejecutada de acuerdo con la presente Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

En el caso de que el trabajo incluya la aplicación del agregado pétreo de protección, su precio unitario deberá cubrir todos los costos de su adquisición, obtención de todos los permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; la obtención de licencias ambientales, las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, eventual lavado, suministro y extensión de los materiales utilizados en las cantidades especificadas.

También, deberá incluir los costos de adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La preparación de la superficie existente, salvo el barrido y soplado, se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto, a no ser que dicho ítem no haga parte del mismo contrato.

El precio unitario de la imprimación deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamientos, desperdicios y correcta aplicación de los materiales bituminosos y agua que se requieran; todos los muestreos y ensayos; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser manchados por el producto imprimante, así como toda labor, mano de obra, equipo y materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados y los costos de administración, imprevistos y utilidad del Constructor.

### **500.8 ITEMS DE PAGO**

<b>500.1</b> Imprimación con emulsión asfáltica CRL-0	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>500.2</b> Imprimación con asfalto líquido MC 30	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>500.3</b> Agregado pétreo de protección	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 502-05

### RIEGO DE LIGA

#### 502.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en el suministro, transporte, eventual calentamiento y aplicación uniforme de un ligante asfáltico sobre una capa tratada con ligantes hidráulicos, sobre losas de concreto o sobre una capa bituminosa, previamente a la extensión de una capa de mezcla asfáltica, diferente de una lechada asfáltica.

#### 502.2 MATERIALES

##### 502.2.1 Ligante asfáltico

El ligante asfáltico por emplear será una emulsión asfáltica catiónica, convencional o modificada con polímeros, de rotura rápida, que obedezca a algunas de las siguientes denominaciones:

Emulsión asfáltica: CRR-1 o CRR-2

Emulsión asfáltica modificada con polímeros: CRR-1m o CRR-2m

El ligante deberá cumplir las condiciones establecidas en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 cuando se trate de una emulsión convencional o en el numeral 212.2.2 de la Sección 212, cuando se trate de una emulsión modificada.

Los documentos del proyecto indicarán el tipo de emulsión que deberá ser utilizado.

#### 502.3 EQUIPO

Para los trabajos de riego de liga se requieren elementos mecánicos de limpieza, carrotanques irrigadores de asfalto y, eventualmente, sistemas de aplicación del riego incorporados a los de extensión de las mezclas asfálticas.

Cuando se trate de trabajos de rehabilitación superficial que contemplen la colocación de una mezcla drenante o un microaglomerado en caliente, salvo que el Interventor autorice lo contrario el sistema de aplicación del riego de liga deberá ir incorporado al de la extensión de la mezcla, de manera que se garantice simultáneamente una dosificación continua y uniforme de ambos.

El equipo para limpieza previa de la superficie donde se aplicará el riego de liga, estará constituido preferiblemente por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Donde las autoridades ambientales del Distrito Capital prohíban el uso de estos equipos, se deberán utilizar implementos alternativos que permitan la correcta limpieza de la superficie.

El carrotanque irrigador de emulsión asfáltica deberá ir montado sobre neumáticos y cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de la emulsión, a la temperatura apropiada, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme de la emulsión en sentido longitudinal.

El carrotanque deberá aplicar la emulsión asfáltica a presión y, para ello, deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

En algunas aplicaciones que autorice el Interventor y para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil o una bomba de espalda, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carrotanque con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo se podrá aplicar el riego de liga con regaderas, recipientes perforados, cepillos o cualquier otro dispositivo de aplicación manual por gravedad, que no garanticen una aplicación completamente homogénea y uniforme del riego de liga sobre la superficie por tratar.

## **502.4 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

### **502.4.1 Preparación de la superficie existente**

Se comprobará que la superficie sobre la cual se vaya a colocar el riego de liga cumpla las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente. De no ser así, el Constructor deberá realizar todas las correcciones previas que le indique el Interventor. Si la capa sobre la cual se colocará el riego de liga ha sido construida en el mismo contrato, la corrección será a costa del Constructor. En caso contrario, se deberá definir un precio para dicha actividad

La superficie por regar deberá ser limpiada cuidadosamente de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial para la adherencia del riego, empleando el equipo aprobado. Se deberá ser especialmente cuidadoso en la limpieza de los bordes de la zona a tratar.

Cuando la superficie que va a recibir el riego de liga sea de tipo asfáltico, se deberán eliminar previamente, mediante fresado, todos los excesos de ligante que puedan existir y se repararán todos los desperfectos que puedan impedir una correcta adherencia.

Si la superficie está cubierta por un riego de curado, éste deberá ser eliminado mediante barrido enérgico, seguido de soplado con aire comprimido u otro procedimiento aprobado por el Interventor, una vez transcurrido el plazo de curado y antes de aplicar el riego de liga.

### **502.4.2 Determinación de la dosificación de la emulsión asfáltica**

La dosificación de la emulsión asfáltica será definida en acuerdo con el Interventor, sobre la base de las pruebas iniciales en obra. En ningún caso, la dotación será inferior a doscientos gramos de ligante residual por metro cuadrado (200 g/m<sup>2</sup>). En el caso de riegos de liga sobre mezclas drenantes o microaglomerados en caliente, la dotación no podrá ser menor de doscientos cincuenta gramos de ligante residual por metro cuadrado (250 g/m<sup>2</sup>).

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **502.4.3 Aplicación de la emulsión asfáltica**

La aplicación de la emulsión asfáltica se hará con el equipo aprobado, a una temperatura tal que su viscosidad Saybolt Furol se encuentre entre diez y cuarenta segundos (10 sSF - 40 sSF), según la norma de ensayo INV E-763. La aplicación se deberá realizar de manera uniforme, evitando la doble aplicación en las juntas transversales. Con este propósito, se deberán colocar tiras de papel fuerte o de otro material adecuado en aquellas zonas de la superficie en donde empiece y termine el riego, con el objeto de que éste se inicie o culmine sobre ellas y los difusores del carrotanque funcionen con normalidad sobre la zona por tratar.

En los casos en que se contemple la ejecución del riego por franjas, existir una pequeña superposición del mismo a lo largo de la junta longitudinal.

El riego sólo se podrá aplicar cuando la superficie esté seca y con la anticipación apropiada a la colocación de la capa bituminosa, para que se presenten las condiciones de adherencia requeridas.

Antes del inicio de cada jornada de trabajo, se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación del carrotanque antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución deberán ser limpiadas al final de cada jornada.

En las zonas donde al aplicar el riego de liga se presenten evidencias de insuficiencia de ligante, el Constructor corregirá la anomalía mediante la adición de emulsión asfáltica. Si se presentan excesos de ligante en el riego de liga, éstos se corregirán mediante algún procedimiento que resulte satisfactorio para el Interventor de los trabajos. En ambos casos, el costo de las correcciones correrá por cuenta del Constructor.

Elementos tales como sardineles, árboles, dispositivos de señalización, barandas y similares, susceptibles de ser manchados por el asfalto, deberán ser protegidos adecuadamente por el Constructor, antes de iniciar la aplicación del riego de liga.

#### **502.4.4 Control del tránsito**

No se permitirá el tránsito automotor sobre la superficie sobre la cual se ha aplicado el riego de liga, sin la autorización del Interventor.

#### **502.4.5 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá la aplicación del riego de liga cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o fundado temor que ella ocurra.

#### **502.4.6 Otros cuidados en la ejecución de los trabajos**

La aplicación del riego de liga deberá estar coordinada con la puesta en obra de la capa superpuesta a él, de manera que el ligante no haya perdido su efectividad como elemento de unión. Cuando el Interventor lo juzgue necesario, se aplicará otro riego de liga, cuyo costo será asumido por el Constructor si la pérdida de efectividad del riego anterior es imputable a éste.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Todo daño de la superficie cubierta por el riego de liga, atribuible a descuido, falta de previsión o negligencia del Constructor, deberá ser reparado por éste, sin costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano, a entera satisfacción del Interventor, antes de autorizar la colocación de la capa asfáltica sobre la superficie objeto del riego de liga.

## **502.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

### **502.5.1 Controles generales**

Durante la ejecución de los trabajos de riego de liga, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que la emulsión asfáltica por utilizar cumpla todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 cuando se trate de una emulsión convencional o en el numeral 212.2.2 de la Sección 212, cuando se trate de una emulsión modificada.
- Efectuar pruebas para verificar las dosificaciones del ligante.

La toma de muestras para la ejecución de los diferentes ensayos de control de calidad de las emulsiones, se adelantará de acuerdo con la norma de ensayo INV E-701.

El Constructor deberá cubrir adecuadamente, sin costo para el Instituto de Desarrollo Urbano, las áreas en las cuales el Interventor efectúe verificaciones de la dosificación del riego de liga.

### **502.5.2 Control de calidad de la emulsión asfáltica**

A la llegada de cada carrotanque con la emulsión asfáltica para riego de liga al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante de aquella, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y la velocidad de rotura, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 de las presentes especificaciones cuando se trate de una emulsión asfáltica convencional y en el numeral 212.2.2 de la Sección 212 cuando se trate de una emulsión asfáltica modificada. Las muestras se deberán tomar de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma de ensayo INV E-701.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, sobre muestras representativas de las diversas entregas, efectuará las verificaciones exigidas en los numerales 210.5.2, 210.5.3 y 210.5.4 de la Sección 210 de estas especificaciones cuando se trate de una emulsión asfáltica convencional o en los numerales 212.5.2, 212.5.3 y 212.5.4 de la Sección 212, cuando se trate de un asfalto líquido para riegos de imprimación.

En relación con la interpretación de los resultados de las pruebas de calidad, se aplicarán los criterios indicados en los numerales citados en el párrafo anterior.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 502.5.3 Control de calidad del producto terminado

Se considerará como lote, que será aceptado o rechazado en su integridad, el de menor área que resulte de aplicar los tres (3) siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de calzada con riego de liga.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de calzada con riego de liga.
- La superficie regada en un día de trabajo.

La dosificación del asfalto, se comprobará mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel resistente, colocadas durante la aplicación del ligante en no menos de tres (3) puntos del área considerada como lote.

El Interventor se abstendrá de aceptar áreas regadas donde la dosificación media de ligante difiera en más de quince por ciento (15%) de la aprobada previamente por él. Tampoco se aceptará un lote donde más de un punto de ensayo presente un resultado por fuera del límite citado. El Interventor determinará las medidas por adoptar cuando se presenten estos incumplimientos.

Los costos de todos los materiales, equipos y operaciones requeridos para la corrección de defectos o excesos en el riego de liga, deberán ser asumidos por el Constructor.

### 502.6 MEDIDA

La unidad de medida del riego de liga será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo por lo exigido en la presente Sección y las demás Secciones a las cuales ésta hace referencia.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho autorizado por el Interventor.

No se medirá ningún área por fuera de tales límites.

### 502.7 FORMA DE PAGO

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), para toda obra ejecutada de acuerdo con la presente Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario del riego de liga deberá incluir el suministro en el sitio, almacenamientos, desperdicios y correcta aplicación de la emulsión asfáltica requerida; la protección de todos los elementos aledaños a la zona de los trabajos y que sean susceptibles de ser manchados por el producto imprimante; todos los muestreos y ensayos; así como los costos que ocasione toda labor, mano de obra, equipo y materiales necesarios para la correcta ejecución de los trabajos especificados.

La preparación de la superficie existente, salvo el barrido y el soplado, se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto, a no ser que dicho ítem no haga parte del mismo contrato.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**502.8 FORMA DE PAGO**

<b>502.1</b> Riego de liga con emulsión asfáltica CRR-1	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>502.2</b> Riego de liga con emulsión asfáltica CRR-2	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>502.3</b> Riego de liga con emulsión modificada con polímeros CRR- 1m	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>502.4</b> Riego de liga con emulsión modificada con polímeros CRR- 2m	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 504-05

### RIEGO DE CURADO

#### 504.1 DESCRIPCION

Este trabajo consiste en el suministro, transporte y aplicación uniforme de una emulsión asfáltica sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico recién construida, con el objeto de brindar impermeabilidad a su superficie y favorecer su curado.

#### 504.2 MATERIALES

##### 504.2.1 Ligante asfáltico

El ligante asfáltico por emplear será una emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida tipo CRR-1, la cual deberá cumplir las condiciones indicadas en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 de las presentes especificaciones.

#### 504.3 EQUIPO

Para los trabajos de riego de curado se requieren elementos mecánicos de limpieza y carrotaques irrigadores de emulsión asfáltica.

El equipo para limpieza previa de la superficie donde se aplicará el riego de liga, estará constituido preferiblemente por una barredora mecánica y/o una sopladora mecánica. La primera será del tipo rotatorio y ambas serán operadas mediante empuje o arrastre con tractor. Donde las autoridades ambientales del Distrito Capital prohíban el uso de estos equipos, se deberán utilizar implementos alternativos que permitan la correcta limpieza de la superficie.

El carrotaque irrigador de emulsión asfáltica deberá ir montado sobre neumáticos y cumplir exigencias mínimas que garanticen la aplicación uniforme y constante de la emulsión, a la temperatura apropiada, sin que lo afecten la carga, la pendiente de la vía o la dirección del vehículo. Sus dispositivos de irrigación deberán proporcionar una distribución transversal adecuada del ligante. El vehículo deberá estar provisto de un velocímetro calibrado en metros por segundo (m/s), visible al conductor, para mantener la velocidad constante y necesaria que permita la aplicación uniforme de la emulsión en sentido longitudinal.

El carrotaque deberá aplicar la emulsión asfáltica a presión y, para ello, deberá disponer de una bomba de impulsión, accionada por motor y provista de un indicador de presión. También, deberá estar provisto de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensible no podrá encontrarse cerca de un elemento calentador.

En algunas aplicaciones que autorice el Interventor y para áreas inaccesibles al equipo irrigador y para retoques y aplicaciones mínimas, se usará una caldera regadora portátil o una bomba de espalda, con sus elementos de irrigación a presión, o una extensión del carrotaque con una boquilla de expansión que permita un riego uniforme. Por ningún motivo se podrá aplicar el riego de curado con regaderas, recipientes perforados, cepillos o cualquier otro dispositivo de aplicación manual por gravedad, que no garanticen una aplicación completamente homogénea y uniforme del riego de curado sobre la superficie por tratar.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## **504.4 EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

### **504.4.1 Preparación de la superficie existente**

Antes de autorizar el riego de curado, el Interventor comprobará que la superficie sobre la cual se va a efectuar el riego cumpla con todos los requisitos especificados en cuanto a conformación, compactación y acabado de la capa tratada con el conglomerante hidráulico y que ella no se haya reblandecido por exceso de humedad.

En caso de que sobre la superficie por tratar se observen fallas o imperfecciones, el Constructor procederá a corregirlas, a su costa, a entera satisfacción del Interventor.

La superficie que ha de recibir el riego de curado se limpiará cuidadosamente de polvo, barro seco, suciedad y cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando el equipo de limpieza aprobado.

### **504.4.2 Determinación de la dosificación de la emulsión asfáltica**

La dosificación definitiva de la emulsión para el riego de curado se establecerá en acuerdo con el Interventor, como resultado de la aplicación de los riegos iniciales y quedará definida por aquella cantidad que garantice la formación de una película continua, uniforme e impermeable de ligante. Dicha cantidad no será inferior, en ningún caso, a tres décimas de litro por metro cuadrado ( $0.3 \text{ l/m}^2$ ) de ligante residual.

### **504.4.3 Aplicación de la emulsión asfáltica**

En el momento de aplicar el riego de curado, que en ningún caso puede ser después de veinticuatro horas (24 h) después de terminada la compactación de la capa por curar, la superficie de ésta deberá ser previamente humedecida, sin llegar a la saturación.

La aplicación de la emulsión asfáltica se hará de manera uniforme, tanto longitudinal como transversalmente, evitando la duplicación en las juntas transversales, para lo cual se colocarán tiras de papel fuerte u otro material adecuado en las zonas de iniciación o terminación del trabajo, de manera que el riego comience y termine sobre ellas y los difusores del carrotanque funcionen con normalidad sobre la zona por tratar.

La temperatura de aplicación de la emulsión deberá ser tal, que su viscosidad se encuentre entre diez y cuarenta segundos Saybolt-Furol (10 sSF - 40 sSF), según la norma de ensayo INV E-763.

Antes de iniciar cada jornada de trabajo, se deberá verificar la uniformidad del riego. Si fuere necesario, se calentarán las boquillas de irrigación antes de cada descarga. La bomba y la barra de distribución deberán limpiarse al finalizar cada jornada de trabajo.

En las zonas donde se presenten insuficiencias de ligante, el Constructor corregirá la anomalía mediante la adición de emulsión, a su costa y a satisfacción del Interventor.

En los casos en que, por las condiciones de la obra, se deba efectuar el riego por franjas, deberá existir una pequeña superposición del mismo a lo largo de la junta longitudinal.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Elementos tales como sardineles, árboles, vallas, barandas y similares, susceptibles de ser manchados por el ligante, deberán ser protegidos adecuadamente por parte del Constructor, antes de aplicar el riego.

#### **504.4.4 Control del tránsito**

No se permitirá transitar sobre la superficie tratada con el riego de curado, ni la colocación de capas de rodadura, base asfáltica o tratamientos, hasta que lo autorice el Interventor quien, además, fijará el plazo de curado.

#### **504.4.5 Limitaciones en la ejecución**

Por ningún motivo se permitirá la aplicación de riegos de curado cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sean inferiores a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra.

#### **504.4.6 Otros cuidados en la ejecución de los trabajos**

Todo daño de la superficie con el riego de curado atribuible a descuido, falta de previsión o negligencia del Constructor, deberá ser reparado por éste, sin costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano, a entera satisfacción del Interventor, antes de iniciar la colocación de la capa superior.

### **504.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **504.5.1 Controles generales**

Durante la ejecución de los trabajos de riego de curado, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que la emulsión asfáltica por utilizar cumpla todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 210.2.2 de la Sección 210 de estas especificaciones.
- Efectuar pruebas para verificar las dosificaciones del ligante.

La toma de muestras para la ejecución de los diferentes ensayos de control de calidad de la emulsión, se adelantará de acuerdo con la norma de ensayo INV E-701.

El Constructor deberá cubrir adecuadamente, sin costo para el Instituto de Desarrollo Urbano, las áreas en las cuales el Interventor efectúe verificaciones de la dosificación del riego de curado.

#### **504.5.2 Control de calidad de la emulsión asfáltica**

A la llegada de cada carrotanque con la emulsión asfáltica para riego de curado al sitio de los trabajos, el Constructor deberá entregar al Interventor una certificación original, expedida por el fabricante de aquella, donde se indiquen las fechas de elaboración y despacho, el tipo y la velocidad de rotura, así como los resultados de ensayos básicos de calidad efectuados sobre muestras representativas de la entrega, los cuales deberán satisfacer las condiciones especificadas en el numeral 210.2.2 de la Sección

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

210 de las presentes especificaciones. Las muestras se deberán tomar de acuerdo con el procedimiento indicado en la norma de ensayo INV E-701.

El Interventor se abstendrá de aceptar el empleo de suministros de emulsión asfáltica que no se encuentren respaldados por la certificación del fabricante. Además, sobre muestras representativas de las diversas entregas, efectuará las verificaciones exigidas en los numerales 210.5.2, 210.5.3 y 210.5.4 de la Sección 210 de estas especificaciones.

En relación con la interpretación de los resultados de las pruebas de calidad, se aplicarán los criterios indicados en los numerales citados en el párrafo anterior.

#### **504.5.3 Control de calidad del producto terminado**

Se considerará como lote, que será aceptado o rechazado en su integridad, el de menor área que resulte de aplicar los tres (3) siguientes criterios:

- Quinientos metros lineales (500 m) de calzada con riego de liga.
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de calzada con riego de curado.
- La superficie regada en un día de trabajo.

La dosificación del asfalto, se comprobará mediante el pesaje de bandejas metálicas u hojas de papel resistente, colocadas durante la aplicación del ligante en no menos de tres (3) puntos del área considerada como lote.

El Interventor se abstendrá de aceptar áreas regadas donde la dosificación media de ligante difiera en más de quince por ciento (15%) de la aprobada previamente por él. Tampoco se aceptará un lote donde más de un punto de ensayo presente un resultado por fuera del límite citado. El Interventor determinará las medidas por adoptar cuando se presenten estos incumplimientos.

Los costos de todos los materiales, equipos y operaciones requeridos para la corrección de defectos o excesos en el riego de curado, deberán ser asumidos por el Constructor.

#### **504.6. MEDIDA**

No habrá lugar a medida, para efecto de pago separado, del riego de curado que se aplique sobre una capa tratada con un conglomerante hidráulico.

#### **504.7 FORMA DE PAGO**

No habrá pago separado por el riego de curado. En consecuencia, todos los costos que impliquen el suministro de los materiales requeridos, todos los muestres y ensayos y la correcta ejecución de los trabajos objeto de la presente Sección, deberán formar parte del precio unitario de la capa tratada con conglomerante hidráulico que se está protegiendo con el riego.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 510-05

### MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS

#### 510.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación, de una o más capas de mezcla asfáltica, preparada y colocada en caliente, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

Esta Sección cubre las mezclas asfálticas en caliente de tipo denso (MD), semidenso (MS) y grueso (MG), diferenciadas por su granulometría y campo de aplicación, como se define más adelante. Así mismo, comprende las mezclas en caliente de alto módulo (MAM), entendiéndose por tales aquellas cuyo módulo resiliente, medido por medio de la norma de ensayo INV E- 749 a 20° C y una frecuencia de 10 Hz, sea superior a diez mil megapascales (10,000 MPa).

Esta Sección no hace referencia a las mezclas asfálticas en caliente de tipo discontinuo para capa de rodadura, a mezclas drenantes ni a mezclas del tipo SMA, las cuales deben ser objeto de especificaciones generales o particulares independientes.

Para los efectos de la presente Sección, las capas de mezcla asfáltica en caliente se denominarán rodadura, intermedia y base, según la posición descendente que ocupen dentro de la estructura del pavimento.

Los documentos del proyecto establecerán los tipos y calidades de capas asfálticas que componen la estructura. En general, si la estructura tiene solamente una capa asfáltica, ésta será rodadura; si tiene dos capas asfálticas, éstas serán rodadura e intermedia. La capa de base debe quedar debajo de no menos de 100mm de capas asfálticas de rodadura e intermedia.

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

#### 510.2 MATERIALES

##### 510.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral

Los agregados pétreos empleados para la ejecución de la mezcla asfáltica en caliente deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción combinada del agua y del tránsito. Sólo se podrá admitir el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una adhesividad satisfactoria con el asfalto, medida en los términos que se establecen en esta Sección

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

#### 510.2.1.1 Agregado grueso

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (No.4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adhesión completa del asfalto o afecten adversamente la durabilidad de la mezcla compactada. Sus requisitos básicos de calidad se presentan en la Tabla 510.1.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 510.1**  
**Requisitos del agregado grueso para mezclas asfálticas en caliente**

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito		
			T0-T1	T2-T3	T4-T5
<b>Petrografía</b>					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar		
<b>Dureza</b>					
Desgaste Los Ángeles (Gradación B)	<u>Capas de Base e Intermedias (excepto mezclas de Alto Módulo)</u> - En seco, 500 revoluciones, % máximo - En seco, 100 revoluciones, % máximo - Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) - Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo	INV E-218	35 7 (RO)	35 7 (RO)	30 6 (RO)
	<u>Mezclas de Alto Módulo</u> - En seco, 500 revoluciones, % máximo - En seco, 100 revoluciones, % máximo - Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) - Relación húmedo/seco, 500 rev, máximo		NA	NA	25 5 40 2
	<u>Capas de Rodadura</u> - En seco, 500 revoluciones, % máximo - En seco, 100 revoluciones, % máximo - Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) - Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		30 6 (RO) 50 (RO) 2 (RO)	30 6 (RO) 50 (RO) 2 (RO)	25 5 (RO) 40 2
Micro Deval, % máximo (FT)	- Capas de Base e Intermedias (excepto mezclas de Alto Módulo) - Mezclas de Alto Módulo - Capas de Rodadura	ASTM D-6928	30 NA 25	30 NA 25	25 20 20
10% de finos	<u>Valor en seco, kN mínimo</u> - Capas de Base e Intermedias (excepto mezclas de Alto Módulo) - Mezclas de Alto Módulo - Capas de Rodadura	BS 812 PART 111	60 (RO) NA 75 (RO)	60 (RO) NA 75 (RO)	75 (RO) 110 110
	Relación húmedo/seco, % mínimo		75 (RO)	75 (RO)	75
<b>Durabilidad</b>					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18	18	18
<b>Geometría de las Partículas</b>					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara - 2 caras	INVE-227	75 50	75 60	90 75
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)		INV E-230	25	25	20
Índice de Alargamiento, % máximo (3)		INV E-230	25	25	20
<b>Resistencia al Pulimento</b>					
Coeficiente de Pulimento Acelerado para capas de rodadura, valor mínimo		INV E-232	0.40	0.45	0.50

NA = No Aplica

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

*(1) El ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles después de 48 horas de inmersión se hará con el material en condición saturada y superficialmente seca. Para ello, el material se retirará del recipiente de inmersión, se hará rodar sobre una toalla para secar su superficie y se someterá inmediatamente al ensayo de desgaste.*

*(2) Partículas planas son aquellas cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.*

*(3) Partículas alargadas son aquellas cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.*

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 510.1 para dureza y durabilidad deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. La limpieza, las propiedades geométricas y la resistencia al pulimento se medirán sobre muestras del agregado combinado en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

#### **510.2.1.2 Agregado fino**

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado fino la porción comprendida entre los tamices de 4.75 mm (No 4) y 75 µm (No.200). El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder los límites establecidos en la Tabla 510.2.

Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material deberá estar libre de cualquier sustancia que impida la adhesión del asfalto y deberá satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 510.2, cualquiera sea la capa de mezcla asfáltica en caliente en la cual se utilice.

Cuando la fórmula de trabajo exija la mezcla de dos (2) o más agregados finos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 510.2 para durabilidad deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. Los requisitos de limpieza que se exigen en la Tabla 510.2 serán los del agregado fino finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones (incluido el llenante mineral), según las proporciones obtenidas en la fórmula de trabajo establecida en el diseño de la mezcla y antes de pasar por el secador de la planta asfáltica. Los demás requisitos de la Tabla se refieren al agregado fino como conjunto, es decir, a la mezcla de agregados finos en las proporciones requeridas para conformar la fórmula de trabajo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 510.2**  
**Requisitos del agregado fino para mezclas asfálticas en caliente**

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito		
		T0-T1	T2-T3	T4-T5
<b>Petrografía</b>				
Análisis petrográfico	ASTM C-295	Reportar		
<b>Contenido de Arena Natural</b>				
Proporción máxima de arena natural , en peso	- Capa de Rodadura - Capa Intermedia - Capa de Base	50 75 100	35 40 75	25 25 50
<b>Durabilidad</b>				
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	18	18	18
<b>Limpieza</b>				
Límite Líquido, % máximo	INV E-125	No plástico	No plástico	No plástico
Índice de Plasticidad, % máximo	INV E-126	No plástico	No plástico	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo	INV E-133	40	40	40
Valor de Azul de Metileno, máximo	EN-933-9	8	8	8
<b>Geometría de las Partículas</b>				
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)	- Capas de Base - Capas Intermedias - Capas de Rodadura	40 40 45	40 40 45	40 45 45

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

### 510.2.1.3 Llenante mineral

El llenante mineral es la porción del agregado que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No.200), la cual podrá provenir de los procesos de trituración y clasificación de los agregados pétreos o del colector de polvo de la planta mezcladora, o podrá ser un producto comercial, generalmente cal hidratada o cemento Pórtland, que cumpla con la norma ASTM D-242...

El llenante mineral deberá satisfacer los requisitos de la Tabla 510.3. Como allí se indica, sólo una parte del llenante mineral puede proceder directamente de los agregados y llegar junto con ellos al tambor de mezcla; el resto del llenante mineral debe ser introducido al tambor de mezcla en forma separada de los agregados, aunque proceda de los agregados mismos.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 510.3**  
**Requisitos del llenante mineral para mezclas asfálticas en caliente**

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisito
<b>Cantidad de Llenante Mineral de Aporte</b>		
Proporción de Llenante Mineral de Aporte, % mínimo en peso del llenante total	- Tránsitos T0 a T3	25
	- Tránsitos T 4 y T5	50
<b>Petrografía</b>		
Análisis petrográfico	ASTM C-295	Reportar
<b>Peso Unitario</b>		
Peso Unitario Aparente, determinado por el ensayo de sedimentación en tolueno, g/cm <sup>3</sup>	INV E- 225	0.5 a 0.8
<b>Poder Rigidizante</b>		
Diferencia entre el punto de ablandamiento de una mezcla compuesta por 60% de llenante y 40% de asfalto 60-70 y la que corresponde al asfalto puro (proporciones en peso), °C. (RO)	INV E-712	10 a 20

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

#### 510.2.1.4 Agregados combinados

##### 510.2.1.4.1 Granulometría

La mezcla de los agregados grueso y fino y el llenante mineral deberá ajustarse, en cuanto a su granulometría, a las exigencias que se presentan en la Tabla 510.4. Las determinaciones se efectuarán de acuerdo con la norma de ensayo INV E-213.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

**Tabla 510.4**  
**Granulometría de agregados combinados para mezclas asfálticas en caliente**

TIPO DE MEZCLA		TAMIZ (mm / U.S. Standard)									
		37.5	25.0	19.0	12.5	9.5	4.75	2.00	0.425	0.180	0.075
		1 1/2"	1"	3/4"	1/2"	3/8"	No.4	No.10	No.40	No.80	No.200
		% PASA									
<b>Densa</b>	<b>MD10</b>				100	80-95	66-83	43-60	16-29	9-18	5-10
	<b>MD12</b>			100	80-95	71-87	49-65	30-46	14-25	8-16	4-9
	<b>MD20</b>		100	80-95	66-82	59-75	45-61	30-46	14-25	8-16	4-9
<b>Semidensa</b>	<b>MS12</b>			100	80-95	67-83	40-56	23-39	10-20	6-13	3-8
	<b>MS20</b>		100	80-95	66-82	55-71	35-51	23-39	10-20	6-13	3-8
	<b>MS25</b>	100	80-95	73-89	60-76	53-69	33-49	23-39	10-20	6-13	3-8
<b>Gruesa</b>	<b>MG20</b>		100	75-95	55-75	46-66	28-46	17-32	7-17	4-11	2-6
	<b>MG25</b>	100	75-95	65-85	47-67	40-60	29-46	17-32	7-17	4-11	2-6
<b>Alto módulo</b>	<b>MAM20</b>		100	80-95	66-82	55-71	35-51	23-39	10-20	8-14	6-9

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

Los documentos del proyecto indicarán cuál deberá ser la granulometría por aplicar en cada caso específico, dependiendo del tipo de capa y su espesor y siguiendo los criterios de la Tabla 510.5. En proyectos especiales, donde la capa de rodadura esté conformada por un microaglomerado en caliente o una mezcla drenante, los documentos del proyecto deberán redefinir las capas inferiores y establecer los tipos de mezclas por utilizar en ellas.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 510.5**  
**Tipo de mezcla en función de la ubicación y el espesor de la capa**

TIPO DECAPA	ESPESOR COMPACTO (mm)	TIPO DE MEZCLA
<b>RODADURA</b>	30 - 40	MD10
	40 - 60	MD12 – MS 12
	60 – 100	MD 20 – MS 20
<b>INTERMEDIA</b>	50 – 75	MD 20 – MS 20
	75 – 100	MD 20 – MS 20/25
<b>BASE</b>	75 – 150	MD 20 - MS 25 – MG 20/25
<b>ALTO MÓDULO</b>	60 – 130	MAM 20

#### 510.2.1.4.2 Plasticidad

La fracción fina del agregado combinado, sometida a los ensayos descritos en las normas INV E-125 y E-126, deberá ser no plástica (NP).

#### 510.2.1.4.3 Relación llenante/ligante

Salvo justificación en contrario, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de llenante mineral y de ligante asfáltico deberá encontrarse dentro de los límites indicados en la Tabla 510.7. En ningún caso, la concentración del llenante podrá superar el valor crítico, definido según la norma INV E-745.

#### 510.2.1.5 Agregados reciclados

El empleo como agregado, de material proveniente de fresado o trituración de capas asfálticas elaboradas en caliente, debe ser objeto de una especificación particular.

#### 510.2.2 Ligante asfáltico

El ligante asfáltico para elaborar la mezcla asfáltica en caliente deberá ser el establecido en los documentos técnicos del proyecto en función de las condiciones de operación de la vía, la composición de la estructura del pavimento y la posición de la capa asfáltica. En la Tabla 510.6 se presenta una guía para la selección del mismo; la calidad del ligante deberá satisfacer lo establecido en la Tabla 200.1 de la Sección 200 cuando se trate de cemento asfáltico y en la Tabla 202.1 de la Sección 202 cuando se emplee un cemento asfáltico modificado con polímeros.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 510.6**  
**Tipo de ligante asfáltico por emplear**

CAPA	CATEGORÍA DE TRÁNSITO			
	T0-T1	T2 – T3	T4	T5
Rodadura e Intermedia	80-100	80 - 100	60 – 70 80 - 100	60 – 70 Tipo II Tipo III
Base	-	80 - 100	80 - 100	60- 70 80 – 100
Mezclas de Alto Módulo	-	-	Tipo V	Tipo V

### 510.2.3 Aditivos mejoradores de adherencia entre agregados y asfalto

Cuando se requieran, deberán ser propuestos por el Constructor y su tipo y dosificación deberán asegurar el cumplimiento del requisito de resistencia conservada de la mezcla, que se indica en el numeral 510.3.3 de esta Sección. Asimismo, el Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento, que se derive del empleo del aditivo, será de responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla compactada, de acuerdo con las instrucciones del Interventor o del Instituto de Desarrollo Urbano.

### 510.2.4 Aditivos para modificar la reología

En caso de incorporar productos modificadores de la reología de una mezcla asfáltica en caliente elaborada con cemento asfáltico convencional, fibras por ejemplo, los estudios técnicos del proyecto determinarán su dosificación, así como la del ligante utilizado, de manera que el comportamiento de la mezcla sea por lo menos semejante al que se obtendría al emplear un cemento asfáltico modificado con polímeros.

## 510.3 DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

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

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

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

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

También, deberán señalarse:

- Los tiempos requeridos para la mezcla de los agregados en seco y para la mezcla de los agregados con el ligante bituminoso.
- Las temperaturas, máxima y mínima, de calentamiento previo de los agregados y del ligante.
- Las temperaturas máximas y mínimas al salir del mezclador, las cuales dependerán del tipo de mezcla y de planta en la cual ésta se elabore.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- Las temperaturas mínimas de la mezcla, aceptables al inicio y terminación de la compactación.

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

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

### **510.3.1 Diseño de las mezclas asfálticas**

El diseño básico de las mezclas asfálticas en caliente objeto de esta Sección se efectuará siguiendo el método Marshall (norma de ensayo INV E-748) y aplicando los criterios indicados en la Tabla 510.7. Para el análisis volumétrico de la muestra, se utilizarán los criterios y procedimientos de cálculo establecidos en el Manual MS-2 del Instituto del Asfalto de los Estados Unidos.

Este diseño básico deberá ser comprobado y ajustado, si es el caso, para cumplir todos los requisitos adicionales que se establecen en esta Sección.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 510.7**  
**Criterios de diseño de la mezcla**

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo	MEZCLAS DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS			MEZCLA ALTO MÓDULO
		CATEGORÍA DE TRÁNSITO			
		T0 - T1	T2 - T3	T4-T5	
Compactación (golpes/cara)	INV E-748	75	75	75	75
Estabilidad mínima (kg)	INV E-748	600	750	900	1500
Flujo (mm)	INV E-748	2- 4	2-4	2-3.5	2-3
Vacíos con aire (%)	Rodadura	3-5	3-5	4-6	-
	Intermedia	4-6	4-6	4-6	4-6
	Base	4-6	4-6	4-6	-
Vacíos en agregados (%)	Mezclas 10	≥ 16			
	Mezclas 12	≥ 15			
	Mezclas 20	≥ 14			
	Mezclas 25	≥ 13			
Vacíos llenos de asfalto (%): volumen de asfalto efectivo / vacíos en agregados (capas rodadura e intermedia)	Manual MS-2	70-80	65-78	65-75	63-75
Relación llenante / ligante efectivo, en Peso		0.8 – 1.2			1.2 – 1.4
Concentración de Llenante, valor máximo	INV E-745	Valor Crítico			

### 510.3.2 Comprobación del Diseño

El diseño de la fórmula de trabajo deberá ser comprobado con base en los criterios establecidos en la tabla 510.8.

**Tabla 510.8**  
**Criterios de comprobación del diseño volumétrico de la fórmula de trabajo**

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo	MEZCLAS DENSAS, SEMIDENSAS Y GRUESAS			MEZCLA ALTO MÓDULO
		CATEGORÍA DE TRÁNSITO			
		T0 - T1	T2 - T3	T4-T5	
Relación Estabilidad / Flujo (RO)	INV E-748	200 a 400	300 a 500	300 a 600	-
Índice de película de asfalto, m (RO)	Austroroads AGPT/T327	7.5			

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El Índice de Película de Asfalto se determina de la siguiente manera (procedimiento de cálculo Austroads AGPT/T327):

$$IPA = \frac{P_{be}}{100 - P_{bt}} \times \frac{G_{s-g}}{2.65 \times S_e} \times \frac{10^3}{G_{s-b}}$$

Donde:

- IPA = Índice de película de asfalto
- $P_{be}$  = asfalto efectivo, % en peso de la mezcla
- $P_{bt}$  = asfalto total, % en peso de la mezcla
- $G_{s-g}$  = peso específico aparente del agregado combinado
- $G_{s-b}$  = peso específico del asfalto
- $S_e$  = Superficie específica del agregado,  $m^2/kg$

La superficie específica ( $S_e$ ) del agregado se determina de la siguiente manera:

$$S_e = (2 + 0.02a + 0.04b + 0.08c + 0.14d + 0.30e + 0.60f + 1.60g) \times 0.20482$$

Donde:

- a = % pasa tamiz 4.75 mm
- b = % pasa tamiz 2.36 mm
- c = % pasa tamiz 1.18 mm
- d = % pasa tamiz 0.60 mm
- e = % pasa tamiz 0.30 mm
- f = % pasa tamiz 0.15 mm
- g = % pasa tamiz 0.075 mm

Los valores anteriores de % que pasa pueden ser interpolados con base en la curva granulométrica del material obtenida mediante la serie de tamices de la Tabla 510.4.

### 510.3.3 Comprobación de la adhesividad

En todos los casos, se deberá comprobar la adhesividad entre el agregado pétreo y el ligante asfáltico, caracterizando la mezcla con el contenido óptimo de ligante mediante el ensayo AASHTO T-283, para verificar su sensibilidad al agua. La resistencia promedio a tracción indirecta de las probetas sometidas a curado húmedo deberá ser, cuando menos, ochenta por ciento (80 %) del valor promedio alcanzado por las probetas curadas en condición seca. Si no se alcanza este valor, se deberá incrementar la adhesividad empleando un aditivo mejorador de adherencia apropiado o un llenante mineral especial.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 510.3.4 Resistencia a la Deformación Plástica

Para capas de rodadura e intermedia en vías de tránsito T4 y T5 y mezclas de alto módulo, la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño Marshall deberá ser verificada con la medida de su resistencia a la deformación plástica, mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la norma de ensayo INV E-756. La velocidad de deformación, en el intervalo comprendido entre ciento cinco (105) y ciento veinte (120) minutos, no podrá ser mayor de 15µm/minuto para mezclas que se vayan a emplear en pavimentos sometidos a un tránsito equivalente a la clase T5, ni mayor de 20 µm/minuto para mezclas que vayan a servir tránsitos T4. Si este requisito no se cumple, se deberán efectuar los ajustes necesarios en el diseño de la mezcla. Para tránsitos del nivel T0 y T3 no se requerirá la ejecución de esta prueba, a no ser que sea solicitada en las especificaciones particulares.

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

#### 510.3.5 Módulo Resiliente

Para las mezclas de alto módulo, la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño Marshall deberá ser verificada con la medida de su módulo resiliente. El valor del módulo a veinte grados Celsius (20°C), según la norma INV E-749, deberá ser mínimo de diez mil megapascales (10,000 MPa), a la frecuencia de 10 Hz, para probetas compactadas con 75 golpes por cara. Si este valor de módulo no se cumple, será necesario rediseñar la mezcla hasta lograr su cumplimiento.

Alternativamente, el módulo podrá ser medido mediante alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma EN-12697-26, caso en el cual el valor obtenido debe ser equivalente al de diez mil megapascales (10,000 MPa), definido para la norma INV E-749; en este caso, se deberán utilizar equivalencias comprobadas entre ensayos.

Para tránsitos T4 y T5 se deberán medir y reportar los módulos resilientes correspondientes a la mezcla definida como óptima al efectuar el diseño Marshall para todas las mezclas que se empleen en el proyecto. La temperatura de ensayo será veinte grados Celsius (20°C) y la frecuencia será de 10 Hz; las probetas se compactarán con 75 golpes por cara. Se podrá utilizar la norma de ensayo INV E-749 o alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma EN-12697-26.

#### 510.3.6 Leyes de Fatiga

Para tránsitos T4 y T5, la mezcla óptima diseñada con el método Marshall deberá ser verificada con la medida de su ley de fatiga, aplicando alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma EN 12697-24. Los ensayos se realizarán bajo condiciones de temperatura y frecuencia representativas de las condiciones reales de operación del pavimento (temperatura de mezcla y frecuencia de carga).

#### 510.3.7 Ajuste de la Fórmula de Trabajo

La fórmula de trabajo establecida en el laboratorio se podrá ajustar con los resultados de las pruebas realizadas durante la fase de experimentación. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla o se rebasan de manera frecuente las

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

tolerancias granulométricas establecidas en esta Sección, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

#### **510.4 EQUIPO**

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

##### **510.4.1 Equipo para el procesamiento de los agregados**

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

##### **510.4.2 Planta central de mezcla**

La mezcla asfáltica en caliente se fabricará en plantas centrales de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

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

Las tolvas para agregados en frío deberán tener paredes resistentes, con bocas de anchura suficiente para que la alimentación se pueda realizar correctamente. La separación entre ellas debe garantizar que no se produzcan inter-contaminaciones. Además, sus dispositivos de salida deben permitir ajustes exactos para mantenerlos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear. En centrales que produzcan mezclas para vías con tránsitos de las clases T4 y T5, el número de tolvas de alimentación en frío no podrá ser menor de cuatro (4); para los demás clases de tránsito, el número de tolvas de alimentación en frío no podrá ser menor de tres (3).

En las centrales de mezcla donde la dosificación definitiva de los agregados pétreos se realice en frío, como es el caso de las de tipo tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación de los agregados deberá ser ponderal y deberá tener en cuenta su humedad para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de plantas, se aceptarán sistemas de dosificación de tipo volumétrico o ponderal.

La central estará dotada de un tambor secador que permita el secado correcto de los agregados, así como su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. Su sistema de combustión, que deberá ser limpio y completo, debe impedir la emisión de residuos que contaminen los agregados o la atmósfera. La planta deberá poseer, además, un dispositivo que permita la toma de muestras de agregados pétreos secos, antes de su mezcla con el ligante asfáltico, para verificar su limpieza. El sistema de extracción de polvo, por vía seca o húmeda, deberá evitar su emisión a la atmósfera o el vertido de lodos a cauces de agua o instalaciones sanitarias, de acuerdo con la legislación ambiental y sanitaria vigente.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Las plantas centrales donde la dosificación definitiva de los agregados pétreos no se realice en frío, estarán dotadas, asimismo, de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3) y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones. Dichas tolvas en caliente estarán dotadas de un rebosadero, para evitar que un exceso de contenido se vierta en las tolvas contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de dosificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva baje del que proporcione la cantidad calibrada y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas. La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del asfalto deberá permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo, de manera que no se produzcan sobrecalentamientos localizados ni se sobrepasen las temperaturas máximas admisibles de calentamiento del producto. En el calentamiento del asfalto se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos que se encuentren a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dispositivo de dosificación.

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

La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del llenante de recuperación y adición, los cuales deberán estar protegidos contra la humedad y ser independientes de los correspondientes al resto de los agregados.

Las instalaciones provistas de dispositivos de dosificación por peso en caliente, deberán estar provistas de dosificadores ponderales independientes para los agregados, el llenante mineral de aporte y el ligante asfáltico. La exactitud del dosificador de agregados deberá ser superior al medio por ciento ( $\pm 0.5\%$ ). Los dispositivos de dosificación ponderal del llenante y ligante tendrán, como mínimo, una precisión de tres por mil ( $\pm 0.3\%$ ).

En las instalaciones de tipo continuo que no sean del tipo tambor-secador-mezclador, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El ligante asfáltico se distribuirá uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no permitirán fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo. En las plantas de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y el llenante mineral, de manera de asegurar la dosificación correcta de la mezcla.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del asfalto y que ésta se realice de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

En las instalaciones de tipo continuo, el mezclador será de ejes gemelos.

Si la planta posee silo de almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte, así como que en las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a la fabricación, la mezcla acopiada no haya perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante.

#### **510.4.3 Equipo de transporte**

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

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

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

#### **510.4.4 Equipo para la extensión de la mezcla**

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

La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos automáticos de nivelación y un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 510.4.5 Equipo de compactación

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

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

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

#### 510.4.6 Equipo accesorio

Estará constituido por elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Así mismo, se requieren equipos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo y herramientas menores para efectuar distribuciones, compactación y correcciones manuales localizadas durante la extensión de la mezcla.

### 510.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

#### 510.5.1 Fase de experimentación

##### 510.5.1.1 Generalidades

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

La fase de experimentación servirá para:

- Verificar la calidad de la mezcla asfáltica.
- Verificar la calidad y rendimiento de los equipos y de las cuadrillas que se utilizarán en el proyecto.
- Verificar que los equipos de extensión puedan colocar la mezcla de forma homogénea, sin producir segregaciones, arrastrar partículas o generar marcas en la superficie.
- Verificar que los equipos de compactación sean capaces de compactar adecuadamente la mezcla asfáltica en los espesores propuestos hasta alcanzar las densidades especificadas, sin degradar el material por fuera de las tolerancias admisibles.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Verificar que la superficie terminada cumpla los requisitos de regularidad establecidos por las especificaciones del proyecto.
- Verificar que las juntas se realicen correctamente y que en ellas se logre el grado de densidad especificado.

#### **510.5.1.2 Tramo de Prueba**

##### **510.5.1.2.1 Verificación de la mezcla asfáltica**

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

Así mismo, sobre muestras tomadas de la mezcla colocada y compactada, se verificará la conservación de las características granulométricas del agregado y de calidad del asfalto recuperado, mediante la ejecución de los ensayos indicados en el numeral 510.6.6.7 de la presente Sección, cuyos resultados deben cumplir con los requisitos allí establecidos.

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

##### **510.5.1.2.2 Otras verificaciones**

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

- Lisura
- Textura superficial
- Resistencia al Deslizamiento
- Rugosidad
- Deflexión

#### **510.5.2 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

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

#### **510.5.3 Preparación de la superficie existente**

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Si la colocación de la mezcla requiere riegos previos de imprimación o de liga, ellos se deberán efectuar conforme lo establecen las Secciones 500 y 502, respectivamente, de las presentes especificaciones.

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

Si la superficie sobre la cual se va a colocar la mezcla corresponde a un pavimento asfáltico antiguo que, de acuerdo con los estudios del proyecto o las condiciones prevalecientes, requiere un fresado previo, éste se deberá efectuar conforme se establece en la Sección 540 de estas especificaciones.

#### **510.5.4 Aprovechamiento de los agregados**

Los agregados se suministrarán en fracciones granulométricas claramente diferenciadas que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación. En el caso de plantas del tipo tambor secador-mezclador, no se permitirá, por ningún motivo, realizar una predosificación de las fracciones de agregados, antes de su vertimiento a las tolvas de agregados en frío.

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

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

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

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

#### **510.5.5 Fabricación de la mezcla**

Los agregados se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al llenante y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá retirarse mediante operaciones conformes con los reglamentos ambientales y sanitarios. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del llenante recuperado sean uniformes. La dosificación del llenante de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

En las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. El volumen de material dentro del mezclador deberá limitarse hasta unos dos tercios de la altura que alcancen las paletas, de manera que para los tiempos de mezclado establecidos al definir la fórmula de trabajo, se logre una envoltura uniforme y completa.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo, la cantidad de asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla a la volqueta.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados y el llenante mineral, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada bachada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura que supere en más de quince grados Celsius ( $15^{\circ}\text{C}$ ) la temperatura del asfalto. En el instante de la mezcla, la temperatura del asfalto deberá ser tal, que su viscosidad se encuentre entre ciento cincuenta y trescientos centiStokes ( $150 \text{ cSt} - 300 \text{ cSt}$ ), verificándose que no se produzcan escurrimientos a dicha temperatura. Cuando el ligante deba ser calentado a más de ciento cincuenta grados Celsius ( $> 150^{\circ} \text{C}$ ), la cantidad de ligante que se caliente y la duración del calentamiento deberán las mínimas necesarias.

A la descarga del mezclador o del silo de almacenamiento, no se deben presentar segregaciones en la mezcla y todas las partículas del agregado deben encontrarse total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador o del silo no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

En caso de que se utilicen adiciones al ligante o a la mezcla, se cuidará su correcta dosificación y su distribución homogénea, así como la conservación de sus características iniciales durante el proceso de fabricación.

El Interventor rechazará todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También, se rechazarán aquellas mezclas en las cuales la envuelta no sea perfecta.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 510.5.6 Transporte de la mezcla

La mezcla se transportará de la planta central a la obra en volquetas carpadas, hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si el Interventor considera que existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de una manera tan apropiada como en horas de luz solar.

Durante el transporte de la mezcla, se deberán tomar las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase de experimentación o a la que, en su ausencia, determine el Interventor.

#### 510.5.7 Extensión de la mezcla

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

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

La pavimentadora se regulará de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin arrastres ni segregaciones, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en la presente especificación. Por ningún motivo se permitirá el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella.

Siempre que resulte posible, después de haberse extendido y compactado una franja, la siguiente deberá ser extendida mientras el borde de la anterior aun se encuentra caliente y en condiciones de ser compactado, con el fin de evitar la ejecución de una junta longitudinal.

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

La extensión de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la pavimentadora a la producción de la planta de fabricación, de manera que aquella sufra el menor número posible de detenciones.

Se deberá verificar que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, se deberá ejecutar una junta transversal.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Tras la pavimentadora se deberá disponer un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla caliente y enrasándola, según se precise, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las condiciones impuestas en esta Sección.

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

No se permitirá la extensión ni la compactación de la mezcla en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a cinco grados Celsius (5°C), salvo si el espesor de la capa compactada por extender es menor de cincuenta milímetros (50 mm), caso en el cual dichas temperaturas no podrán ser inferiores a ocho grados Celsius (8° C).

#### **510.5.8 Compactación de la mezcla**

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Interventor como resultado de la fase de experimentación. Deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan agrietamientos o desplazamientos indebidos y se continuará mientras la mezcla se halle en condiciones de ser compactada, hasta lograr los niveles de densidad especificados en la presente Sección

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

Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se harán, con suavidad, sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

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

#### **510.5.9 Juntas de trabajo**

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

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

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

Cuando los bordes de las juntas longitudinales sean irregulares, presenten huecos o estén deficientemente compactados, deberán cortarse para dejar al descubierto una superficie lisa vertical en todo el espesor de la capa. Donde el Interventor lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

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

#### **510.5.10 Pavimento sobre puentes y viaductos**

Las losas de los puentes se pavimentarán con una mezcla asfáltica de tipo denso, de la calidad exigida para la capa de rodadura, previa aplicación del riego de liga mencionado en el numeral 510.5.3, "Preparación de la superficie existente", de esta Sección.

Durante la ejecución del riego de liga y la colocación de la mezcla asfáltica, el Constructor deberá defender con lonas, papel o similares, todas aquellas partes de los puentes y viaductos que puedan ser alcanzadas por el material bituminoso. El Constructor será el único responsable por todo daño o mancha que causen las operaciones de sus equipos y, en consecuencia, los trabajos de reparación y limpieza correrán por su cuenta.

#### **510.5.11 Bacheos y parcheos**

Al rellenar toda excavación para reparación del pavimento existente, los documentos del proyecto, o en su defecto el Interventor, definirán el espesor de dicha excavación que deba rellenarse con mezcla asfáltica en caliente, así como la clase de mezcla por emplear, la cual deberá compactarse con el equipo adecuado hasta alcanzar la densidad especificada en la presente Sección.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 510.5.12 Apertura al tránsito

Alcanzada la densidad exigida, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente en todo su espesor.

En el caso de capas elaboradas con mezclas de alto módulo, el tiempo máximo de exposición será de una semana. De todas maneras, el tiempo que una mezcla de alto módulo puede quedar expuesta directamente al tránsito será ajustado por el Interventor, dependiendo de la afectación del pavimento. En este evento, el Constructor procederá de inmediato a construir la capa superior.

### 510.5.13 Reparaciones

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

## 510.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

### 510.6.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 510.2 de esta Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado de la fase de experimentación, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación de la mezcla asfáltica.
- Comprobar frecuentemente el espesor extendido, empleando un punzón graduado.
- Comprobar la composición y forma de actuación del equipo de compactación
- Ejecutar todos los ensayos requeridos para el control de la mezcla suelta y compactada, pruebas de extracción de asfalto y granulometría; así como controlar las temperaturas de elaboración, descargue en la pavimentadora, extendido y compactación de las mezclas.
- Efectuar los ensayos requeridos para el control de la mezcla.
- Ordenar las pruebas requeridas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores, levantar perfiles, medir la textura superficial y la resistencia al deslizamiento y comprobar la uniformidad de la superficie.

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

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

#### **510.6.2 Controles de producción de agregados**

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios y se ordenará 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 deberán acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad.

Se vigilará, además, la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores y se efectuarán las verificaciones de calidad que indica la Tabla 510.10, para los agregados; además de la frecuencia de ensayos indicada en la Tabla 510.10, se requerirán ensayos de verificación cada vez que cambie la procedencia de los agregados.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 510.10**  
**Ensayos de verificación sobre los agregados para mezclas asfálticas en caliente**

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia	
<b>Composición</b>			
Granulometría	INVE-213	1 por jornada	
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfato de magnesio	INV E-220	1 por mes	
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido	INV E-125	1 por jornada	
Índice de Plasticidad	INV E-126	1 por jornada	
Equivalente de Arena	INV E-133	1 por semana	
Valor de Azul de Metileno	EN-933-9	1 por semana	
Terrones de arcilla y partículas deleznales	INV E-211	1 por semana	
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente	INVE-227	1 por jornada	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
Angularidad del Agregado Fino	AASHTO T-304	1 por jornada	
<b>Pesos Específicos</b>			
Pesos Específico y Absorción	INVE-222 y 223	1 por mes	
<b>Resistencia al Pulimento</b>			
Coeficiente de Pulimento Acelerado	INV E-232	Cuando cambie la procedencia de los agregados	

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de enero de 2007*

Siempre que exista alimentación independiente del llenante mineral, se deberán efectuar sobre muestras de él, las siguientes verificaciones:

- Peso Unitario aparente (INV E-225), al menos una (1) vez a la semana y siempre que cambie la procedencia.
- Granulometría (INV E-123), y peso específico (INV E-128), una (1) prueba por suministro.

En ningún caso se permitirá el empleo de agregados que no satisfagan los requisitos pertinentes del numeral 510.2 de la presente Sección. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor impedirá el uso del volumen de material al cual representen dichos ensayos.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 510.6.3 Control de recibo de los carrotaques con el ligante asfáltico

Al respecto, se deberá aplicar lo indicado en los numerales 200.5.2, 200.5.3 y 200.5.4 de la Sección 200, cuando el suministro corresponda a un cemento asfáltico convencional, y en los numerales 202.5.2, 202.5.3 y 202.5.4 de la Sección 202, cuando el suministro corresponda a un cemento asfáltico modificado con polímeros.

### 510.6.4 Control de la composición de la mezcla

A la salida del mezclador o del silo de almacenamiento, sobre cada vehículo de transporte, el Interventor controlará el aspecto de la mezcla y medirá su temperatura. Rechazará todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, así como las mezclas con espuma, aquellas cuya envuelta no sea homogénea y las que presenten indicios de humedad. En este último caso y cuando la planta no sea del tipo tambor mezclador, se deberán retirar los agregados de las correspondientes tolvas en caliente.

Cuantitativamente, se realizarán los siguientes controles:

#### 510.6.4.1 Contenido de asfalto

Se considerará como lote, el volumen de material que resulte de aplicar los criterios indicados en el numeral 510.6.6.

Sobre tres (3) muestras de la mezcla elaborada correspondiente a un lote, se determinará el contenido de asfalto (INV E-732) y la granulometría de los agregados (INV E-782).

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

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

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

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

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

#### 510.6.4.2 Granulometría de los agregados

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la Tabla 510.11, pero sin permitir que la curva se salga de la franja correspondiente de la Tabla 510.4:

**Tabla 510.11**  
**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
2mm (No.10) 0.425 mm (No.40) 0.180mm (No.80)	± 3
0.075 μm (No.200)	± 1

En el caso de que los valores obtenidos excedan las tolerancias, pero no salgan de la franja, el Constructor deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa y el porcentaje medio de asfalto de la mezcla elaborada con este agregado. Ella se someterá a las pruebas de valoración descritas en los numerales 510.3.1 y 510.3.2 de esta Sección, sin excepción. Si todos los requisitos allí indicados se cumplen, se aceptará el lote. En caso contrario, se rechazará.

#### 510.6.5 Control de calidad de la mezcla

##### 510.6.5.1 Resistencia

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada, se moldearán probetas con 75 golpes por cara (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall (INV E-748). La compactación se realizará a la temperatura apropiada según el asfalto empleado en la mezcla y se verificará que el volumen de aire promedio de estas probetas de referencia no varíe en más de tres por mil (0.3 %) respecto del definido al establecer la fórmula de trabajo. Si este requisito no se cumple, se elaborarán nuevas probetas para las verificaciones a que hace referencia este numeral.

La estabilidad promedio de las cuatro (4) probetas (Em) deberá ser, como mínimo, igual al noventa por ciento (90%) de la estabilidad de la mezcla de la fórmula de trabajo (Et).

$$E_m \geq 0.9 E_t$$

Además, la estabilidad de cada probeta (Ei) deberá ser igual o superior a ochenta por ciento (80%) del valor medio de estabilidad, admitiéndose solo un valor individual por debajo de ese límite, siempre y cuando no se encuentre por debajo del valor mínimo admisible establecido en la Tabla 510.7 de esta Sección.

$$E_i \geq 0.8 E_m$$

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El incumplimiento de al menos una de estas exigencias implica el rechazo del lote representado por las muestras.

Adicionalmente, con un mínimo de dos (2) muestra por mes de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (seis por muestra), para verificar en el laboratorio la resistencia de la mezcla ante la acción del agua mediante el ensayo de tracción indirecta (AASHTO T 283). Tres de las probetas se curarán en seco y tres bajo condición húmeda y se determinará la resistencia promedio de cada grupo. La pérdida de resistencia por efecto de la inmersión, no podrá exceder de veinte por ciento (20 %).

El incumplimiento de este requisito implicará la realización del ensayo sobre núcleos tomados de los diferentes lotes colocados durante en período que se está evaluando (seis núcleos por lote, tres curados en seco y tres bajo condición húmeda). Los lotes de material que no cumplan con el requisito serán rechazados.

El incumplimiento de este requisito implicará también la suspensión de los trabajos hasta que se estudie una nueva fórmula de trabajo que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en el numeral 510.3 de la presente Sección.

Adicionalmente, dependiendo de las condiciones particulares de cada proyecto (importancia, tamaño, plazo de ejecución), los documentos técnicos del proyecto podrán requerir la ejecución y reporte de los ensayos que se indican en la Tabla 510.12, ejecutados sobre muestras seleccionadas por el Interventor.

**Tabla 510.12**  
**Ensayos complementarios sugeridos para capas de mezcla asfáltica en caliente**

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

#### 510.6.5.2 Flujo

El flujo promedio de las probetas sometidas al ensayo de estabilidad (Fm) deberá encontrarse entre el ochenta por ciento (80%) y el ciento veinte por ciento (120%) del valor obtenido en la mezcla aprobada como fórmula de trabajo (Ft), pero por ningún motivo se permitirá que este promedio se encuentre por fuera de los límites establecidos en el numeral 510.3.1.

$$0.80 Ft \leq Fm \leq 1.20 Ft$$

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Si el flujo medio se encuentra dentro del intervalo establecido en la Tabla 510.7, pero no satisface la exigencia recién indicada en relación con el valor obtenido al determinar la fórmula de trabajo, el Interventor decidirá, al compararlo con las estabilidades, si el lote debe ser rechazado o aceptado, para lo cual considerará la relación estabilidad/flujo.

#### 510.6.5.3 Contenido de Agua

Cuando el Interventor sospeche de la posible presencia de agua en la mezcla con base en la apariencia de la misma, podrá ordenar la determinación del contenido de agua en las mezcla asfáltica, según la norma de ensayo INV E-755.

El contenido de agua en las mezclas asfálticas, determinado con la norma de ensayo INV E-755, no podrá ser mayor que 0.5%. Las mezclas que no cumplan con este requisito serán rechazadas.

#### 510.6.5.4 Módulo resiliente

A las mezclas asfálticas de alto módulo, deberá determinarse el módulo resiliente, según la norma de INV E-749. La prueba deberá ser realizada, por duplicado, sobre probetas tipo Marshall, compactadas con 75 y 50 golpes por cara, a 20° C y a frecuencias de 2.5, 5 y 10 Hz. El valor obtenido para esta última frecuencia con las probetas compactadas con 75 golpes por cara (valor promedio de las dos probetas), deberá ser, como mínimo, de diez mil megapascales 10,000 MPa.

Alternativamente, el módulo podrá ser medido mediante alguno de los procedimientos de ensayo definidos en la norma EN-12697-26, conservando las condiciones de elaboración de probetas y frecuencia y temperatura de ensayo; el valor de módulo obtenido para 10Hz con las probetas compactadas con 75 golpes por cara (valor promedio de las dos probetas), debe ser equivalente al de diez mil megapascales (10,000 MPa), definido para la norma INV E-749. En este caso, se deberán utilizar equivalencias comprobadas entre ensayos.

Este control se realizará a razón de un juego de ensayos por (i) cada quinientos metros cúbicos (500 m<sup>3</sup>) de mezcla compactada o por (ii) el volumen total compactado, si la obra contempla la construcción de un volumen total inferior a dicha cantidad.

En el caso de estas verificaciones, el Interventor deberá conservar suficientes probetas adicionales para eventuales ensayos de contraste, los cuales se realizarán en caso de que no se cumpla el valor mínimo de diez mil megapascales (10,000 MPa), bajo las condiciones de ensayo recién descritas.

Los ensayos de contraste se realizarán sobre un número de probetas no inferior al doble de las utilizadas para la primera verificación y el valor promedio del módulo resiliente de ellas deberá ser mayor de diez mil megapascales (10,000 MPa). Si este valor mínimo no se cumple, el volumen de mezcla objeto del control será rechazado y el Constructor deberá fresarlo y retirarlo, a su costa, y reemplazarlo por otro de calidad satisfactoria; el material fresado será propiedad del Constructor.

Si las especificaciones particulares establecen requisitos sobre módulos resilientes para otras mezclas del proyecto, se deberá seguir un proceso de verificación similar al mencionado para las mezclas de alto módulo.

#### 510.6.6 Control de calidad del producto terminado

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

- Quinientos metros lineales (500m) de mezcla asfáltica en caliente colocada
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de mezcla asfáltica en caliente colocada
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo

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

La cota de cualquier punto de la mezcla asfáltica compactada en capas de base, no deberá variar en más de quince milímetros (15 mm) de la proyectada y la variación no podrá exceder de diez milímetros (10 mm) cuando se trate de capas intermedia y de rodadura.

Además de lo anterior, se efectuarán las siguientes verificaciones:

#### **510.6.6.1 Densidad**

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de, cuando menos, tres (3) por lote. Los sitios para las tomas de muestras o las mediciones in situ se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

La verificación del grado de compactación de la capa colocada se hará tanto por porcentaje de compactación como por contenido de vacíos con aire en la mezcla. La mezcla colocada debe cumplir en forma simultánea con los requisitos establecidos para las dos verificaciones.

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del lote por parte del Interventor. En caso de rechazo, la capa de mezcla asfáltica en caliente correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor. El material fresado será de propiedad de este último.

#### **510.6.6.1.1 Porcentaje de compactación**

La densidad promedio (Dm) deberá ser, cuando menos, el noventa y ocho por ciento (98%) del valor promedio obtenido al compactar en el laboratorio, con la técnica Marshall, las cuatro (4) probetas por lote (De), que se indicaron en el numeral 510.6.5.1 de esta Sección.

$$Dm \geq 0.98 De$$

Cuando se trate de mezclas definidas como MD 10 y MD 12 en la Tabla 510.3, el requisito de densidad promedio (Dm) será de noventa y siete por ciento (97%) mínimo.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Además, la densidad de cada testigo individual ( $D_i$ ) que resulte inferior al noventa y ocho por ciento (98%) de la densidad de laboratorio ( $D_e$ ) deberá ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad promedio de los testigos del lote ( $D_m$ ), admitiéndose sólo un (1) valor defectuoso por lote.

$$D_i \geq 0.97 D_m$$

La toma de muestras testigo se hará de acuerdo con norma INV E-758 y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas INV E-733, E-734 y E-746. Sólo se aceptará la determinación de la densidad de la capa compactada por medio de densímetros nucleares, si se garantiza, sin lugar a ninguna duda, que la medición del aparato abarca, única y exclusivamente, el espesor total de la capa que se está verificando.

#### 510.6.6.1.2 Contenido de vacíos con aire

El contenido de vacíos con aire promedio del lote, determinado según la norma de ensayo INV E-736, no podrá ser mayor a 8% ni menor que 3%; se exceptúan las juntas, en las cuales este contenido promedio podrá ser máximo del 11%. Los contenidos de vacíos de los testigos individuales no podrán superar los requisitos establecidos para los valores promedio en más de 2 puntos (2%).

El cálculo del contenido de vacíos de la mezcla colocada se efectuará comparando los valores de densidad determinados según el numeral 510.6.6.1.1. y el valor de peso específico teórico máximo determinado sobre una muestra del lote correspondiente, según la norma INV E-735.

#### 510.6.6.2 Espesor

Sobre la base de los lugares escogidos para el control de la compactación, se determinará el espesor promedio de la capa compactada ( $E_p$ ), el cual no podrá ser inferior al de diseño ( $E_d$ ):

$$E_p \geq E_d$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual ( $E_i$ ), deberá ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite:

$$E_i \geq 0.9 E_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del lote procediéndose como en el caso de rechazo por deficiencias de compactación, salvo que, tratándose de una capa de base o intermedia sobre la cual se va a colocar otra mezcla asfáltica en caliente, el Constructor se comprometa a compensar la deficiencia incrementando el espesor de la capa superior, sin que el exceso de espesor por colocar de esta última genere costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano. Este compromiso no resulta aplicable cuando la deficiencia de espesor se presente en una capa elaborada con una mezcla asfáltica de alto módulo.

Si el Constructor no asume este compromiso o se trata de una capa de rodadura, para la corrección se procederá a fresar, remover y reemplazar como en el caso de las deficiencias de compactación o, a opción del Constructor y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, a la

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

colocación de una capa adicional del mismo tipo de mezcla a su costa, de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor compacto, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta especificación. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas será también de cuenta del Constructor, quien deberá ejecutarlo en acuerdo a la Sección 502 de estas especificaciones.

#### 510.6.6.3 Lisura

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua (encharcamientos), ni irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm) en capas de rodadura o quince milímetros (15 mm) en capas intermedias, de base y bacheos, cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja al azar el Interventor, los cuales no podrán coincidir con cambios de pendiente. Las zonas que presenten deficiencias de este tipo deberán ser fresadas y repuestas por el Constructor, a su costa, y a plena satisfacción del Interventor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

#### 510.6.6.4 Resistencia al deslizamiento

En el caso de mezclas compactadas como capa de rodadura, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (INV E-792) deberá ser, como mínimo, de cincuenta y cinco centésimas (0.55) en cada ensayo individual, debiendo efectuarse un mínimo de tres (3) pruebas por lote. Estas medidas se realizarán transcurridos, como mínimo, treinta (30) días de puesta en servicio de la capa. Se podrán emplear equipos para la verificación de la resistencia al deslizamiento diferentes al descrito en la norma de ensayo INV E-792. En tal evento, se considerarán admisibles valores medidos que correspondan a coeficientes de resistencia al deslizamiento mayores de cincuenta y cinco centésimas (0.55), de acuerdo con ecuaciones de correlación aceptadas internacionalmente.

Si el requisito sobre resistencia al deslizamiento no se cumple, la capa de mezcla asfáltica en caliente correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta en el mismo espesor retirado a satisfacción del Interventor, todo a cargo y costa del Constructor, quedando el material fresado de propiedad de éste. Alternativamente y a opción del Constructor, y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, éste podrá colocar una capa adicional, a su costa, de cincuenta milímetros (50 mm) de espesor compacto del mismo tipo de mezcla, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta Sección. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas será también de cuenta del Constructor, quien deberá ejecutarlo en acuerdo con los requisitos de la Sección 502 de estas especificaciones.

#### 510.6.6.5 Rugosidad

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

- Clase I: Incluye perfilógrafos manuales de precisión, como el Dipstick; el método de mira y nivel clasifica dentro de esta clase.
- Clase II: Incluye perfilógrafos de medición directa. Este grupo también incluye mecanismos sin contacto con la vía como el láser, viga de luces o técnicas acústicas, las cuales deben ser mantenidas con la respectiva calibración, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

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

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

Los requisitos por cumplir, salvo que los documentos técnicos del proyecto establezcan otra cosa, son los indicados en la Tabla 510.13.

**Tabla 510.13**  
**Valores máximos admisibles de IRI (m/km)**

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	Pavimentos de Construcción Nueva	Pavimentos Rehabilitados	
		Espesor del refuerzo	
		> 10 (cm)	≤ 10 (cm)
50	2.5	2.5	3.0
80	3.0	3.0	3.5
100	3.5	3.5	4.0

Si los resultados de rugosidad de la capa superficial exceden estos límites, los defectos de regularidad se corregirán mediante fresado y colocación de una nueva capa de mezcla asfáltica en los tramos que de acuerdo con los resultados de las mediciones, incidan en el incumplimiento. Los espesores por fresar y reponer en cada tramo serán establecidos por el Interventor y todos los costos que impliquen estas correcciones, deberán ser asumidos por el Constructor. El material fresado producto de estas correcciones será de propiedad del Constructor. Sobre el pavimento reparado se repetirán las pruebas de medición de rugosidad y las consecuencias de un nuevo rechazo serán las mismas que en el caso de la construcción de la primera capa de rodadura.

Alternativamente, el Constructor podrá enfrentar el problema colocando, a su costa, un espesor adicional de una mezcla del mismo tipo en un espesor de cincuenta milímetros (50 mm), siempre y cuando lo autorice el Interventor y no se presenten problemas de drenaje, empates con otros pavimentos o

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

accesos, gálibo o sobrecarga estructural. Si la nueva superficie incumple nuevamente los requisitos de regularidad de esta Sección, la única opción consecuente será el fresado y reposición del pavimento en el tramo afectado, a expensas completas del Constructor.

#### 510.6.6.6 Deflexión Característica

Antes de la recepción final de la obra y como parte del control se deberán medir y reportar las deflexiones del pavimento terminado mediante la Viga Benkelman, según el método de ensayo INV E-795; las mediciones se efectuarán cada 50m. Las mediciones medidas se corregirán para una temperatura de referencia en el pavimento de 20°C.

Las mediciones de deflexión se podrán realizar alternativamente con el deflectómetro de impacto FWD, caso en el cual se deberán reportar tanto los valores medidos con este equipo como los valores equivalentes de Viga Benkelman, calculados mediante correlaciones comprobadas.

A partir de estas mediciones corregidas, se calculará la deflexión característica como la deflexión promedio más 1.3 veces la desviación estándar.

#### 510.6.6.7 Conservación de propiedades

Se tomarán muestras de tamaño representativo del material colocado y compactado para verificar su calidad mediante los ensayos que se indican en la Tabla 510.14. Estas muestras se tomarán en sitios y a intervalos de tiempo aleatorios, según lo determine el Interventor, a más tardar una semana después de colocada la mezcla asfáltica.

**Tabla 510.14**  
**Ensayos para verificación de la conservación de las propiedades**

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

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado*

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

*inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

A partir de la fecha fijada por el IDU para hacer obligatorio el cumplimiento de los estos requisitos, el incumplimiento de alguno de ellos tendrá las implicaciones que fije el instituto en relación con la aceptación o rechazo de los diferentes lotes colocados durante el período evaluado.

#### **510.6.6.8 Construcción de capas de renivelación**

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

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

### **510.7 MEDIDA**

#### **510.7.1 Ejecución de mezclas asfálticas en caliente densas, semidensas y gruesas**

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al décimo de metro cúbico ( $0.1 m^3$ ), de mezcla asfáltica en caliente, suministrada y compactada en obra a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en esta Sección. Cuando el cómputo de la fracción centesimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco centésimas de metro cúbico ( $\geq 0.05 m^3$ ) la aproximación a la décima se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico ( $< 0.05 m^3$ ) la aproximación se realizará por defecto.

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

#### **510.7.2 Ejecución de bacheos y parcheos con mezcla asfáltica en caliente**

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al décimo de metro cúbico ( $0.1 m^3$ ), de bacheo o parcheo con mezcla asfáltica en caliente ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en la presente Sección. Cuando el cómputo de la fracción centesimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco centésimas de metro cúbico ( $\geq 0.05 m^3$ ) la aproximación a la décima se

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico ( $< 0.05 \text{ m}^3$ ) la aproximación se realizará por defecto.

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

#### **510.8 FORMA DE PAGO**

El pago de las mezclas asfálticas en caliente densas, semidensas y gruesas se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico ( $\text{m}^3$ ), para toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá incluir todos los costos correspondientes a administración, imprevistos y utilidades del Constructor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la adquisición, obtención de todos los permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de licencias ambientales para la explotación de los agregados y la elaboración de las mezclas; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar; los costos de adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales y ambientales al terminar su explotación.

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

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de la definición de la fórmula de trabajo, los costos de la fase de experimentación y los costos de todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control, con excepción de aquellos ensayos considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 510.9 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto.

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

El precio unitario también incluye el suministro, almacenamiento, aplicación y desperdicios del producto asfáltico utilizado para la mezcla. En caso de requerirse aditivos mejoradores de adherencia o modificadores diferentes de los polímeros definidos en el numeral 202.2.1, su costo deberá estar incluido también dentro del precio unitario de la mezcla.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## 510.9 ITEMS DE PAGO

510.1 Mezcla asfáltica en caliente del tipo ..... elaborada con cemento asfáltico convencional Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

510.2 Mezcla asfáltica en caliente del tipo ..... elaborada con cemento asfáltico modificado con polímeros Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

510.3 Mezcla asfáltica en caliente de alto módulo Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

510.4 Mezcla asfáltica en caliente del tipo ..... para bacheo y parcheo Metro cúbico (m<sup>3</sup>)

### 510.E Ensayos especiales para mezclas asfálticas en caliente

510.E. 1 Deflectometría con Viga Benkelman (por punto) Unidad

510.E. 2 Deflectometría con Deflectómetro Dinámico de Impacto (por punto) Unidad

510.E.3 Módulo Dinámico (por punto) Unidad

510.E.4 Ley de Fatiga (4 puntos) Unidad

510.E.5 Recuperación de Asfalto de probetas, núcleos o panelas (cantidad suficiente para ejecutar ensayos de viscosidad con viscosímetro rotacional a 60°C y punto de ablandamiento) Unidad

### NOTAS:

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

(2) Los ensayos especiales que hacen parte esencial de la definición y comprobación de la fórmula de trabajo no se pagarán con los ítems correspondientes de ensayos especiales; su costo debe estar incluido en el precio unitario de la mezcla asfáltica correspondiente. Es ejemplo de ello la determinación del módulo dinámico en mezclas de Alto Módulo (MAM).

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 520-05

### MICROAGLOMERADO EN CALIENTE

#### 520.1 DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y compactación de una capa de mezcla asfáltica preparada y colocada en caliente, cuyos agregados presentan una discontinuidad muy acentuada en los tamices superiores del agregado fino, la cual se emplea como rodadura sobre un pavimento existente, de acuerdo con esta Sección y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

#### 520.2 MATERIALES

##### 520.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral

Los agregados pétreos empleados para la ejecución del microaglomerado en caliente deberán poseer una naturaleza tal, que al aplicársele una capa del material asfáltico por utilizar en el trabajo, ésta no se desprenda por la acción combinada del agua y del tránsito. Sólo se podrá admitir el empleo de agregados con características hidrófilas, si se añade algún aditivo de comprobada eficacia para proporcionar una adhesividad satisfactoria con el asfalto, medida en los términos que se establecen en esta Sección

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Constructor, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución del microaglomerado en caliente, deberá realizar todos los ensayos físicos, químicos, mecánicos y petrológicos que sea necesarios, para asegurar la calidad e inalterabilidad de los agregados que pretende utilizar, independiente y complementariamente de todos los que de manera taxativa se exigen en esta Sección.

##### 520.2.1.1 Agregado grueso

Para el objeto de presente Sección, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (No.4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan impedir la adhesión completa del asfalto o afecten adversamente la durabilidad de la mezcla compactada. Sus requisitos básicos de calidad se presentan en la Tabla 520.1.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 520.1**  
**Requisitos del agregado grueso para microaglomerado en caliente**

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisito
<b>Petrografía</b>			
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Ángeles (Gradación C)	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218	25
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo		5 (RO)
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo		40
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		2
Micro Deval, % máximo (FT)		ASTM D-6928	25
10% de finos	Valor en seco, kN mínimo	BS 812	110
	Relación húmedo/seco, % mínimo	PART 111	75
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18
<b>Limpieza</b>			
Contenido de Impurezas, % máximo		INV E-237	0.5
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara	INVE-227	90
	- 2 caras		75
Índice de Aplanamiento, % máximo		INV E-230	25
Índice de Alargamiento, % máximo		INV E-230	25
<b>Resistencia al Pulimento</b>			
Coeficiente de Pulimento Acelerado, valor mínimo		INV E-232	0.50

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

Si la fórmula de trabajo exige la mezcla de dos (2) o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 520.1 deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. Se exceptúa la medida de resistencia al pulimento, la cual se realizará sobre una muestra del agregado combinado en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

#### **520.2.1.2 Agregado fino**

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

trituration de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder del quince por ciento (15 %) de la masa total del agregado combinado. En todo caso, la proporción de agregado fino no triturado no podrá exceder la del agregado fino triturado.

Los granos del agregado fino deberán ser duros, limpios y de superficie rugosa y angular. El material deberá estar libre de cualquier sustancia que impida la adhesión del asfalto y deberá satisfacer los requisitos de calidad indicados en la Tabla 520.2.

Los requisitos de limpieza que se exigen en la Tabla 520.2 serán los del agregado fino finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones (incluido el llenante mineral), según las proporciones obtenidas en la fórmula de trabajo establecida en el diseño de la mezcla y antes de pasar por el secador de la planta asfáltica. Los demás requisitos de la Tabla se refieren al agregado fino como conjunto, es decir, a la mezcla de agregados finos en las proporciones requeridas para conformar la fórmula de trabajo.

**Tabla 520.2**  
**Requisitos del agregado fino para microaglomerados en caliente**

Ensayo	Norma de Ensayo	Requisito
<b>Petrografía</b>		
Análisis petrográfico	ASTM C-295	Reportar
<b>Arena Natural</b>		
Proporción máxima de arena natural, % máximo	-	15
<b>Durabilidad</b>		
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	18
<b>Limpieza</b>		
Límite Líquido, % máximo	INV E-125	No plástico
Índice de Plasticidad, % máximo	INV E-126	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo	EN 933-8	40
Valor de Azul de Metileno, máximo	EN-933-9	8
<b>Geometría de las Partículas</b>		
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)	AASHTO T-304	45

*RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

### 520.2.1.3 Llenante mineral

El llenante mineral es la porción de agregado que pasa el tamiz de 75  $\mu\text{m}$  (No.200), la cual podrá provenir de los procesos de trituración y clasificación de los agregados pétreos o del colector de polvo de la planta mezcladora, o podrá ser de aporte como producto comercial, generalmente cal hidratada o cemento Portland. La proporción de llenante mineral de aporte deberá ser, como mínimo, de cincuenta

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

por ciento (50 %) respecto de la masa llenante total, excluido el que inevitablemente quede adherido a los agregados.

El peso unitario aparente del llenante mineral, determinado por el ensayo de sedimentación en tolueno (norma de ensayo INV E-225), deberá encontrarse entre cinco y ocho décimas de gramo por centímetro cúbico (0.5 y 0.8 g/cm<sup>3</sup>).

#### **520.2.1.4 Agregados combinados**

##### **520.2.1.4.1 Granulometría**

La mezcla de los agregados grueso y fino y el llenante mineral deberá ajustarse, en cuanto a su granulometría, a las exigencias que se presentan en la Tabla 520.3. Las determinaciones se efectuarán de acuerdo con la norma de ensayo INV E-213.

**Tabla 520.3  
Granulometría de agregados combinados para microaglomerados en caliente**

<b>TAMIZ</b>		<b>PORCENTAJE QUE PASA</b>			
<b>Normal</b>	<b>Alterno</b>	<b>MM-10</b>	<b>MM-8</b>	<b>MF-10</b>	<b>MF-8</b>
12.5 mm	1/2"	100		100	
9.5 mm	3/8"	75-97	100	75-97	100
8.0 mm	5/16"	-	75-97	-	75-97
4.75 mm	No.4	15-28	15-28	25-40	25-40
2.00 mm	No.10	11-22	11-22	18-32	18-32
425 µm	No.40	8-16	8-16	10-20	10-20
75 µm	No.200	5-8	5-8	7-10	7-10

Independientemente del cumplimiento de la franja granulométrica, la fracción de agregado que pasa por el tamiz de 4.75 mm (No4) y es retenida por el tamiz de 2.00 mm (No 10), debe ser inferior a nueve por ciento (9%).

La franja por utilizar será la indicada en los documentos técnicos del proyecto.

##### **510.2.1.4.2 Relación llenante/ligante**

Salvo justificación en contrario, la relación ponderal recomendable entre los contenidos de llenante mineral y de ligante asfáltico para las mezclas del tipo MM deberá encontrarse entre 1.1 y 1.3. En el caso de las mezclas del tipo MF, dicha relación deberá encontrarse en el rango de 1.3 a 1.7.

En ningún caso, la concentración del llenante podrá superar el valor crítico, según la norma de ensayo INV E-745.

#### **520.2.2 Material bituminoso**

El material bituminoso para elaborar el microaglomerado en caliente será cemento asfáltico modificado con polímeros, que corresponda a los tipos II o III de la Tabla 202.1 de la Sección 202 de las presentes especificaciones. El tipo por utilizar, será el definido en los documentos técnicos del proyecto.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **520.2.3 Aditivos mejoradores de adherencia entre agregados y asfalto**

Cuando se requieran, deberán ser propuestos por el Constructor y su tipo y dosificación deberán asegurar el cumplimiento del requisito de resistencia conservada de la mezcla, que se indica en el numeral 520.4.2 de esta Sección. Asimismo, el Constructor deberá garantizar que su incorporación no producirá ningún efecto nocivo a los agregados, al ligante asfáltico o a la mezcla. Cualquier efecto adverso en el comportamiento del pavimento, que se derive del empleo del aditivo, será de responsabilidad exclusiva del Constructor, quien deberá efectuar todas las reparaciones que requiera la mezcla compactada, de acuerdo con las instrucciones del Interventor o del Instituto de Desarrollo Urbano.

## **520.3 EQUIPO**

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

### **520.3.1 Equipo para el procesamiento de los agregados**

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

### **520.3.2 Planta central de mezcla**

El microaglomerado en caliente se fabricará en plantas centrales de tipo continuo o discontinuo, capaces de manejar simultáneamente en frío el número de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada.

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

Las tolvas para agregados en frío deberán tener paredes resistentes, con bocas de anchura suficiente para que la alimentación se pueda realizar correctamente. La separación entre ellas debe garantizar que no se produzcan intercontaminaciones. Además, sus dispositivos de salida deben permitir ajustes exactos para mantenerlos en cualquier posición. El número mínimo de tolvas será función del número de fracciones de agregados por emplear.

En las centrales de mezcla donde la dosificación definitiva de los agregados pétreos se realice en frío, como es el caso de las de tipo tambor secador-mezclador, el sistema de dosificación de los agregados deberá ser ponderal y deberá tener en cuenta su humedad para corregir la dosificación en función de ella. En los demás tipos de plantas, se aceptarán sistemas de dosificación de tipo volumétrico o ponderal.

La central estará dotada de un tambor secador que permita el secado correcto de los agregados, así como su calentamiento a la temperatura adecuada para la fabricación de la mezcla. Su sistema de combustión, que deberá ser limpio y completo, debe impedir la emisión de residuos que contaminen los agregados o la atmósfera. La planta deberá poseer, además, un dispositivo que permita la toma de muestras de agregados pétreos secos, antes de su mezcla con el ligante asfáltico, para verificar su limpieza. El sistema de extracción de polvo, por vía seca o húmeda, deberá evitar su emisión a la

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

atmósfera o el vertido de lodos a cauces de agua o instalaciones sanitarias, de acuerdo con la legislación ambiental y sanitaria vigente.

Las plantas centrales donde la dosificación definitiva de los agregados pétreos no se realice en frío, estarán dotadas, asimismo, de un sistema de clasificación de los agregados en caliente, de capacidad adecuada a la producción del mezclador, en un número de fracciones no inferior a tres (3) y de tolvas de almacenamiento de las mismas, cuyas paredes serán resistentes y de altura suficiente para evitar intercontaminaciones. Dichas tolvas en caliente estarán dotadas de un rebosadero, para evitar que un exceso de contenido se vierta en las tolvas contiguas o afecte el funcionamiento del sistema de dosificación; de un dispositivo de alarma, claramente perceptible por el operador, que avise cuando el nivel de la tolva baje del que proporcione la cantidad calibrada y de un dispositivo para la toma de muestras de las fracciones almacenadas. La instalación deberá estar provista de indicadores de la temperatura de los agregados, situados a la salida del secador y en las tolvas en caliente.

El sistema de almacenamiento, calefacción y alimentación del asfalto deberá permitir su recirculación y su calentamiento a la temperatura de empleo, de manera que no se produzcan sobrecalentamientos localizados ni se sobrepasen las temperaturas máximas admisibles de calentamiento del producto. En el calentamiento del asfalto se emplearán, preferentemente, serpentines de aceite o vapor, evitándose en todo caso el contacto del ligante con elementos metálicos que se encuentren a temperatura muy superior a la de almacenamiento. Todas las tuberías, bombas, tanques, etc., deberán estar provistos de dispositivos calefactores o aislamientos. La descarga de retorno del ligante a los tanques de almacenamiento será siempre sumergida. Se dispondrán termómetros en lugares convenientes, para asegurar el control de la temperatura del ligante, especialmente en la boca de salida de éste al mezclador y en la entrada del tanque de almacenamiento. El sistema de circulación deberá estar provisto de dispositivos para tomar muestras y para comprobar la calibración del dispositivo de dosificación.

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

La instalación estará dotada de sistemas independientes de almacenamiento y alimentación del llenante de recuperación y adición, los cuales deberán estar protegidos contra la humedad y ser independientes de los correspondientes al resto de los agregados.

Las instalaciones provistas de dispositivos de dosificación por peso en caliente, deberán tener dosificadores ponderales independientes para los agregados, el llenante mineral de aporte y el ligante asfáltico. La exactitud del dosificador de agregados deberá ser superior al medio por ciento ( $\pm 0.5\%$ ). Los dispositivos de dosificación ponderal del llenante y ligante tendrán, como mínimo, una precisión de tres por mil ( $\pm 0.3\%$ ).

En las instalaciones de tipo continuo, las tolvas de agregados clasificados calientes deberán estar provistas de dispositivos de salida, que puedan ser ajustados exactamente y mantenidos en cualquier posición. Estos dispositivos deberán ser calibrados antes de iniciar la fabricación de cualquier tipo de mezcla, en condiciones reales de funcionamiento.

El ligante asfáltico se distribuirá uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no permitirán fugas ni goteos. El sistema dosificador del ligante deberá disponer de dispositivos para su calibración a la temperatura y presión de trabajo. En las plantas de mezcla continua, deberá estar sincronizado con la alimentación de los agregados pétreos y el llenante mineral, de manera de asegurar la dosificación correcta de la mezcla.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En las plantas continuas con tambor secador-mezclador se deberá garantizar la difusión homogénea del asfalto y que ésta se realice de manera que no exista ningún riesgo de contacto con la llama ni de someter al ligante a temperaturas inadecuadas.

En las instalaciones de tipo continuo, el mezclador será de ejes gemelos.

Si la planta posee silo de almacenamiento de la mezcla elaborada, su capacidad deberá garantizar el flujo normal de los vehículos de transporte, así como que en las cuarenta y ocho (48) horas siguientes a la fabricación, la mezcla acopiada no haya perdido ninguna de sus características, en especial la homogeneidad del conjunto y las propiedades del ligante.

### **520.3.3 Equipo de transporte**

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

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

En relación con las volquetas, el Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el DAMA, el MT y la STT.

### **520.3.4 Equipo para la extensión de la mezcla**

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

La pavimentadora estará equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sinfín, de tipo reversible, capacitado para colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Poseerá un equipo de dirección adecuado y tendrá velocidades para retroceder y avanzar. La pavimentadora tendrá dispositivos automáticos de nivelación y un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal. Será ajustable para lograr la sección transversal especificada del espesor de diseño u ordenada por el Interventor. Así mismo, estará dotada de un elemento calefactor para la ejecución de la junta longitudinal.

Dada la importancia que tiene el riego de liga en la construcción de este tipo de capa de rodadura, es altamente recomendable que la máquina pavimentadora esté provista de un sistema de riego incorporado a ella, de manera de garantizar una aplicación continua y uniforme del mismo.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **520.3.5 Equipo de compactación**

De preferencia, se deberán utilizar compactadores de rodillos metálicos autopropulsados y sin vibración. El equipo de compactación será aprobado por el Interventor, a la vista de los resultados obtenidos en la fase de experimentación. Todos los compactadores deberán estar dotados de inversores de marcha suaves, así como de dispositivos para la limpieza de los rodillos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los rodillos metálicos no deberán presentar surcos ni irregularidades. Las presiones de contacto de los diversos compactadores, serán las necesarias para conseguir la compacidad adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir roturas del agregado ni arrollamientos de la mezcla a la temperatura de compactación.

En zonas inaccesibles a los compactadores, se deberán utilizar elementos de características apropiadas para lograr en dichas zonas una compacidad y un terminado superficial semejantes al resto de la obra.

### **520.3.6 Equipo accesorio**

Estará constituido por los equipos requeridos para realizar todas las operaciones de cargue que necesite la ejecución de esta partida de trabajo, así como elementos para limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, siempre que las autoridades ambientales lo permitan. Además, se requieren herramientas menores para efectuar distribuciones y correcciones manuales localizadas durante la extensión de la mezcla.

## **520.4 EJECUCION DE LOS TRABAJOS**

### **520.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

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

### **520.4.2 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

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

Una vez el Interventor efectúe todas las comprobaciones que considere convenientes y dé su aprobación a los ingredientes, el Constructor definirá una "fórmula de trabajo" que deberá cumplir todas las exigencias establecidas en la presente Sección. En dicha fórmula se consignarán la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en que ellos deben mezclarse, junto con el llenante mineral, para obtener la gradación establecida para el microaglomerado por construir.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

También, deberán señalarse:

- Los tiempos requeridos para la mezcla de los agregados en seco y para la mezcla de los agregados con el ligante bituminoso.
- Las temperaturas, máxima y mínima, de calentamiento previo de los agregados y el ligante.
- Las temperaturas máximas y mínimas al salir del mezclador, las cuales dependerán del tipo de planta en la cual se elabore la mezcla.
- La temperatura mínima de la mezcla en la descarga de los elementos de transporte.
- Las temperaturas mínimas de la mezcla, aceptables al inicio y terminación de la compactación.

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

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

Los microaglomerados en caliente se diseñarán en función del tipo de granulometría del agregado, siguiendo los criterios que se describen a continuación. La temperatura de elaboración de la mezcla deberá corresponder, en principio, a una viscosidad del ligante comprendida entre ciento cincuenta y ciento noventa centistokes (150 cSt – 190 cSt), debiendo verificarse que no se produzca escurrimiento del ligante a dicha temperatura.

Los microaglomerados del tipo MM se diseñarán a partir del ensayo Cántabro descrito en la norma de ensayo INV E-760. Los vacíos con aire de la mezcla compactada se deberán calcular como se indica en la norma de ensayo INV E-736. Los criterios de dosificación de estas mezclas se señalan en la Tabla 520.4.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 520.4**  
**Criterios de dosificación de microaglomerados tipo MM con el ensayo Cántabro**

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo	VALOR
Número de golpes por cara		50
Pérdida por abrasión en seco	INV E-760	Máximo 15 %
Vacíos con aire en la mezcla compactada	INV E-736	Mínimo 12 %

Se deberá comprobar, además, la adhesividad entre el agregado y el ligante, caracterizando la mezcla en presencia de agua. Al efecto, la pérdida por abrasión en el ensayo Cántabro, según la norma de ensayo INV E-760, tras ser sometidas las probetas a un proceso de inmersión en agua durante veinticuatro horas (24 h) a sesenta grados Celsius (60° C), no podrá exceder de veinticinco por ciento (25 %). Si se supera este valor, se deberá mejorar la adhesividad mediante un aditivo mejorador de adherencia apropiado.

Los microaglomerados del tipo MF se prepararán y ensayarán de acuerdo con el método Marshall (INV E-748), aplicando 50 golpes por cara para la compactación de las probetas. Los criterios de dosificación son los que muestra la Tabla 520.5.

**Tabla 520.5**  
**Criterios de dosificación de microaglomerados tipo MF con el ensayo Marshall**

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo	VALOR
Estabilidad (kg)	INV E-748	750 mín.
Vacíos con aire (%)	INV E-748, E-736	4 mín.

La mezcla óptima de microaglomerado MF diseñada con el método Marshall deberá ser verificada con la medida de su resistencia a la deformación plástica, mediante la pista de ensayo de laboratorio, según la norma de ensayo INV E-756. Las probetas para ensayo deberán tener un espesor aproximadamente igual al cuádruple del tamaño máximo nominal del agregado pétreo. La velocidad de deformación en el intervalo de ciento cinco (105) a ciento veinte (120) minutos no podrá ser mayor de 15  $\mu\text{m}/\text{minuto}$ . Si este requisito no se cumple, se deberán efectuar los ajustes necesarios en el diseño de la mezcla.

Además de lo anterior, se deberá comprobar la adhesividad entre el agregado pétreo y el ligante asfáltico, caracterizando el microaglomerado del tipo MF con el contenido óptimo de ligante, mediante el ensayo AASHTO T-283, para verificar su sensibilidad al agua. La resistencia promedio a tracción indirecta de las probetas sometidas a curado húmedo deberá ser, cuando menos, ochenta por ciento (80 %) del valor promedio alcanzado por las probetas curadas en condición seca. Si no se alcanza este valor, se deberá incrementar la adhesividad empleando un aditivo mejorador de adherencia apropiado.

La composición del microaglomerado en caliente se ajustará a lo establecido en la Tabla 520.6.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 520.6**  
**Tipo, composición y dosificación del microaglomerado en caliente**

CARACTERÍSTICA	TIPO DE MEZCLA			
	MM 10	MM 8	MF 10	MF 8
Cantidad media de mezcla (kg/m <sup>2</sup> )	55-70	35-50	65-80	40-55
Ligante residual en el microaglomerado (% en peso sobre agregados secos).	5.0 mín.		5.5 mín.	
Ligante residual en el riego de liga (kg/m <sup>2</sup> )	Pavimento nuevo	0.3 mín.	0.25 mín.	
	Pavimento antiguo	0.4 mín.	0.35 mín.	

La mezcla discontinua en caliente no se podrá fabricar a escala industrial, mientras el Interventor no haya aprobado la fórmula de trabajo y realizado las verificaciones correspondientes en la fase de experimentación, en particular respecto de la cantidad media de microaglomerado por aplicar para obtener el espesor compacto establecido en los documentos técnicos del proyecto. Igualmente, si durante la ejecución de las obras varía la procedencia de alguno de los componentes de la mezcla o se rebasan de manera continua las tolerancias granulométricas establecidas en esta Sección, se requerirá el estudio de una nueva fórmula de trabajo.

#### **520.4.3 Preparación de la superficie existente**

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

No se permitirá la colocación del microaglomerado en caliente mientras el Interventor no certifique que la capa sobre la cual se va a colocar es estructuralmente sana y presenta una regularidad superficial aceptable. Las áreas de la superficie existente donde se formen charcos en instantes de lluvia, requieren una capa de mezcla densa de nivelación antes de que se permita la extensión del microaglomerado.

Debido al pequeño espesor en que son puestas en obra los microaglomerados en caliente, ellos resultan propensos a despegues por los esfuerzos tangenciales del tránsito. Por tal razón, la extensión de la mezcla exige la aplicación cuidadosa de un riego previo de liga, el cual se realizará conforme lo establece la Sección 502 de las presentes especificaciones, empleando una emulsión asfáltica modificada con polímeros del tipo CRR-2m, de las características establecidas en la Tabla 212.1 de la Sección 212 y con la dosificación indicada en el aparte 520.4.2 de la presente Sección.

Para garantizar la efectividad del riego de liga, es muy recomendable que la máquina pavimentadora esté provista de un sistema de riego incorporado a ella. Si no se dispone de dicho equipo, el riego se podrá aplicar con un carrotanque, cuidando que no se degrade antes de la extensión de la mezcla. En caso de que el riego pierda efectividad, el Constructor deberá efectuar un riego adicional, en la cuantía que fije el Interventor. Si la pérdida de efectividad del primer riego es imputable al Constructor, el nuevo riego deberá realizarlo a su costa.

Si la superficie sobre la cual se va a colocar el microaglomerado corresponde a un pavimento asfáltico antiguo que requiere un fresado previo, éste se deberá realizar conforme se establece en la Sección 540 de estas especificaciones.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **520.4.4 Fase de experimentación**

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

#### **520.4.5 Aprovechamiento de los agregados**

Los agregados se suministrarán en fracciones granulométricas claramente diferenciadas que se acopiarán y manejarán por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. El número de fracciones deberá ser tal que sea posible, con la instalación que se utilice, cumplir las tolerancias exigidas en la granulometría de la mezcla. Cada fracción será suficientemente homogénea y deberá poderse acopiar y manejar sin peligro de segregación, observando las precauciones que se detallan a continuación. En el caso de plantas del tipo tambor secador-mezclador, no se permitirá, por ningún motivo, realizar una predosificación de las fracciones de agregados, antes de su vertimiento a las tolvas de agregados en frío.

Cada fracción del agregado se acopiará separada de las demás, para evitar intercontaminaciones. Si los acopios se disponen sobre el terreno natural, no se utilizarán los quince centímetros (15 cm) inferiores de los mismos. Los acopios se construirán por capas de espesor no superior a un metro y medio (1.5 m), y no por montones cónicos. Las cargas del material se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

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

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

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

Con el fin de garantizar la homogeneidad de los trabajos, en obras donde el volumen total de agregados por consumir para elaborar el microaglomerado sea inferior a dos mil metros cúbicos (2.000 m<sup>3</sup>), la totalidad de los agregados deberá haberse acopiado antes de comenzar la fabricación de la mezcla.

#### **520.4.6 Fabricación de la mezcla**

Los agregados se calentarán antes de su mezcla con el asfalto. El secador se regulará de forma que la combustión sea completa, indicada por la ausencia de humo negro en el escape de la chimenea. Si el polvo recogido en los colectores cumple las condiciones exigidas al llenante y su utilización está prevista, se podrá introducir en la mezcla; en caso contrario, deberá eliminarse. El tiro de aire en el secador se deberá regular de forma adecuada, para que la cantidad y la granulometría del llenante recuperado sean uniformes. La dosificación del llenante de recuperación y/o el de aporte se hará de manera independiente de los agregados y entre sí.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En las plantas que no sean del tipo tambor secador-mezclador, deberá comprobarse que la unidad clasificadora en caliente proporcione a las tolvas en caliente agregados homogéneos; en caso contrario, se tomarán las medidas necesarias para corregir la heterogeneidad. Las tolvas en caliente de las plantas continuas deberán mantenerse por encima de su nivel mínimo de calibración, sin rebosar.

Los agregados preparados como se ha indicado anteriormente, y eventualmente el llenante mineral seco, se pesarán o medirán exactamente y se transportarán al mezclador en las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo. El volumen de material dentro del mezclador deberá limitarse hasta unos dos tercios de la altura que alcancen las paletas, de manera que para los tiempos de mezclado establecidos al definir la fórmula de trabajo, se logra una envoltura uniforme y completa.

Si la instalación de fabricación de la mezcla es de tipo continuo, se introducirá en el mezclador al mismo tiempo, la cantidad de asfalto requerida, a la temperatura apropiada, manteniendo la compuerta de salida a la altura que proporcione el tiempo teórico de mezcla especificado. La tolva de descarga se abrirá intermitentemente para evitar segregaciones en la caída de la mezcla a la volqueta.

Si la instalación es de tipo discontinuo, después de haber introducido en el mezclador los agregados y el llenante, se agregará automáticamente el material bituminoso calculado para cada bachada, el cual deberá encontrarse a la temperatura adecuada, y se continuará la operación de mezcla durante el tiempo especificado.

En ningún caso se introducirá en el mezclador el agregado caliente a una temperatura superior en más de quince grados Celsius ( $15^{\circ}\text{C}$ ) a la temperatura del asfalto. La temperatura de elaboración de la mezcla se fijará dentro del rango recomendado por el fabricante del cemento asfáltico modificado con polímeros.

La temperatura máxima de la mezcla al salir del mezclador no será mayor de ciento ochenta grados Celsius ( $180^{\circ}\text{C}$ ), excepto si la planta utilizada es del tipo tambor secador-mezclador, en la que no excederá de ciento sesenta y cinco grados Celsius ( $165^{\circ}\text{C}$ ). Para las mezclas del tipo MM, estos límites deberán ser reducidos en diez grados Celsius ( $10^{\circ}\text{C}$ ) para prevenir escurrimientos de ligante asfáltico.

A la descarga del mezclador o del silo, todos los tamaños del agregado deberán estar uniformemente distribuidos en la mezcla y sus partículas total y homogéneamente cubiertas de ligante. La temperatura de la mezcla al salir del mezclador o del silo no excederá de la fijada durante la definición de la fórmula de trabajo.

El Interventor rechazará todas las mezclas heterogéneas, carbonizadas o sobrecalentadas, las mezclas con espuma, o las que presenten indicios de humedad. En este último caso, se retirarán los agregados de las correspondientes tolvas en caliente. También, se rechazarán aquellas mezclas en las que la envuelta no sea perfecta.

#### **520.4.7 Transporte de la mezcla**

La mezcla se transportará de la planta central a la obra en volquetas, hasta una hora de día en que las operaciones de extensión y compactación se puedan realizar correctamente con luz solar. Sólo se permitirá el trabajo en horas de la noche si el Interventor considera que existe una iluminación artificial que permita la extensión y compactación de una manera tan apropiada como en horas de luz solar.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Durante el transporte de la mezcla, se deberán tomar las precauciones necesarias para que al descargarla sobre la máquina pavimentadora, su temperatura no sea inferior a la mínima que se determine como aceptable durante la fase de experimentación o a la que, en su ausencia, determine el Interventor. Dicha temperatura no podrá ser inferior, en ningún caso, a ciento treinta y cinco grados Celsius (135° C).

#### **520.4.8 Extensión de la mezcla**

La mezcla se extenderá con máquinas pavimentadoras, de modo que se cumplan los alineamientos, anchos y espesores señalados en los planos o determinados por el Interventor.

A menos que el Interventor ordene otra cosa, la extensión se realizará en franjas longitudinales y comenzará a partir del borde de la calzada en las zonas por pavimentar con sección bombeada, o en el lado inferior en las secciones peraltadas. Siempre que resulte posible, se evitarán las juntas longitudinales realizando la extensión de la mezcla en ancho completo, trabajando si es necesario con dos (2) o más pavimentadoras ligeramente desfasadas. Si por razones prácticas de la obra ello no resulta posible, después de haber extendido y compactado una franja, se extenderá la siguiente mientras el borde de la anterior aún se encuentre caliente y en condiciones de ser compactado; en caso contrario, se ejecutará una junta longitudinal.

La pavimentadora se regulará de manera que la superficie de la capa extendida resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, luego de compactada, se ajuste a la rasante y sección transversal indicadas en los planos, con las tolerancias establecidas en la presente especificación. Por ningún motivo se permitirá el empleo de máquinas pavimentadoras que dejen marcas o depresiones en la superficie u otros defectos permanentes en ella.

La colocación de la mezcla se realizará con la mayor continuidad posible, verificando que la pavimentadora deje la superficie a las cotas previstas, con el objeto de no tener que corregir la capa extendida. En caso de trabajo intermitente, se comprobará que la temperatura de la mezcla que quede sin extender en la tolva o bajo la pavimentadora no baje de la especificada; de lo contrario, deberá ejecutarse una junta transversal.

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

No se permitirá la extensión y compactación del microaglomerado en momentos de lluvia, ni cuando haya fundado temor de que ella ocurra o cuando la temperatura ambiente a la sombra y la del pavimento sean inferiores a ocho grados Celsius (8° C).

#### **520.4.9 Compactación de la mezcla**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La compactación se realizará según el plan aprobado por el Interventor como resultado de la fase de experimentación. Deberá comenzar, una vez extendida la mezcla, a la temperatura más alta posible con que ella pueda soportar la carga a que se somete, sin que se produzcan desplazamientos indebidos, y se continuará mientras la mezcla esté en condiciones de ser compactada. El número de pasadas del rodillo liso sin vibración nunca será menor de seis (6).

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

Los rodillos deberán llevar su rueda motriz del lado cercano a la pavimentadora, excepto en los casos que autorice el Interventor, y sus cambios de dirección se harán con suavidad sobre la mezcla ya compactada. Los elementos de compactación deberán estar siempre limpios y, si fuera preciso, húmedos. No se permitirán, sin embargo, excesos de agua.

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

#### **520.4.10 Juntas de trabajo**

Si la construcción de juntas longitudinales es inevitable y al extender franjas contiguas la extendida en primer lugar tiene una temperatura inferior a la mínima aceptable para terminar el trabajo de pavimentación, según se haya determinado en la fase de experimentación, el borde de ésta se deberá cortar dejando al descubierto una superficie plana y vertical en todo su espesor, procediendo a continuación a calentar la junta y extender la siguiente franja contra ella.

Las juntas transversales se compactarán transversalmente, disponiendo los apoyos adecuados para los elementos de compactación. Las juntas transversales de franjas de extensión adyacentes deberán distanciarse, cuando menos, en cinco metros (5 m).

#### **520.4.11 Apertura al tránsito**

Alcanzado el nivel de densidad exigido, el tramo pavimentado podrá abrirse al tránsito tan pronto la capa alcance la temperatura ambiente.

#### **520.4.12 Reparaciones**

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

### **520.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 520.5.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 520.2 de esta Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado de la fase de experimentación, en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación y compactación del microaglomerado.
- Comprobar frecuentemente el espesor extendido, empleando un punzón graduado.
- Comprobar la composición y forma de actuación del equipo de compactación
- Ejecutar todos los ensayos requeridos para el control de la mezcla suelta y compactada, pruebas de extracción de asfalto y granulometría; así como controlar las temperaturas de elaboración, descargue en la pavimentadora, extendido y compactación del microaglomerado.
- Efectuar los ensayos requeridos para el control de la mezcla.
- Ejecutar las pruebas requeridas para verificar la eficiencia de los productos mejoradores de adherencia, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para determinar espesores construidos, levantar perfiles, medir la textura superficial y la resistencia al deslizamiento y comprobar la uniformidad de la superficie.

La toma de muestras para la ejecución de los diferentes ensayos de control, se adelantará de acuerdo con las siguientes normas de ensayo INV: E-201 para agregados pétreos y llenantes minerales, E-701 para materiales bituminosos y E-731 para el microaglomerado.

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

### 520.5.2 Controles de producción de agregados

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios y se ordenará 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 deberán acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad. Se vigilará, además, la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores y se efectuarán las verificaciones de calidad que indica la Tabla 520.7, para los agregados:

#### Tabla No 520.7

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### Verificaciones sobre los agregados para microaglomerados en caliente

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia	
<b>Composición</b>			
Granulometría	INVE-213	1 por jornada	
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval,	- Agregado Grueso (FT)	ASTM D-6928	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos de magnesio	INV E-220	1 por mes	
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido	INV E-125	1 por jornada	
Índice de Plasticidad	INV E-126	1 por jornada	
Equivalente de Arena	INV E-133	1 por semana	
Valor de Azul de Metileno	EN-933-9	1 por semana	
Terrones de arcilla y partículas deleznales	INV E-211	1 por semana	
Contenido de Impurezas	INV E-237	1 por semana	
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente	INVE-227	1 por jornada	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
Angularidad del Agregado Fino	AASHTO T-304	1 por jornada	
<b>Pesos Específicos</b>			
Pesos Específico y Absorción	INVE-222 y 223	1 por mes	
<b>Resistencia al Pulimento</b>			
Coeficiente de Pulimento Acelerado	INV E-232	Cuando cambie la procedencia de los agregados	

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de enero de 2007*

Siempre que exista alimentación independiente del llenante mineral, se deberán efectuar sobre muestras de él, las siguientes verificaciones:

- Densidad aparente (INV E-225), al menos una (1) vez a la semana y siempre que cambie la procedencia.
- Granulometría, ASTM D 422 (INV E-123), y peso específico por el método de ensayo AASHTO T 100 (INV E-128), una (1) prueba por suministro.

En ningún caso se permitirá el empleo de agregados que no satisfagan los requisitos pertinentes del numeral 520.2 de la presente Sección. En la eventualidad de que alguna prueba dé lugar a un resultado insatisfactorio, se tomarán dos muestras adicionales del material y se repetirá la prueba. Los resultados de ambos ensayos deberán ser satisfactorios o, de lo contrario, el Interventor impedirá el uso del volumen de material al cual representen dichos ensayos.

#### **520.5.3 Control de recibo de los carrotanques con el ligante asfáltico**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Al respecto, se deberá aplicar lo indicado en los numerales 202.5.2, 202.5.3 y 202.5.4 de la Sección 202.

#### **510.5.4 Control de la composición de la mezcla**

A la salida del mezclador o del silo de almacenamiento, sobre cada vehículo de transporte, el Interventor controlará el aspecto de la mezcla y medirá su temperatura. Rechazará todas las mezclas segregadas, carbonizadas o sobrecalentadas, así como las que tengan espuma, aquellas cuya envuelta no sea homogénea y las que presenten indicios de humedad. En este último caso y cuando la planta no sea del tipo tambor mezclador, se deberán retirar los agregados de las correspondientes tolvas en caliente.

Cuantitativamente, se realizarán los siguientes controles:

##### **520.5.4.1 Contenido de asfalto**

Sobre tres (3) muestras del microaglomerado elaborado correspondiente a un lote, se determinará el contenido de asfalto (INV E-732) y la granulometría de los agregados (INV E-782).

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

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

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

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

Un porcentaje de asfalto promedio fuera de tolerancia, así como un número mayor de muestras individuales por fuera de los límites citados implica el rechazo del lote.

De todas maneras, el contenido promedio de ligante nunca podrá ser inferior al mínimo indicado en la Tabla 520.6 de esta Sección.

Se considerará como lote, para efectos del control, el volumen de material que resulte de aplicar los criterios del numeral 520.5.6.

##### **520.5.4.2 Granulometría de los agregados**

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican en la Tabla 520.8, pero sin permitir que la curva se salga de la franja correspondiente de la Tabla 520.3.

**Tabla 520.8**  
**Tolerancias en la composición granulométrica**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Porcentaje que pasa los Tamices	Tolerancia en Puntos de % sobre el peso seco de los Agregados
8 mm (5/16") y mayores	± 4
4.75 mm (No 4) 2mm (No.10) 425 µm (No.40)	± 3
0.075 µm (No.200)	± 1

En el caso de que los valores obtenidos excedan las tolerancias, pero no salgan de la franja, el Constructor deberá preparar en el laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa y el porcentaje medio de asfalto de la mezcla elaborada con este agregado. Ella se someterá a todas las pruebas de valoración descritas en el numeral 520.4.2 de esta Sección, sin excepción. Si todos los requisitos allí indicados se cumplen, se aceptará el lote. En caso contrario, se rechazará.

#### **520.5.5 Control de calidad de la mezcla**

##### **520.5.5.1 Resistencia de los microaglomerados tipo MM**

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (dos por muestra), para el ensayo Cántabro (INV E-760).

Con dos de las probetas (una de cada muestra) se medirá la pérdida por abrasión en seco y con las otras dos se determinará la pérdida por abrasión luego de un período de inmersión en agua a sesenta grados Celsius (60° C) durante veinticuatro horas (24 h).

Los valores promedio de pérdida de ambos grupos deberán satisfacer los criterios descritos en el numeral 520.4.2. Ninguna de las probetas podrá presentar una pérdida mayor en veinte por ciento (20 %) de la máxima admisible para cada grupo.

Si uno o ambos requisitos se incumplen, se rechazará el lote representado por estas muestras.

##### **520.5.5.2 Resistencia de los microaglomerados tipo MF**

Con un mínimo de dos (2) muestras por lote de la mezcla elaborada, se compactarán probetas con cincuenta (50) golpes/cara (dos por muestra), para verificar en el laboratorio su resistencia en el ensayo Marshall (INV E-748). La compactación se realizará a la temperatura apropiada según el asfalto empleado en la mezcla y se verificará que el volumen de aire promedio de estas probetas de referencia no varíe en más de tres por mil (0.3 %) respecto del definido al establecer la fórmula de trabajo. Si este requisito no se cumple, se elaborarán nuevas probetas para las verificaciones a que hace referencia este numeral.

El promedio de las estabilidades de las cuatro (4) probetas (Em) no podrá ser menor que el valor obtenido al establecer la fórmula de trabajo (Et).

$$Em \geq Et$$

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Además, la estabilidad de cada probeta ( $E_i$ ) deberá ser igual o superior a ochenta por ciento (90%) del valor medio de estabilidad ( $E_m$ ), admitiéndose solo un valor individual bajo de ese límite, siempre y cuando no se encuentre por debajo del valor mínimo admisible establecido en la Tabla 520.5 de esta Sección.

$$E_i \geq 0.9 E_m$$

Adicionalmente, con un mínimo de dos (2) muestras por semana de la mezcla elaborada, se moldearán probetas (seis por muestra), para verificar en el laboratorio la resistencia de la mezcla ante la acción del agua mediante el ensayo de tracción indirecta (AASHTO T 283). Tres de las probetas se curarán en seco y tres bajo condición húmeda y se determinará la resistencia promedio de cada grupo. La pérdida de resistencia por efecto de la inmersión, no podrá exceder de veinte por ciento (20 %).

El incumplimiento de al menos una de estas exigencias, implica el rechazo del lote representado por las muestras.

#### **520.5.5.3 Vacíos con aire de los microaglomerados tipo MM**

Sobre las probetas que se utilizarán para la determinación de las pérdidas por abrasión, se determinarán previamente los vacíos con aire de la mezcla compactada. El valor promedio de los vacíos con aire de las cuatro probetas no podrá diferir en más de dos puntos porcentuales ( $\pm 2\%$ ) del definido al establecer la fórmula de trabajo y, simultáneamente, deberá ser mayor o igual que el límite que se establece en la Tabla 520.4, sin que ningún valor individual pueda ser inferior a diez por ciento (10 %).

El incumplimiento de alguna de estas exigencias implica el rechazo del lote representado por las muestras.

#### **520.5.5.4 Vacíos con aire de los microaglomerados tipo MF**

Sobre las probetas utilizadas para la determinación de la resistencia, se determinarán los vacíos con aire de la mezcla compactada. El valor promedio de los vacíos con aire de las cuatro probetas deberá ser mayor o igual que el límite que se establece en la Tabla 520.5, sin que ningún valor individual pueda ser menor de tres y medio por ciento (3 ½ %).

El incumplimiento de alguna de estas exigencias implica el rechazo del lote representado por las muestras.

#### **520.5.6 Control de calidad del producto terminado**

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

- Quinientos metros lineales (500m) de microaglomerado en caliente colocado
- Tres mil quinientos metros cuadrados (3500 m<sup>2</sup>) de microaglomerado en caliente colocado
- La obra ejecutada en una jornada de trabajo

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Interventor. La cota de cualquier punto de la mezcla discontinua en caliente, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además de lo anterior, se deberán efectuar las siguientes verificaciones:

#### **520.5.6.1 Densidad de los microaglomerados tipo MM**

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos cinco (5) por lote. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

En el caso de los microaglomerados del tipo MM, el porcentaje promedio de vacíos con aire en la mezcla no podrá variar en más de tres ( $\pm 3$ ) puntos porcentuales del obtenido en la fórmula de trabajo. Simultáneamente, no más de tres (3) individuos de la muestra ensayada podrán presentar valores que difieran en más de cuatro (4) puntos porcentuales del obtenido en la fórmula.

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del lote por parte del Interventor. En caso de rechazo, la capa de microaglomerado en caliente correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

#### **520.5.6.2 Densidad de los microaglomerados tipo MF**

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán en una proporción de cuando menos cinco (5) por lote. Los sitios para las mediciones se elegirán al azar, pero de manera que se realice al menos una prueba por hectómetro.

En el caso de los microaglomerados del tipo MF, la densidad promedio de la capa compactada ( $D_m$ ) deberá ser cuando menos igual al noventa y ocho por ciento (98 %) de la densidad de referencia Marshall ( $D_e$ ), obtenida en las probetas de control citadas en el numeral 520.5.5.2:

$$D_m \geq 0.98 D_e$$

Además, la densidad de cada testigo individual ( $D_i$ ) deberá ser mayor o igual al noventa y siete por ciento (97%) de la densidad promedio de los testigos del tramo ( $D_m$ ), admitiéndose un (1) solo valor inferior a dicho límite por lote.

$$D_i \geq 0.97 D_m$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del lote por parte del Interventor. En caso de rechazo, la capa de microaglomerado en caliente correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

La toma de muestras testigo de las mezclas compactadas tipo MF, se hará de acuerdo con norma INV E-758 y las densidades se determinarán por alguno de los métodos indicados en las normas INV E-733, E-734.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 520.5.6.3 Espesor

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

$$em \geq ed$$

Además, el espesor obtenido en cada determinación individual (ei), deberá ser, cuando menos, igual al noventa por ciento (90%) del espesor de diseño, admitiéndose sólo un valor por debajo de dicho límite:

$$ei \geq 0.9 ed$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implica el rechazo del lote por parte del Interventor. En caso de rechazo, la capa de microaglomerado en caliente correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta a satisfacción del Interventor, todo ello a cargo y costa del Constructor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

### 520.5.6.4 Lisura

La superficie acabada no podrá presentar zonas de acumulación de agua (encharcamientos), ni irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), colocada tanto paralela como perpendicularmente al eje de la vía, en los sitios que escoja al azar el Interventor, los cuales no podrán coincidir con cambios de pendiente. Las zonas que presenten deficiencias de este tipo deberán ser fresadas y repuestas por el Constructor, a su costa, y a plena satisfacción del Interventor. El material fresado será de propiedad del Constructor.

### 520.5.6.5 Textura y resistencia al deslizamiento

Por cada lote se deberán efectuar, como mínimo, tres (3) pruebas de resistencia al deslizamiento (INV E-792) y tres (3) de profundidad de textura con el círculo de arena (INV E-791). Las primeras se realizarán una vez transcurridos al menos treinta (30) días de la puesta en servicio de la capa, en tanto que las segundas se adelantarán antes de ponerla en servicio.

Los valores promedio de estos parámetros no podrán ser menores que los mínimos admisibles que se muestran en la Tabla 520.9. Ningún valor individual del coeficiente de resistencia al deslizamiento podrá ser inferior al valor indicado en la Tabla en más de diez centésimas (0.10) y ninguno de la profundidad de textura podrá ser inferior en más de veinte por ciento (20%) al promedio mínimo exigido. El incumplimiento de al menos uno de estos requisitos implicará el rechazo del lote representado por los ensayos. En tal caso, la capa de microaglomerado en caliente correspondiente al lote controlado deberá ser levantada mediante fresado y repuesta en un espesor al menos igual, a satisfacción del Interventor, todo a cargo y costa del Constructor, quedando el material fresado de propiedad de éste. Alternativamente y a opción del Constructor, y si no existen problemas de gálibo o de sobrecargas estructurales, éste podrá colocar una capa adicional, a su costa, del mismo espesor, cumpliendo todos los requisitos de calidad de esta Sección. El riego de liga que se deba colocar para adherir las capas será también de cuenta del Constructor, quien deberá ejecutarlo en acuerdo con los requisitos de la Sección 502 de estas especificaciones.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 520.9**  
**Resistencia al deslizamiento y profundidad de textura mínimas admisibles para los microaglomerados en caliente**

CARACTERÍSTICA	Norma de Ensayo	TIPO DE MEZCLA	
		MM	MF
Resistencia al deslizamiento	INV E-792	0.55	0.60
Profundidad de textura (mm)	INV E-791	1.5	1.1

Se podrán emplear equipos para la verificación de la resistencia al deslizamiento diferentes al descrito en la norma de ensayo INV E-792. En tal evento, se considerarán admisibles valores medidos que correspondan a coeficientes de resistencia al deslizamiento mayores que los mínimos indicados en la Tabla 520.9, de acuerdo con ecuaciones de correlación aceptadas internacionalmente

#### **520.5.6.6 Rugosidad**

Debido a su escaso espesor, los microaglomerados en caliente no pueden corregir defectos asociados con la falta de regularidad del perfil longitudinal de la calzada existente. Por tal razón, no se permitirá en general la colocación de la mezcla en obra, hasta tanto no se garantice que la superficie de la capa sobre la cual se va a construir cumpla los requisitos que se exigen sobre IRI en el numeral 510.6.6.5 de la Sección 510 de estas especificaciones.

Todas las áreas de microaglomerado en caliente colocado y compactado, donde los defectos de calidad y terminación excedan las tolerancias de la presente especificación, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a plena satisfacción de éste y del Instituto de Desarrollo Urbano.

#### **520.6 MEDIDA**

La unidad de medida será el metro cúbico ( $m^3$ ), aproximado al décimo de metro cúbico ( $0.1 m^3$ ), de microaglomerado en caliente, suministrado y compactado en obra a satisfacción del Interventor, de acuerdo con lo exigido en esta Sección.

El volumen se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho y espesor construidos con aprobación del Interventor. No se medirá ningún volumen por fuera de estos límites.

#### **520.7 FORMA DE PAGO**

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cúbico ( $m^3$ ), para toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la adquisición, obtención de todos los permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de licencias ambientales para la explotación de los agregados y la elaboración de las mezclas; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, eventual lavado, suministro de los materiales pétreos y llenante mineral, desperdicios, elaboración de los microaglomerados en caliente, cargues, transportes y descargues de agregados y mezclas; así como la colocación y compactación de las mezclas elaboradas.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación, así como los costos de la definición de la fórmula de trabajo, los de todos los ensayos de caracterización, diseño y control, los de la fase de experimentación, así como los correspondientes a administración, imprevistos y utilidades del Constructor.

Con excepción del barrido y soplado de la superficie, se considera que la preparación de la superficie existente se encuentra incluida dentro del ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto, a no ser que dicho ítem no forme parte del mismo contrato.

El precio unitario también incluye el suministro, almacenamiento y desperdicios del producto asfáltico utilizado para la elaboración del microaglomerado. En caso de requerirse aditivos mejoradores de adherencia o modificadores diferentes de los polímeros definidos en el numeral 202.2.1, su costo deberá estar incluido también dentro del precio unitario del microaglomerado.

El precio unitario deberá incluir, así mismo, todo costo adicional relacionado con la correcta construcción del microaglomerado, en acuerdo pleno con la presente Sección.

## 520.8 ITEM DE PAGO

520.1 Mezcla discontinua en caliente MM 10	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
520.2 Mezcla discontinua en caliente MM 8	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
520.3 Mezcla discontinua en caliente MF 10	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
520.4 Mezcla discontinua en caliente MF 8	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 530-05

### LECHADAS ASFÁLTICAS

#### 530.1 DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la elaboración y colocación de una mezcla de agregados pétreos, agua, emulsión asfáltica de rotura lenta, convencional o modificada con polímeros, llenante mineral y, eventualmente, aditivos, la cual se emplea como rodadura sobre un pavimento existente, de acuerdo con esta Sección y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos o determinados por el Interventor.

#### 530.2 MATERIALES

##### 530.2.1 Agregados pétreos y llenante mineral

Los agregados pétreos y el llenante mineral para la construcción de la lechada asfáltica deberán cumplir los requisitos de calidad exigidos para ellos en la Tabla 530.1, y en general, en el presente numeral.

Los agregados pétreos no serán susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química apreciable bajo las condiciones más desfavorables que presumiblemente puedan darse en la zona de empleo. Tampoco podrán dar origen, con el agua, a disoluciones que puedan causar daños a estructuras o a otras capas del pavimento, o contaminar corrientes de agua.

El Constructor, como responsable de los materiales que suministre para la ejecución de los trabajos, deberá realizar todos los ensayos necesarios para establecer la calidad e inalterabilidad de los agregados por utilizar, independiente y complementariamente de los que taxativamente se exigen en estas especificaciones.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla 530.1**  
**Requisitos del agregado para lechadas asfálticas**

Ensayo		Norma de Ensayo	Categoría de Tránsito
			Todas
<b>Petrografía</b>			
Análisis petrográfico		ASTM C-259	Reportar
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Ángeles (Gradación C)	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218	25
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo		5 (RO)
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo		40
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		2
Micro Deval, % máximo (FT) - Agregado Grueso		ASTM D-6928	20
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18
<b>Limpieza</b>			
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo		INV E-133	40
Valor de Azul de Metileno, máximo		EN-933-9	8
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara	INVE-227	90
	- 2 caras		75
Índice de Aplanamiento, % máximo		INV E-230	25
Índice de Alargamiento, % máximo		INV E-230	25
Angularidad del Agregado Fino, % mínimo (RO)		AASHTO T-304	45
<b>Adherencia</b>			
Riedel Webber, mínimo		INV E-774	4

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

La mezcla de agregados y llenante deberá ajustarse a alguna de las gradaciones que se indican en la Tabla 530.2. La gradación por utilizar estará indicada en los estudios técnicos del proyecto y dependerá del estado de la superficie y de la función que vaya a cumplir la lechada.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El equivalente de arena que se exige en la Tabla 530.1 será el del agregado finalmente obtenido mediante la combinación de las distintas fracciones, según las proporciones determinadas en la fórmula de trabajo y antes de la incorporación del llenante mineral de aporte.

**Tabla 530-2  
Gradaciones para Lechadas Asfálticas**

TAMIZ		PORCENTAJE QUE PASA			
Normal	Alterno	LA-1	LA-2	LA-3	LA-4
12.5 mm	1/2"	100	-	-	-
9.5 mm	3/8"	85-100	100	100	-
4.75 mm	No.4	60-85	70-90	85-100	100
2.36 mm	No.8	40-60	45-70	65-90	95-100
1.18 mm	No.16	28-45	28-50	45-70	65-90
600 µm	No.30	19-34	19-34	30-50	40-60
300 µm	No.50	12-25	12-25	18-30	24-42
180 µm	No.80	7-18	7-18	10-20	15-30
75 µm	No.200	4-8	5-11	5-15	10-20

Si la fórmula de trabajo exige la mezcla de dos (2) o más agregados gruesos para obtener la granulometría de diseño, los requisitos indicados en la Tabla 530.1 deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos.

El agregado fino deberá proceder en su totalidad de la trituración de piedra de cantera o de grava natural, o parcialmente de fuentes naturales de arena. La proporción de arena natural no podrá exceder del veinticinco por ciento (25 %) de la masa total del agregado combinado.

El llenante mineral incluido en los agregados grueso y fino podrá complementarse o suplirse con un producto comercial o especialmente preparado, cuya misión sea controlar el proceso de rotura de la emulsión o activar la consecución de la cohesión de la lechada asfáltica.

### 530.2.2 Material bituminoso

El material bituminoso para elaborar las lechadas asfálticas será una emulsión catiónica convencional, de rotura lenta y superestable del tipo CRL1-h, que cumpla los requisitos indicados en el aparte 210.2.2. de la Sección 210 de las presentes especificaciones, o una emulsión modificada con polímeros, catiónica de rotura lenta y superestable del tipo CRL1-hm, que cumpla los requisitos indicados en el aparte 212.5.1 de la Sección 212 de las presentes especificaciones.

Los documentos técnicos del proyecto indicarán el tipo de emulsión por emplear.

### 530.2.3 Agua

El agua para la preenvuelta deberá ser blanda, potable y exenta de materia orgánica. Su calidad deberá ser tal, que no afecte el proceso normal de elaboración, rotura y curado de la lechada. Su pH, medido de acuerdo con la norma ASTM D-1293, deberá estar entre cinco y medio y ocho (5.5 - 8.0) y el contenido

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

de sulfatos, expresado como  $SO_4^{=}$  y determinado según norma de ensayo ASTM D-516 no podrá ser mayor de un gramo por litro (1 g/l).

#### **530.2.4 Aditivos para control de rotura**

Cuando las características del proyecto exijan un control especial de los tiempos de rotura y apertura al tránsito, se emplearán aditivos cuyas características se definirán en las especificaciones particulares de construcción. Su dosificación y modo de dispersión deberán contar con el visto bueno del Interventor.

#### **530.2.5 Aditivos para modificar la reología**

En caso de incorporar productos modificadores de la reología de una lechada asfáltica elaborada con emulsión asfáltica convencional, fibras por ejemplo, los estudios técnicos del proyecto determinarán su dosificación, así como la del ligante utilizado, de manera que el comportamiento de la lechada sea semejante al que se obtendría al emplear una emulsión modificada con polímeros.

### **530.3 EQUIPO**

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

#### **530.3.1 Equipo para el procesamiento de los agregados**

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

#### **530.3.2 Equipo de transporte de agregados**

Los agregados pétreos se transportarán en volquetas de platón liso y estanco, debidamente acondicionadas para tal fin.

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

En relación con las volquetas, el Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el DAMA, el MT y la STT.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **530.3.3 Equipo para la fabricación y extensión de la lechada asfáltica**

La fabricación y extensión de la lechada asfáltica se hará con una mezcladora móvil autopropulsada; deberá contarse además con elementos para la limpieza de la superficie, elementos para el humedecimiento de la superficie y herramientas menores para correcciones localizadas durante la extensión de la lechada.

La mezcladora móvil será de tipo continuo, dotada de las tolvas, tanques y dispositivos necesarios, sincronizados para dosificar los agregados, el llenante, el agua, la emulsión y los aditivos que requiera la lechada, de manera que permita obtener la composición correspondiente a la fórmula de trabajo; tendrá, además, un mezclador y una caja repartidora o rastra provista de dispositivos para evitar pérdidas laterales y de una maestra regulable de caucho que permita el correcto reparto, extensión y buena terminación de la lechada. La rastra deberá llevar en su interior un dispositivo que reparta uniformemente la lechada asfáltica ante la maestra al avanzar la mezcladora.

## **530.4 REQUISITOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

### **530.4.1 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

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

### **530.4.2 Diseño de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo**

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

Una vez el Interventor efectúe todas las comprobaciones que considere convenientes y dé su aprobación a los ingredientes, el Constructor definirá una "fórmula de trabajo" que deberá cumplir todas las exigencias establecidas en la presente Sección. En dicha fórmula se consignarán la granulometría de cada uno de los agregados pétreos y las proporciones en que ellos deben mezclarse, junto con el llenante mineral, para obtener la gradación establecida para la lechada asfáltica por construir.

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

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

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

La consistencia apropiada de la lechada se determinará en el laboratorio por medio de la prueba del cono de consistencia (norma de ensayo INV E-777).

El contenido óptimo de ligante se determinará mediante los ensayos mecánicos de abrasión en pista húmeda, según la norma INV E-778 y absorción de arena en la máquina de rueda cargada, de acuerdo con la norma INV E-779. Para la elección del óptimo, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- Pérdida máxima admisible en el ensayo de abrasión  $0.065 \text{ g/cm}^2$ .
- Absorción máxima admisible de arena en el ensayo de rueda cargada, según la Tabla 530.3.

**Tabla 530.3**  
**Absorción máxima admisible de arena en el ensayo de rueda cargada**

Clase de Tránsito	Absorción máxima admisible ( $\text{g/cm}^2$ )
T0-T1	0.08
T2	0.07
T3 a T5	0.06

Salvo que los ensayos del diseño indiquen lo contrario, la composición de la lechada se ajustará a lo establecido en la Tabla 530.4:

**Tabla 530.4**  
**Granulometría de agregados combinados para Lechadas Asfálticas**

TIPO DE AGREGADO	LA-1	LA-2	LA-3	LA-4
Ligante residual (% en peso sobre agregados).	5.5-7.5	6.5-12.0	7.0-13.0	10.0-15.0
Agua preenvuelta (% en peso sobre agregados).	8-12	10-15	10-15	10-20
Agua total (% en peso sobre agregados)	10-20	10-20	10-20	10-30
Cantidad de lechada ( $\text{kg/m}^2$ )	15-20	10-15	7-12	4-8
Capa en que se aplica	2ª o única		cualquiera	1ª o única

La lechada asfáltica no se podrá fabricar a escala industrial, mientras el Interventor no haya aprobado la fórmula de trabajo y realizado las verificaciones correspondientes en la fase de experimentación.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### **530.4.3 Preparación de la superficie existente**

Antes de proceder a la aplicación de la lechada asfáltica, la superficie que habrá de recibirla se limpiará de polvo, barro seco o cualquier material suelto que pueda ser perjudicial, utilizando barredoras mecánicas o máquinas sopladoras. Sólo se permitirá el uso de escobas manuales en lugares inaccesibles a los equipos mecánicos o si las autoridades ambientales del Distrito Capital impiden el empleo de éstos.

Si la superficie sobre la cual se va a aplicar la lechada corresponde a un pavimento asfáltico, se deberán eliminar mediante fresado todos los excesos de ligante que puedan existir y se repararán todos los desperfectos que puedan impedir una correcta adherencia de la lechada asfáltica.

### **530.4.4 Fase de experimentación**

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

### **530.4.5 Elaboración y aplicación de la lechada asfáltica**

Una vez preparada y antes de iniciar la extensión de la lechada, la superficie por tratar deberá ser humedecida con agua de manera uniforme en una cantidad que fijará el Interventor, a la vista del estado de la superficie y las condiciones climatológicas prevalecientes.

Las proporciones de los componentes de la lechada deberán corresponder a la fórmula de trabajo aprobada.

La incorporación de los ingredientes se hará de manera que la envuelta de los agregados por parte del ligante sea completa y homogénea mientras la lechada permanezca en el cajón mezclador.

La lechada preparada en el cajón mezclador de la vía pasará a través de una compuerta vertedero a la caja repartidora, la cual se encargará de distribuirla de manera uniforme sobre la superficie.

El avance del equipo se hará paralelamente al eje de la carretera y su velocidad se ajustará para garantizar una aplicación correcta de la lechada y una textura uniforme.

El espesor de puesta en obra de la lechada no deberá exceder el correspondiente al tamaño máximo nominal del agregado pétreo empleado en su elaboración.

### **530.4.6 Juntas de trabajo**

Las juntas de trabajo longitudinales no podrán presentar traslapos ni áreas sin cubrir y las acumulaciones que se produzcan serán alisadas manualmente de manera inmediata, antes de la rotura de la emulsión. Al finalizar la extensión de una franja, se realizará una junta transversal de trabajo, la cual deberá ser recta y perpendicular al eje de la vía. Los traslapos de las juntas transversales deberán ser alisados antes de la rotura de la emulsión, de modo que no se presenten cambios apreciables en la uniformidad de la superficie.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **530.4.7 Aplicación en varias capas**

En caso de estar prevista una segunda aplicación de lechada asfáltica, ésta no se podrá efectuar hasta cuando haya curado por completo el material extendido en la primera aplicación y haya sido sometido al tránsito automotor al menos durante un (1) día. El material que se desprenda, deberá ser barrido antes de proceder a la aplicación de la segunda capa.

Las juntas longitudinales y transversales de la segunda capa no deberán coincidir con las de la primera.

#### **530.4.8 Limitaciones en la ejecución**

No se permitirá la elaboración y aplicación de la lechada si la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie son inferiores a cinco grados Celsius (5°C) o haya lluvia o fundados temores de que ella ocurra.

#### **530.4.9 Apertura al tránsito**

Deberá impedirse la circulación de todo tipo de tránsito sobre las capas que no hayan curado completamente. El tiempo requerido para dicho curado depende del tipo de emulsión, las características de la mezcla y las condiciones climáticas y será definido en la obra por el Interventor.

#### **530.4.10 Reparaciones**

Todos los defectos que se presenten durante la ejecución de la lechada asfáltica, tales como juntas irregulares, deficiencias o excesos de dosificación, irregularidades en el alineamiento, huellas del tránsito o de otro tipo sobre la lechada sin curar, etc., deberán ser corregidos por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor. El Constructor deberá proporcionar trabajadores competentes, capaces de ejecutar a satisfacción el trabajo eventual de correcciones en todas las irregularidades de la lechada asfáltica construida.

### **530.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

#### **530.5.1 Controles generales**

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el estado y funcionamiento de todo el equipo empleado por el Constructor.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 530.2 de esta Sección.
- Supervisar la correcta aplicación del método aceptado como resultado de la fase de experimentación en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la fabricación y colocación de las lechadas asfálticas.
- Efectuar los ensayos requeridos para el control de la mezcla.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Efectuar las pruebas requeridas para verificar la eficiencia de los aditivos para control de rotura y modificación de reología, siempre que ellos se incorporen.
- Realizar las medidas necesarias para medir la textura superficial y la resistencia al deslizamiento.

La toma de muestras para la ejecución de los diferentes ensayos de control, se adelantará de acuerdo con las siguientes normas de ensayo INV: E-201 para agregados pétreos y llenantes minerales y E-701 para materiales bituminosos.

### **530.5.2 Controles de producción de agregados**

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios y se ordenará 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 deberán acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad.

Se vigilará, además, la altura de todos los acopios y el estado de sus elementos separadores y se efectuarán las verificaciones de calidad que indica la Tabla 530.5

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**Tabla No 530.5**  
**Verificaciones sobre los agregados para lechadas asfálticas**

Ensayo	Norma de Ensayo	Frecuencia	
<b>Composición</b>			
Granulometría	INVE-213	1 por jornada	
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Angeles (Gradación A)	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval (FT)	ASTM D-6928	1 por mes	
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos	INV E-220	1 por mes	
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido	INV E-125	1 por jornada	
Índice de Plasticidad	INV E-126	1 por jornada	
Equivalente de Arena	INV E-133	1 por semana	
Valor de Azul de Metileno	EN-933-9	1 por semana	
Terrones de arcilla y partículas deleznales	INV E-211	1 por semana	
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente	INVE-227	1 por jornada	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
Índice de Aplanamiento	INV E-230	1 por semana	
Angularidad del Agregado Fino	AASHTO T-304	1 por jornada	
<b>Pesos Específicos</b>			
Pesos Específico y Absorción	INVE-222 y 223	1 por mes	
<b>Adherencia</b>			
Riedel Webber	INV E-774	1 por mes	

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de enero de 2007*

### 530.5.3 Control de recibo de los carrotaques con emulsión

Al respecto, se deberá aplicar lo indicado en los numerales 210.5.2, 210.5.3 y 210.5.4 de la Sección 210, o en los numerales 212.5.2, 212.5.3 y 212.5.4 de la Sección 212, según corresponda.

### 530.5.4 Control de la composición de la mezcla

Se realizarán los siguientes controles:

#### 530.5.4.1 Contenido de asfalto

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Para efectos del control, se considerará como lote que se aceptará o rechazará en su totalidad, la lechada asfáltica correspondiente a dos (2) cargas de la máquina mezcladora. De ella, se extraerá un mínimo de cuatro (4) muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, de un peso aproximado de dos kilogramos (2 kg) cada una, las cuales empleará en la determinación del contenido de asfalto (INV E-732) y la granulometría de los agregados (INV E-782).

El contenido medio de asfalto residual del tramo constituido por el lote (ART%) no deberá diferir del contenido de asfalto establecido en la fórmula de trabajo (ARF%) en más de medio por ciento (0.5%).

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

A su vez, sólo se admitirá un valor de contenido de asfalto residual de muestra individual (ARI%) que se aparte en más de uno por ciento (1.0%) del valor medio del lote.

$$ART \% - 1.0\% \leq ARI \% \leq ART\% + 1.0\%$$

Si alguno de estos requisitos se incumple, se rechazará el lote.

#### **530.5.4.2 Control de la Granulometría de los agregados**

Sobre las muestras utilizadas para hallar el contenido de asfalto, se determinará la composición granulométrica de los agregados.

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ser sensiblemente paralela a los límites de la franja adoptada, ajustándose a la fórmula de trabajo con las tolerancias que se indican a continuación, pero sin permitir que la curva se salga de la franja correspondiente de la Tabla 530.6:

**Tabla No 530.6**  
**Tolerancias en la Composición Granulométrica**

<b>Porcentaje que pasa el Tamiz</b>	<b>Tolerancia en Puntos de % sobre el peso seco de los Agregados</b>
4.75 mm (No.4) y mayores	± 4
inferiores a 4.75 mm (No.4), hasta el de 180 µm (No.80) inclusive	± 3
0.075 µm (No.200)	± 1

En el caso de que los valores obtenidos excedan las tolerancias, pero no salgan de la franja, el Constructor deberá preparar una lechada con la gradación defectuosa y el porcentaje de emulsión que dé lugar al contenido medio de asfalto residual de la lechada elaborada con este agregado. Ella se someterá a las pruebas de resistencia y absorción mencionadas en el aparte 530.4.2 de esta especificación. En caso de no cumplir los requisitos exigidos para dichas pruebas, se rechazará el lote.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 530.5.5 Control de la resistencia de la mezcla

Por cada lote se extraerán tres (3) muestras de la mezcla en la descarga de la máquina, con las cuales se elaborarán especímenes para los ensayos de abrasión en pista húmeda (INV E-778) y absorción de arena en la máquina de rueda cargada (INV E-779).

El desgaste medio (dm) y la absorción media de arena (Am), no deberán superar los valores definidos en la fórmula de trabajo (dt) y (At) en más de veinte por ciento (20%). En caso contrario, se rechazará el lote.

$$dm \leq 1.2 dt$$

$$Am \leq 1.2 At$$

### 530.5.6 Control de calidad del producto terminado

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

Además de lo anterior, se efectuarán las siguientes verificaciones:

#### 530.5.6.1 Tasa de Aplicación

En sitios del lote ubicados al azar, se efectuarán como mínimo tres (3) determinaciones por lote de la tasa de aplicación de la lechada sobre la superficie. La dotación de la lechada asfáltica se verificará dividiendo la masa total de la mezcladora antes y después de la extensión, por la superficie realmente tratada. Para ello, se deberá disponer de una báscula calibrada.

La tasa media de aplicación (TMA), en  $\text{kg/m}^2$ , no podrá variar en más de quince por ciento (15%) de la autorizada como resultado de la fase de experimentación (TME), so pena del rechazo del tramo que constituye el lote.

$$0.85 TME \leq TMA \leq 1.15 TME$$

#### 530.5.6.2 Textura y resistencia al deslizamiento

Por cada lote se deberán efectuar, como mínimo, tres (3) pruebas de resistencia al deslizamiento (INV E-792) y tres (3) de profundidad de textura con el círculo de arena (INV E-791). Las primeras se realizarán una vez transcurridos treinta (30) días de la extensión de la lechada, en tanto que las segundas se adelantarán dentro de los quince (15) días siguientes a su aplicación.

Los valores promedio de estos parámetros no podrán ser menores que los mínimos admisibles relacionados en la Tabla que se incluye en la Tabla 530.7. Ningún valor individual del coeficiente de resistencia al deslizamiento podrá ser inferior al valor indicado en la Tabla en más de diez centésimas

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

(0.10) y ninguno de la profundidad de textura podrá ser inferior en más de veinte por ciento (20%) al promedio mínimo exigido. El incumplimiento de al menos uno de estos requisitos implicará el rechazo del lote representado por los ensayos. En tal caso, la lechada deberá ser levantada mediante fresado y repuesta con una adecuada, por cuenta del Constructor, a plena satisfacción del Interventor y sin costo alguno para el Instituto de Desarrollo Urbano.

**Tabla 530.7**

**Resistencia al deslizamiento y profundidad de textura mínimas admisibles para los las lechadas asfálticas**

Característica	Norma de Ensayo	Tipo de agregado			
		LA-1	LA-2	LA-3	LA-4
Resistencia al deslizamiento	INV E-792	0.60	0.60	0.55	0.50
Profundidad de textura (mm)	INV E-791	1.1	0.9	0.7	0.5

Se podrán emplear equipos para la verificación de la resistencia al deslizamiento diferentes al descrito en la norma de ensayo INV E-792. En tal evento, se considerarán admisibles valores medidos que correspondan a coeficientes de resistencia al deslizamiento mayores que los mínimos indicados en la Tabla 530.7, de acuerdo con ecuaciones de correlación aceptadas internacionalmente

**530.5.6.3 Rugosidad**

Debido a sus características y limitado espesor, las lechadas asfálticas no pueden corregir defectos asociados con la falta de regularidad del perfil longitudinal de la calzada. Por tal razón, en general no se permitirá en general la colocación de la lechada, mientras no se garantice que la superficie de la capa sobre la cual se va a construir cumpla los requisitos que se exigen sobre IRI en el numeral 510.6.6.5 de la Sección 510 de estas especificaciones.

Todas las áreas donde los defectos de calidad y las irregularidades excedan las tolerancias indicadas en el presente numeral, deberán ser corregidas por el Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor y a satisfacción de éste y del Instituto de Desarrollo Urbano.

**530.6 MEDIDA**

La unidad de medida será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, de todo trabajo ejecutado a satisfacción del Interventor, de acuerdo por lo exigido en esta Sección.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del trabajo, por el ancho especificado en los planos u ordenado por el Interventor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites.

**530.7 FORMA DE PAGO**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por metro cuadrado (m<sup>2</sup>), para toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la adquisición, obtención de todos los permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de licencias ambientales para la explotación de los agregados y la elaboración de las mezclas; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar, así como todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, eventual lavado, suministro de los materiales pétreos y llenante mineral, desperdicios, elaboración de las lechadas asfálticas, cargues, transportes y descargues de agregados y lechadas.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación, así como los costos de la definición de la fórmula de trabajo, los de todos los ensayos de caracterización, diseño y control, los de la fase de experimentación, así como los correspondientes a administración, imprevistos y utilidades del Constructor.

Con excepción del barrido y soplado de la superficie, se considera que la preparación de la superficie existente se encuentra incluida dentro del ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto, a no ser que dicho ítem no forme parte del mismo contrato.

El precio unitario también incluye el suministro, almacenamiento y desperdicios del producto asfáltico utilizado para la elaboración de las lechadas asfálticas. En caso de requerirse aditivos para control de rotura o para modificar la reología, su costo deberá estar incluido también dentro del precio unitario de la lechada asfáltica

El precio unitario deberá incluir, en general, todo costo adicional relacionado con la correcta construcción de las lechadas asfálticas, en acuerdo pleno con la presente Sección.

### 530.8 ITEM DE PAGO

530.1 Lechada asfáltica tipo .... Elaborada con con emulsión asfáltica convencional .....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
530.2 Lechada asfáltica tipo .... Elaborada con con emulsión asfáltica modificada .....	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

NOTA: Se deberá elaborar un ítem de pago diferente, para cada tipo de lechada asfáltica que forme parte del contrato.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 540-05

### FRESADO DE PAVIMENTOS ASFALTICOS

#### 540.1 DESCRIPCION

Este trabajo consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante el fresado en frío parcial o total de las capas asfálticas, de acuerdo con los alineamientos, cotas y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones del Interventor.

#### 540.2 MATERIALES

Este requisito no es aplicable en la presente Sección.

#### 540.3 EQUIPO

El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una máquina fresadora con controles automáticos, capaz de fresar el pavimento asfáltico con una profundidad precisa de corte y con el perfil y la pendiente transversal establecidos y estará provista de dispositivos para verter el material fresado directamente en camiones de transporte. Su estado, potencia y capacidad productiva deben asegurar el correcto cumplimiento del plan de trabajo.

Los vehículos para el transporte del material fresado al sitio de reutilización o acopio estarán sujetos a la aprobación del Interventor y deberán ser suficientes para garantizar el cumplimiento del programa de trabajo. Deberán estar provistos de los elementos necesarios para evitar la contaminación o cualquier alteración perjudicial del material transportado y su caída sobre las vías empleadas para el transporte.

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

Como parte del equipo se requieren algunos elementos accesorios, principalmente escobas y una barredora o sopladora mecánica, si las autoridades ambientales permiten el empleo de estas últimas.

#### 540.4 REQUERIMIENTOS DE EJECUCION DE LOS TRABAJOS

##### 540.4.1 Preparación de la superficie existente

Previamente a la operación de fresado, la superficie del pavimento asfáltico deberá encontrarse limpia y, por lo tanto, el Constructor deberá adelantar las operaciones de barrido y/o soplado que se requieran para lograr tal condición, por medios aceptables para el Interventor y para las autoridades ambientales del Distrito Capital.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **540.4.2 Fresado del pavimento**

El fresado se efectuará sobre el área y espesor que indiquen los documentos del proyecto y apruebe el Interventor, a temperatura ambiente y sin adición de solventes u otros productos ablandadores que puedan afectar la granulometría de los agregados o las propiedades del asfalto del pavimento existente.

La operación de fresado se deberá efectuar cuidando de no desgarrar ni romper el pavimento subyacente o adyacente y protegiendo al material fresado de contaminación con materiales granulares, de subrasante u otras sustancias objetables.

En proximidades de sardineles y en otros sitios que resulten inaccesibles al equipo de fresado, el pavimento deberá removerse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.

El trabajo de fresado se podrá realizar en varias capas, hasta alcanzar el espesor del proyecto, debiendo quedar una superficie nivelada y sin fracturas. Toda superficie fresada deberá ser barrida antes de permitir la circulación del tránsito automotor sobre ella.

Durante el manipuleo del material fresado, después de su extracción, deberá evitarse su contaminación con suelos u otros materiales extraños.

El Constructor deberá reparar, a sus expensas, todas las áreas localizadas en la superficie fresada que, a juicio del Interventor, puedan constituir un riesgo para el tránsito automotor.

En la eventualidad de que al término de una jornada de trabajo no se complete el fresado en todo el ancho de la calzada, los bordes verticales, en sentido longitudinal, cuya altura supere cincuenta milímetros (50 mm), deberán ser suavizados de manera que no impliquen peligro para el tránsito automotor. Igual precaución se tomará en todos los bordes transversales que queden al final de cada jornada.

Cualquiera que sea el método utilizado por el Constructor, los trabajos de fresado no deberán producir daños a objetos, estructuras y plantas que se encuentren cerca a la zona de acción de sus equipos y, por lo tanto, deberá tomar las precauciones que corresponda, siendo de su responsabilidad todos los daños y perjuicios que se ocasionen en dichos elementos durante el desarrollo de los trabajos. Al efecto, el Interventor estará facultado para exigir la modificación o incremento de todas las medidas de seguridad que se hayan adoptado inicialmente.

#### **540.4.3 Limitaciones en la ejecución de los trabajos**

Los trabajos de fresado deberán ser suspendidos en instantes de lluvia. Así mismo, el Constructor deberá adoptar las medidas adecuadas para garantizar el drenaje superficial en aquellas áreas fresadas donde se puedan producir empozamientos antes de que se coloque el nuevo revestimiento asfáltico.

#### **540.4.4 Acopio y propiedad del material fresado**

El material extraído como resultado del fresado, deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto o que establezca el Interventor y será de propiedad del Instituto de Desarrollo Urbano. Se exceptúan de esta disposición los materiales provenientes de las capas de una construcción nueva que deban ser fresadas por el Constructor, como resultado de deficiencias en los trabajos de pavimentación que esté ejecutando y cuyo retiro sea ordenado por el Interventor, sin medida

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

ni pago por parte del Instituto de Desarrollo Urbano. En tal caso, el material fresado será de propiedad del Constructor quien, además, deberá realizar a su costa el cargue, transporte, descargue y disposición de dichos materiales en sus instalaciones o en un vertedero autorizado.

## **540.5 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS**

### **540.5.1 Controles generales**

Durante la ejecución de los trabajos de fresado, el Interventor verificará el funcionamiento del equipo empleado y levantará los perfiles que considere necesarios.

Cuando el material fresado sea de propiedad del Instituto de Desarrollo Urbano, el Interventor se abstendrá de aceptar en el acopio todo material que resulte contaminado como resultado de un manipuleo incorrecto por parte del Constructor.

### **540.5.2 Control de calidad del producto terminado**

#### **540.5.2.1 Control del espesor fresado**

Se admitirá una tolerancia por defecto de las cotas de la superficie resultante, respecto de las de proyecto, hasta de cinco milímetros (5 mm). Los tramos donde se supere esta tolerancia deberán ser sometidos a tratamiento adicional por parte del Constructor, a su costa, de acuerdo con las instrucciones del Interventor.

#### **540.5.2.2 Control de rugosidad**

Cuando sobre la superficie fresada se vaya a construir un tratamiento superficial, una lechada asfáltica o una mezcla discontinua en caliente, se deberá verificar el índice internacional de rugosidad (IRI) en toda la longitud fresada y en cada carril, antes de su recibo definitivo. La determinación se realizará con un equipo de medida de precisión o por medio de un sistema de referencia inercial, en tramos de un hectómetro (1 hm).

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

- Clase I: Incluye perfilógrafos manuales de precisión, como el Dipstick; el método de mira y nivel clasifica dentro de esta clase.
- Clase II: Incluye perfilógrafos de medición directa. Este grupo también incluye mecanismos sin contacto con la vía como el láser, viga de luces o técnicas acústicas, las cuales deben ser mantenidas con la respectiva calibración, de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

En esta evaluación se excluirán las interferencias y sus longitudes aferentes, entendiendo por interferencias las alteraciones locales del perfil longitudinal que incrementan el valor del IRI y que no son debidas a defectos constructivos; son afectaciones definidas por diseño geométrico (perfiles, secciones, detalles) y se relacionan principalmente con intersecciones, cruces de vías, puentes, pozos de

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

alcantarillado, sumideros y similares. La longitud aferente a cada interferencia que debe ser excluida de la evaluación dependerá de las características del equipo de medición y de los detalles del diseño geométrico del sitio.

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

Los requisitos por cumplir, salvo que los documentos técnicos del proyecto establezcan otra cosa, son los indicados en la Tabla 540.1.

**Tabla 540.1**  
**Valores máximos admisibles de IRI**

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	IRI (m/km) o (dm/hm)
50	< 2.0
80	< 2.5
100	< 3.0

Si los resultados de rugosidad exceden estos límites, los defectos de regularidad se corregirán mediante un fresado adicional en aquellos tramos que, de acuerdo con los resultados de las mediciones, tengan la mayor incidencia en el incumplimiento. Los espesores por fresar en cada tramo serán acordados con el Interventor y todos los costos que impliquen estas correcciones, deberán ser asumidos por el Constructor. El material fresado por esta razón, no será objeto de pago al Constructor y será de propiedad del Instituto de Desarrollo Urbano.

#### **540.6 MEDIDA**

La unidad de medida del pavimento asfáltico fresado será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al entero, de superficie fresada de acuerdo con las exigencias de esta especificación y las dimensiones y cotas señaladas en los documentos del proyecto u ordenadas en la obra por el Interventor.

El área fresada se determinará multiplicando la longitud real fresada por el ancho tratado, el cual se encontrará indicado en los planos del proyecto o será fijado por el Interventor. No se medirá ningún área por fuera de tales límites.

#### **540.7 FORMA DE PAGO**

El pago se hará al respectivo precio unitario del contrato, por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y a satisfacción del Interventor.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de limpieza previa que requiera la superficie, el fresado para alcanzar las cotas o profundidades que indique el proyecto; las operaciones necesarias de barrido y soplado; el cargue, transporte, descargue y acopio del material fresado en los sitios establecidos; la reparación a satisfacción de todos los elementos que hayan sido afectados por la ejecución de los trabajos; en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución del fresado del pavimento asfáltico.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

**540.8 ITEM DE PAGO**

540.1 Fresado de pavimento asfáltico  
en espesor de ..... cm

Metro cuadrado (m<sup>2</sup>)



ALCALDIA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.

Instituto  
Desarrollo Urbano

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE MATERIALES Y CONSTRUCCIÓN  
PARA PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA VIAL Y DE ESPACIO PÚBLICO  
EN BOGOTÁ D.C.**

**Especificaciones IDU-ET-2005**

**Capítulo 6**

**PAVIMENTOS DE  
CONCRETO HIDRÁULICO**

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## SECCIÓN 600-05

### PAVIMENTO DE LOSAS DE CONCRETO HIDRÁULICO

#### 600.1 DESCRIPCIÓN

Este trabajo consiste en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico, colocada formando losas como rodadura de la estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas entre losas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de acuerdo con esta especificación y de conformidad con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o determinados por el Interventor.

#### 600.2 MATERIALES

El concreto estará conformado por una mezcla homogénea de cemento, agua, agregados finos y gruesos y aditivos, cuando estos últimos se requieran, materiales que deberán cumplir los siguientes requisitos básicos:

##### 600.2.1 Agregados Pétreos

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

##### 600.2.1.1 Agregado grueso

Para el objeto de la presente Sección, se denominará agregado grueso la porción del agregado retenida en el tamiz de 4.75 mm (No.4). Dicho agregado deberá proceder de la trituración de roca o de grava o por una combinación de ambas; sus fragmentos deberán ser limpios, resistentes y durables, sin exceso de partículas planas, alargadas, blandas o desintegrables. Estará exento de polvo, tierra, terrones de arcilla u otras sustancias objetables que puedan afectar adversamente la calidad de la mezcla. No se permitirá la utilización de agregado grueso proveniente de escorias de alto horno.

El agregado grueso deberá cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 600.1 y su gradación deberá ajustarse a alguna de las indicadas en la Tabla 600.2, en la cual también se indica la aplicación de las gradaciones en función del tipo de vía que se califica por su categoría de tránsito.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

**Tabla 600.1**  
**Requisitos del agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico**

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisitos por Categoría de Tránsito		
			T0-T1	T2-T3	T4-T5
<b>Petrografía</b>					
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar		
<b>Dureza</b>					
Desgaste Los Ángeles (Gradación B)	- En seco, 500 revoluciones, % máximo	INV E-218	35	30	30
	- En seco, 100 revoluciones, % máximo		7 (RO)	6 (RO)	6 (RO)
	- Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1)		50 (RO)	50 (RO)	50
	- Relación húmedo/seco, 500 revoluciones, máximo		2 (RO)	2 (RO)	2
Micro Deval, % máximo (FT)		ASTM D-6928	30	25	25
10% de finos (RO)	Valor en seco, kN mínimo	BS 812	60	75	75
	Relación húmedo/seco, % mínimo	PART 111	75	75	75
<b>Durabilidad</b>					
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	18	18	18
<b>Limpieza</b>					
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		INV E-211	0.25	0.25	0.25
Partículas livianas, % máximo		INV E-221	1.0	1.0	1.0
<b>Geometría de las Partículas</b>					
Partículas Fracturadas Mecánicamente, % mínimo	- 1 cara	INVE-227	60	75	85
	- 2 caras		35	50	70
Índice de Aplanamiento, % máximo (2)		INV E-230	25	25	20
Índice de Alargamiento, % máximo (3)		INV E-230	25	25	20
<b>Características Químicas</b>					
Contenido de sulfatos expresado como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> , % máximo		INV E-233	1.0	1.0	1.0

NA = No Aplica

RO = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo en los casos donde aparece esta sigla; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo partir de enero de 2007. Los valores de la tabla son indicativos y el resultado del ensayo no será empleado inicialmente como criterio de aceptación o rechazo; el IDU fijará la fecha a partir de la cual será requisito obligatorio, previa revisión de los valores sugeridos con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

(1) El ensayo de desgaste en la Máquina de los Ángeles después de 48 horas de inmersión se hará con el material en condición saturada y superficialmente seca. Para ello, el material se retirará del recipiente de inmersión, se hará rodar sobre una toalla para secar su superficie y se someterá inmediatamente al ensayo de desgaste.

(2) Partículas planas son aquellas cuya dimensión mínima (espesor) es inferior a 3/5 de la dimensión media de la fracción.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

(3) *Partículas alargadas son aquellas cuya dimensión máxima (longitud) es superior a 9/5 de la dimensión media de la fracción.*

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 600.1 para dureza, durabilidad y contenido de sulfatos deberán ser satisfechos de manera independiente por cada uno de ellos. La limpieza y las propiedades geométricas se medirán sobre muestras del agregado combinado en las proporciones definidas en la fórmula de trabajo.

**TABLA 600.2**  
**Granulometría del agregado grueso para pavimentos de concreto hidráulico**

Tamiz		Porcentaje que pasa			
mm	U.S. Standard	AG 1	AG 2	AG 3	AG 4
57	2 1/4"	100	-	-	-
50	2"	95 - 100	100	-	-
37.5	1 1/2"	-	95 - 100	100	-
25	1"	35 - 70	-	95 - 100	100
19	3/4"	-	30 - 70	-	95 - 100
12.5	1/2"	10 - 30	-	20 - 60	-
9.5	3/8"	-	10 - 30	-	20 - 55
4.75	No. 4	0 - 5	0 - 5	0 - 5	0 - 5
<b>Aplicación de Gradaciones en función de la categoría de Tránsito</b>					
<b>Categoría de Tránsito</b>		T0 a T1	T0 a T3	T0 a T5	T0 a T5

#### 600.2.1.2 Agregado fino

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

El porcentaje de arena de trituración no podrá constituir más del treinta por ciento (30%) del agregado fino.

El agregado fino deberá cumplir con los requisitos que se indican en la Tabla 600.3 y su gradación deberá ajustarse a cualquiera de las indicadas en la Tabla 600.4.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

**TABLA 600.3**  
**Requisitos del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico**

Ensayo		Norma de Ensayo	Requisito
<b>Petrografía</b>			
Análisis petrográfico		ASTM C-295	Reportar
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos, % máximo	- Sulfato de Magnesio	INV E-220	15
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido, % máximo		INV E-125	No plástico
Índice de Plasticidad, % máximo		INV E-126	No plástico
Equivalente de Arena, % mínimo		INV E-133	50
Valor de Azul de Metileno, máximo		EN-933-9	5
Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo		INV E-211	1
Partículas livianas, % máximo		INV E-221	0.5
Material que pasa el tamiz de 75 µm (No.200) , % máximo		INV E-214	5
<b>Contenido de Material Orgánica</b>			
Color más oscuro permisible		INV E-212	Igual a Muestra patrón
<b>Características Químicas</b>			
Contenido de sulfatos expresado como SO <sub>4</sub> =, % máximo		INV E-233	1.2
<b>Absorción</b>			
Absorción de agua, % máximo		INV E-222	4

**TABLA 600.4**  
**Granulometría del agregado fino para pavimentos de concreto hidráulico**

Tamiz		Porcentaje que pasa	
mm	U.S. Standard	Arena Fina	Arena Gruesa
9.51	3/8	-	100
4.75	No. 4	100	85-100
2.36	No. 8	90-100	60-80
1.18	No. 16	85-90	45-65
0.600	No. 30	75-85	30-55
0.300	No. 50	30-50	15-35
0.150	No. 100	0-20	2-20
0.075	No. 200	0-5	0-5
Material retenido entre dos tamices consecutivos, % máximo		45	45
<b>Módulo de Finura</b>			
Módulo de Finura		1.6 – 1.9	2.8 – 3.2
Variación Máxima del Módulo de Finura durante construcción con respecto a la fórmula de trabajo		0.2	0.2

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 600.2.1.3 Reactividad

El análisis petrográfico requerido para los agregados mediante la norma de ensayo ASTM C-295 debe identificar y llamar la atención sobre la presencia de minerales que puedan potencialmente presentar reactividad (ver numeral 4.8 de la norma).

Los agregados, tanto gruesos como finos, no deberán presentar reactividad potencial con los álcalis del cemento. Se considera que el agregado es potencialmente reactivo, si al determinar su concentración de SiO<sub>2</sub> y la reducción de alcalinidad R, mediante la norma INV E-234, se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{array}{ll} \text{SiO}_2 > R & \text{cuando } R \geq 70 \\ \text{SiO}_2 > 35 + 0.5 R & \text{cuando } R < 70 \end{array}$$

Si el agregado califica como potencialmente reactivo con base en los criterios anteriores, no debe ser utilizado en la producción de concretos, a no ser que se demuestre que no es nocivo para el concreto con base en evaluaciones complementarias, como las indicadas en el anexo informativo de la norma NTC-174. En particular, mediante las normas de la ASTM C-227 y C-1260.

Si se emplean arenas provenientes de escorias siderúrgicas, se comprobará que no contengan silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

### 600.2.1.4 Cemento

#### 600.2.1.4.1 Tipo de Cemento

El cemento utilizado será del tipo Pórtland. Si los documentos del proyecto o una especificación particular no señalan algo diferente, se podrán emplear los denominados Tipo I, 1M ó 3, de acuerdo con la nomenclatura establecida en la norma NTC-30. El Constructor deberá seleccionar y utilizar un mismo tipo de cemento, tanto en calidad como en marca. Cualquier cambio de estas condiciones exigirá un nuevo diseño de la mezcla.

Deberá cumplir lo especificado en la normas NTC 121 (especificaciones físicas y mecánicas) y NTC 321 (especificaciones químicas).

#### 600.2.1.4.2 Adiciones

El cemento podrá tener adiciones; en ese caso, las adiciones deberán ser incorporadas al cemento en la fábrica del mismo. El porcentaje de adiciones al cemento tales como escoria, cenizas volantes o puzolanas, no puede exceder de 15% para vías con categoría de tránsito T4 y T5, ni de 30% para vías con categoría de tránsito T0 a T3; los porcentajes indicados son en peso, con respecto al peso total del cemento con adiciones.

Los tipos de adiciones por emplear pueden ser:

- Cenizas volantes. Las cenizas volantes u otras puzolanas, utilizadas como aditivos o adiciones, deben cumplir la norma NTC 3502 (ASTM C618).

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Escoria molida. La escoria molida y granulada de alto horno, utilizada como adición, debe cumplir con la norma NTC 4018 (ASTM C618).
- Humo de sílice. El humo de sílice que se emplee como adición del concreto debe cumplir con la norma NTC 4637 (ASTM C1240).
- Otras adiciones. Se podrán aplicar otros tipos de adiciones diferentes a las aquí mencionadas, siempre y cuando se compruebe que favorecen las propiedades del concreto y que no comprometen su resistencia, durabilidad y estabilidad.

El Constructor deberá anexar el certificado de calidad del cemento e incluir todos los ensayos inherentes al mismo, como parte de su diseño de mezcla.

#### **600.2.1.5 Agua**

El agua que se emplee para la mezcla o para el curado del pavimento deberá cumplir con los requisitos de la norma NTC 3459. En todos los casos, deberá 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 apta para el consumo humano.

El pH medido según norma ASTM D-1293, no podrá ser inferior a cinco (5). En caso de agua reciclada, el contenido equivalente de álcalis expresado como  $\text{Na}_2\text{O} + 0.658\text{K}_2\text{O}$  no debe superar el 0.06%.

El contenido de sulfatos, expresado como  $\text{SO}_4^{=}$ , no podrá ser mayor de un gramo por litro (1g/l). Su determinación se hará de acuerdo con la norma ASTM D-516.

Su contenido de ión cloro, determinado según norma ASTM D-512, no podrá exceder de 500 miligramos por litro (500 mg/l).

Para aprobar el agua de la mezcla, se deben realizar dos series de ensayos sobre morteros, uno con agua proveniente de la obra y otro con agua destilada. Las resistencias promedio a la compresión a los 2 y 7 días del mortero con agua de la obra deben ser superiores al 92% de las obtenidas con agua destilada. En el caso de que el valor esté entre 90% y 92% deberán probarse morteros a 28 días y cumplir que la resistencia esté por encima del 90% de la obtenida con agua destilada. Los morteros deben ser preparados y ensayados de acuerdo a la norma NTC 220.

#### **600.2.1.6 Aditivos**

Se podrán usar aditivos de reconocida calidad, para modificar las propiedades del concreto, con el fin de que sea más adecuado para las condiciones particulares del pavimento por construir. Su empleo deberá definirse por medio de ensayos efectuados con antelación a la obra, con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado, sin que se perturben las propiedades restantes de la mezcla, ni representen peligro para la armadura que pueda tener el pavimento.

Los aditivos pueden ser los siguientes:

- Inclusiones de aire
- Plastificantes

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Reductores de agua
- Acelerantes de fraguado
- Retardantes de fraguado.

Deben cumplir con la norma NTC 1299 o NTC 4023. La utilización de acelerantes y retardantes debe evitarse en la medida de lo posible; podrán utilizarse únicamente en casos especiales, previa evaluación por parte del Constructor que permita definir las condiciones de empleo de los mismos. El documento con toda la sustentación respectiva, incluyendo los certificados de calidad de los productos propuestos, deberá ser presentado al Interventor para su aprobación sin la cual no se permitirá su uso en el proyecto.

#### **600.2.1.7 Acero**

En los documentos del proyecto se indicará 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 cumplir con la norma NTC 248 (ASTM A615).

##### **600.2.1.7.1 Pasadores o barras pasajuntas**

En las juntas que muestran los documentos técnicos del proyecto y/o en los sitios en que indique el Interventor, se colocarán pasadores como mecanismo para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso con límite de fluencia ( $f_y$ ) mínimo de 280 MPa (2800 kg/cm<sup>2</sup>); ambos extremos de los pasadores deberán ser lisos y estar libres de rebabas cortantes. En general, las barras deben estar libres de cualquier imperfección o deformación que restrinja su deslizamiento libre dentro del concreto.

##### **600.2.1.7.2 Barras de amarre**

En las juntas que muestran los documentos técnicos del proyecto y/o en los sitios en que indique el Interventor, se colocarán barras de amarre con el propósito de evitar el desplazamiento de las losas y la abertura de las juntas. Las barras serán corrugadas, con límite de fluencia ( $f_y$ ) según lo indicado en los documentos del proyecto, preferiblemente de 420 MPa (4200 kg/cm<sup>2</sup>), aunque podrán ser también de 280 MPa (2800 kg/cm<sup>2</sup>).

Las barras de amarre no deberán ser en general dobladas y enderezadas; sin embargo, si por razones constructivas es absolutamente indispensable doblarlas y enderezarlas, con expresa autorización del Interventor, deberá utilizarse un acero con límite de fluencia ( $f_y$ ) de 280 MPa (2800 kg/cm<sup>2</sup>); en este caso, si los documentos del proyecto señalan un acero con límite de fluencia ( $f_y$ ) de 420 MPa (4200 kg/cm<sup>2</sup>), el Constructor deberá rediseñar el sistema de barras de amarre para acomodarlo a la nueva resistencia, rediseño que deberá ser aprobado por el Interventor.

##### **600.2.1.7.3 Refuerzo de las losas**

En los documentos del proyecto puede requerirse la colocación de una o dos parrillas de refuerzo en todas o algunas de las losas del proyecto, bien sea como parte integral del diseño o como sistema para controlar la aparición de grietas. Como guía general, se requerirá la colocación de al menos una parrilla de refuerzo en las losas que tengan las siguientes características:

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Longitud de la losa (mayor dimensión en planta) superior a 24 veces el espesor de la misma.
- Losas con relación largo/ancho mayor que 1.4.
- Losas de forma irregular (no rectangular)
- Losas con aberturas en su interior para acomodar elementos como pozos de alcantarillado o sumideros.
- Losas en las cuales no coinciden las juntas con las losas adyacentes.

El acero de refuerzo de las losas estará constituido por barras corrugadas con límite de fluencia ( $f_y$ ) de 420 MPa (4200 kg/cm<sup>2</sup>). Todos los detalles del refuerzo, como cuantía, distribución, localización, etc., deben ser definidos en los documentos técnicos del proyecto; si no están definidos, se debe consultar con el diseñador del proyecto.

#### 600.2.1.8 Productos de Curado

El curado del concreto podrá llevarse a cabo por medio de:

- humedad
- productos químicos: compuestos líquidos que forman una película sobre la superficie del concreto
- láminas para cubrir el concreto.

En el caso de productos químicos, se empleará un producto de reconocida calidad que, aplicado mediante aspersión sobre la superficie del pavimento, genere una película que garantice el correcto curado de éste. Debe ser de un color claro para reflejar la luz y debe permitir la verificación de la homogeneidad del vaciado de la mezcla. La efectividad de los productos de curado debe demostrarse mediante experiencias previas exitosas o ensayos al inicio de la colocación del concreto. Debe cumplir con la norma ASTM C-309, tipo 2 clase B, o clase A solo si la base es de parafina.

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

#### 600.2.1.9 Membranas para la separación del pavimento

En caso de que los documentos del proyecto lo dispongan, se emplearán membranas de separación entre las losas y su capa de apoyo, cuya función es evitar la adherencia entre el concreto de las losas y el material de base o evitar el reflejo de fisuras de la base en las losas de concreto. Estas membranas deben cumplir con la norma ASTM C-171.

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

#### 600.2.1.10 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.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Prevenir la inserción de partículas.
- Proteger las esquinas de las juntas de su deportillamiento.
- Tener buena resistencia a la fatiga, al corte y a la tracción.
- Tener buena resistencia al envejecimiento (rayos ultravioletas, agua, etc.) y a algunos agentes químicos (hidrocarburos).
- En el caso de juntas de expansión, el material de relleno debe permitir el movimiento de la libre de la junta sin separarse de su caras, tanto al contraerse como al expandirse.

#### 600.2.1.10.1 Material de sello

El material de sello podrá ser de silicona o de aplicación en caliente. En los documentos técnicos del proyecto se especificará el tipo de sello por emplear en el proyecto.

##### 600.2.1.10.1.1 Sello de silicona

El material de sello deberá cumplir con los requisitos establecidos en los documentos del proyecto; en general, se debe cumplir con los requisitos y especificaciones de la Tabla 600.5.

**TABLA 600.5**  
**Requisitos mínimos material de sello de juntas en pavimentos de losas de concreto hidráulico**

Propiedad	Norma de ensayo	Requisito
Esfuerzo de tensión a 150% de elongación (7 días de curado a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa).	ASTM D 412	310 kPa máximo
Flujo a 25°C ± 5° C	ASTM C 639 (15% Canal A)	No deberá fluir del canal.
Tasa de extrusión a 25°C ± 5° C	ASTM C 603 (1/8" @ 50 psi)	75-250 gm/min
Gravedad Específica	ASTM D 792 (método A)	1.01 a 1.51
Dureza a - 18°C (7 días de curado a 25°C ± 5°C)	ASTM C 2240	10 a 25
Resistencia al intemperismo después de 5,000 horas de exposición continua	ASTM C 793	Sin agrietamiento, pérdida de adherencia o superficies polvorientas por desintegración.
Superficie seca a 25°C ± 5°C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C 679	Menor de 75 minutos.
Elongación a la rotura después de 21 días de curado a 25°C ± 5°C, y 45 % a 55% de humedad relativa.	ASTM D 412	750 % mínimo
Fraguado al tacto a 25°C ± 5°C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM D 1640	Menos de 75 minutos
Vida en el contenedor a partir del día de embarque.	--	6 meses mínimo
Adhesión a bloques de mortero	AASHTO T 132	345 kPa mínimo
Capacidad de movimiento y adhesión. Extensión de 100% a 18°C después de 7 días de curado al aire a 25°C ± 5°C, seguido por 7 días en agua a 25°C ± 5°C.	ASTM C 719	Ninguna falla por adhesión o cohesión después de 5 ciclos.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### 600.2.1.10.1.2 Sello de aplicación en caliente

El material de sello deberá cumplir con los requisitos establecidos en los documentos del proyecto; en general, debe cumplir con la especificación ASTM D-3405.

#### 600.2.1.10.2 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.
- Tener las dimensiones indicadas en los documentos del proyecto.
- Ser compatible con el sello por emplear.

La tirilla de respaldo deberá 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 D-5249.

#### 600.2.1.10.3 Material de relleno para juntas de expansión

El material de relleno para juntas de expansión debe ser suministrado en pieza de la altura y largo requeridos para la junta. Previa autorización del Interventor se podría 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 con alguna de las normas AASHTO M-33, M-153 o M-213.

### 600.3 DISEÑO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

Los estudios de materiales deberán hacerse con suficiente antelación a la iniciación de la puesta en obra. Igual deberá suceder con la formulación de la mezcla de concreto hidráulico.

Los distintos materiales enunciados en estas especificaciones, deberán dosificarse para producir una mezcla con la resistencia a la flexión fijada en estas especificaciones o en los diseños de la obra y que tenga una manejabilidad y una resistencia adecuadas para su colocación. Al mismo tiempo, deberá satisfacer los criterios de durabilidad del capítulo C4 de la Norma Sismo Resistente NSR-98.

#### 600.3.1 Informe de sustentación de la fórmula de trabajo

Realizadas las evaluaciones específicas, el Constructor elaborará un informe detallado, en el cual sustentará la mezcla que pretende colocar en la obra. En él se debe incluir:

- Localización de la fuente de materiales. Deberá ir acompañado de un plano que permita su ubicación respecto al Distrito Capital.
- Licencia de explotación actualizada.
- Clase de equipo utilizado para la fabricación de las mezclas de concreto y el registro de los requerimientos solicitados en estas especificaciones.
- Estudio petrográfico de los materiales existentes.
- Ensayos básicos especificados para los granulares.
- Ensayos básicos del cemento y su clasificación.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Certificados de calidad del cemento y aditivos.
- Ensayos básicos del agua y la comparación con las normas.
- Evaluación de homogeneidad de la fuente, mediante seguimiento en el tiempo o el muestreo aleatorio de la fuente, realizando los ensayos básicos descritos en estas especificaciones.
- La resistencia especificada.
- Definición de la fórmula de trabajo.

#### **600.3.2 Definición de la fórmula de trabajo**

La fórmula de trabajo que se presente en el informe citado en el numeral anterior debe contener por lo menos la siguiente información:

- 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 de cemento, agua libre y eventuales aditivos, por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto fresco.
- La consistencia del concreto y el rango de aceptación de la misma.
- Resultados de los ensayos de flexión, tracción indirecta y compresión a los 7 y 28 días.
- Definición de la ventana de corte (Tiempo después del vaciado)
- Recomendaciones para su colocación y curado.

#### **600.3.3 Validez de la fórmula de trabajo**

La fórmula deberá reconsiderarse, cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento y su marca.
- El tipo o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0.2)
- Resultados de ensayos de geometría de las partículas o pesos específicos en más del 20%.
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra.
- Gradaciones en tal magnitud que queden por fuera de la franja de tolerancia fijada.

#### **600.3.4 Diseño de la mezcla**

La mezcla se diseñará teniendo en cuenta los requisitos de resistencia a la flexión, así como de contenido de aire y de asentamiento, establecidos en los documentos técnicos del proyecto. Como control adicional, en especial para vías de tráfico T4 y T5 se deberán tener en cuenta también requisitos mínimos para la tracción indirecta.

Se deberán tratar de establecer correlaciones entre los valores de resistencia a la flexión y la resistencia a la tracción indirecta 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.

A manera de guía, en la tabla 600.6 se presentan unos requisitos generales para los valores de resistencia y contenido de aire.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Para el diseño de la mezcla, cada uno de los ensayos de resistencia se llevará a cabo sobre probetas procedentes de cuatro (4) amasadas diferentes de concreto, fabricando series de mínimo cuatro (4) vigas y ocho (8) cilindros por amasada para evaluar los diferentes parámetros de resistencia a 7 y 28 días; idealmente se deberían fabricar dos (2) vigas y cuatro (4) cilindros adicionales para tener datos de resistencia a los 14 días.

Todas las vigas se ensayarán a flexión; una mitad de los cilindros se ensayará a compresión y la otra a tracción indirecta, De cada serie (probetas de la misma amasada) se ensayarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, por tipo de ensayo; el promedio de la resistencia de las dos (2) probetas de la misma serie y de la misma edad se considera como un ensayo.

**Tabla 600.6**  
**Criterios de diseño de la mezcla de concreto hidráulico**

Característica	Norma de Ensayo	Requisitos por Clase de Tránsito		
		T0-T1	T2-T3	T4-T5
Contenido mínimo de cemento, kg/m <sup>3</sup>	-	300		
Relación ponderal agua/cemento, máximo	-	0.49		
Resistencia a la flexión (Módulo de rotura) promedio a los 28 días, MPa	INV E-414	4.0 – 4.5	4.2 – 4.5	4.5 – 4.8
Resistencia a la tracción indirecta a los 28 días, % mínimo de la resistencia a la flexión a los 28 días	INV E-411	50	50	55
Contenido de aire incluido, %	INV E-406	2 a 4	2 a 4	2 a 4

*Nota:* para algunos proyectos o para algunas partes de un proyecto, puede requerirse que la resistencia especificada para el concreto se obtenga a una edad más temprana, que deberá estar definida en los documentos del proyecto o será acordada en obra con el Interventor. En estos casos, los criterios de la tabla 600.6 se aplicarán a la nueva edad establecida.

#### 600.3.4.1 Resistencia a la flexión

Se considerará como fórmula de trabajo la mezcla cuyo valor medio de resistencia a la flexión obtenido a veintiocho (28) días 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 600.6.8.2.2, literal a. Para poder cumplir con estos requisitos de aceptación, el Constructor debe tener en cuenta que la magnitud en que el promedio de resistencia de la mezcla deba exceder la resistencia especificada dependerá 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 ser consecuentes con lo anterior, el conjunto de resultados a 28 días de los ensayos a flexión obtenidos durante en diseño de la mezcla deberá como mínimo lograr esa calificación de Nivel de Aceptación a Satisfacción, al ser interpretados mediante el Análisis de Calidad descrito en el numeral 600.6.8.2.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **600.3.4.2 Resistencia a la tracción indirecta**

Se verificará el cumplimiento de los requisitos establecidos para este parámetro como parte de los criterios de diseño de la fórmula de trabajo y se reportará 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. Así mismo, se reportará la correlación que pueda existir para el concreto propuesto entre la resistencia a la tracción indirecta y la resistencia a la flexión, con los correspondientes soportes.

#### **600.3.4.3 Resistencia a la compresión**

Se reportará el valor de compresión correspondiente a la mezcla que cumple con los requisitos establecidos para la resistencia a la flexión. Así mismo, se reportará la correlación que pueda existir para el concreto propuesto entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión, con los correspondientes soportes.

Las pruebas de resistencia a la compresión no se exigirán como condición por cumplir en las mezclas de concreto hidráulico para pavimentos. Sin embargo, podrán usarse para realizar controles de homogeneidad de las mezclas, dada la facilidad de ejecución.

#### **600.3.4.4 Asentamiento**

La consistencia del concreto en términos de asentamiento con cono o manejabilidad (norma INV 404) debe seleccionarse en función de las máquinas de esparcimiento; el valor límite será indicado en los documentos específicos del Proyecto.

#### **600.3.5 Módulo de Elasticidad**

Será obligatoria la realización de ensayos de módulo de elasticidad estático a los 28 días para la mezcla diseñada; este módulo podrá ser medido sobre cilindros fabricados y ensayados a compresión (norma INV 410). Las especificaciones particulares del proyecto podrán establecer requisitos mínimos para el módulo de elasticidad del concreto, caso en el cual la mezcla deberá ser diseñada cumpliendo con dicho requisito.

#### **600.3.6 Ley de Fatiga**

Para vías de tránsito T4 y T5, o cuando los pliegos del proyecto así lo exijan, la mezcla diseñada de acuerdo con lo establecido en el numeral anterior deberá ser sometida a los ensayos de fatiga, según la norma de ensayo francesa AFNOR NFP 98-233-1.

### **600.4 EQUIPO**

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

#### **600.4.1 Generalidades**

El Constructor deberá mantener una atención muy especial a los equipos, particularmente a su aptitud para realizar los trabajos previstos y a su buen comportamiento en obra.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El IDU puede establecer, en los documentos del proyecto, las condiciones para evaluar las características de los diferentes equipos utilizables y su aptitud para fabricar o colocar en obra los diferentes tipos de mezclas para estructuras de pavimentos. Cada tipo de proyecto podrá tener, por lo tanto, listas de aptitud o autorización de empleo de diferentes equipos.

Además de una adecuada selección de los equipos, el Constructor debe verificar su estado mecánico periódicamente, debe tener planes precisos de mantenimiento, de calibración y manuales actualizados de su modo de operación. Ciertos equipos pueden tener problemas debidos a las restricciones propias de su mantenimiento, del nivel de calificación del personal, y algunas veces no son aptos para funcionar en condiciones muy difíciles (como es el caso de las pendientes elevadas). Por esta razón, el Constructor deberá justificar plenamente la eventual utilización de maquinaria moderna diferente a la normalmente aceptada para cada tipo de proyecto.

#### **600.4.2 Criterios de selección de los equipos**

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 especificaciones particulares 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.
- Espesor del pavimento.
- Condiciones de construcción
- Rendimiento de construcción.

#### **600.4.3 Equipos de fabricación**

El concreto puede fabricarse en una planta de mezcla de concreto hidráulico. La selección del equipo será absoluta responsabilidad del Constructor, garantizando el cabal cumplimiento de los requisitos de calidad y uniformidad de la mezcla establecidos en esta Sección.

La planta de fabricación del concreto deberá 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 la presente Sección.

Los criterios mínimos para la aceptación de los equipos por parte del Interventor serán los siguientes:

- Un informe del Constructor referente a los equipos de fabricación que especifique su clasificación, la marca, el volumen, el nombre de la empresa que explota la central y en general las características de funcionamiento de la planta en relación con su aptitud para adelantar los trabajos requeridos.
- Un informe con la verificación de las calibraciones de todos los instrumentos y la verificación del buen estado de mantenimiento de los equipos de fabricación.
- Los equipos deben someterse a aprobación mediante una prueba en obra que demuestre la regularidad del concreto fabricado de conformidad con las especificaciones.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Los equipos propuestos serán aceptados de acuerdo con los términos de la oferta bajo la reserva de su buen estado de mantenimiento.

Las básculas para el pesaje de los materiales deben tener una precisión mínima de uno por ciento ( $\pm 1\%$ ). Se calibrarán cada vez que se considere necesario y, como mínimo, cada quince (15) días. El equipo de pesaje estará aislado contra vibraciones y movimientos de otros equipos de la planta de forma que, cuando la planta esté en funcionamiento, las lecturas no varíen en más de uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) para los diferentes componentes.

#### **600.4.4 Equipos de transporte**

El transporte del concreto a la obra se realizará en camiones mezcladores provistos de tambor giratorio cerrado con paletas internas, los cuales estarán equipados con cuentarrevoluciones. Deberán ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

Para distancias de transporte cortas, se podrán usar, previa aceptación del Interventor, camiones abiertos tipo volquetas de descarga en el extremo, en el costado o en el fondo. Estos camiones deben cubrirse para evitar el secamiento o humedecimiento de la mezcla.

Ambos tipos de equipos de transporte deben cumplir con la norma ASTM C-94.

El Constructor deberá tener en cuenta y cumplir todas las disposiciones vigentes sobre tránsito automotor y medio ambiente, emanadas por las autoridades competentes, en especial el Ministerio del Transporte (MT), la Secretaría de Tránsito y Transporte (STT) y el Departamento Administrativo del Medio Ambiente (DAMA).

#### **600.4.5 Equipos de extendido y compactación**

El concreto se extenderá y se compactará 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:

- Proceso constructivo.
- Rendimiento de colocación esperado.
- Espesor y ancho de las losas de concreto.
- Ancho de extensión.
- Requerimientos de planidad.
- 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  $\leq T3$ ), o para elementos especiales en vías de alto tráfico tales como intercambiadores, remates, áreas pequeñas y similares. Para vías con tránsitos altos (categoría de tránsito  $\geq T4$ ) se recomienda la utilización de extendido con formaletas deslizantes.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El Constructor será el responsable de proveer los equipos necesarios que garanticen la calidad requerida en todos los aspectos especificados en esta Sección, con los rendimientos esperados. El concreto debe ser extendido, enrasado y compactado por uno o más equipos, que deben distribuir y compactar uniformemente el concreto, sin segregación, 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 el rendimiento requerido de acuerdo con el cronograma del proyecto.

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

#### **600.4.5.1 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 y una base cuyo ancho sea igual o mayor que el 80% del espesor del pavimento y no menor de 20 cm. La formaleta debe tener un sistema de aseguramiento a la base de manera que una vez colocados sean capaces de resistir la presión del concreto y la vibración del equipo sin movimiento visible. Para curvas de radio menor que 30m, se deben utilizar formaletas flexibles o formaletas curvas que tengan el mismo radio de la curva por construir.

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

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

#### **600.4.5.2 Reglas y rodillos vibratorios**

Estos equipos se utilizarán para extender y compactar el concreto cuando se construya con formaletas fijas. 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 será 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 serán 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.

El Contratista 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.

#### **600.4.5.3 Equipo de formaletas deslizantes**

Este equipo de colocación consistirá en una máquina autopropulsada con formaletas integradas a la misma, diseñada específicamente para la construcción de pavimentos de concreto, que pueda realizar las labores de extensión, compactación y nivelación en una sola pasada. Este equipo deberá contar con:

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Sensores electrónicos para controlar el alineamiento y el nivel en cualquiera de los dos lados de la máquina.
- Vibradores, para vibrar el concreto en todo el ancho y profundidad de la franja de pavimento que se extiende. El número, espaciado y frecuencia de los vibradores serán 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 podrá tener también la capacidad de insertar las barras de amarre para las juntas longitudinales en forma automática.

El Contratista 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.

#### **600.4.6 Herramientas y elementos de acabado**

##### **600.4.6.1 Flotador o enrasador**

Esta herramienta manual de acabado superficial tendrá 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 del orden 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.

##### **600.4.6.2 Tela de fique o de yute**

Será 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.

##### **600.4.6.3 Cepillo de texturizado**

Esta herramienta constará 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, 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  $45^\circ$  evitando así que éstos saquen los agregados a la superficie.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **600.4.7 Equipos para curado**

En el caso de membranas de curado, su aplicación debe realizarse por medio de irrigadores mecánicos a presión o aspersores manuales que garanticen la perfecta aplicación de la membrana.

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

#### **600.4.8 Equipos de corte**

Para el corte de las juntas se deberán 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 requerirán discos de diferentes diámetros y anchos para realizar los cortes iniciales y el ensanche de los mismos. Los equipos podrán ser de discos sencillos o múltiples. Los equipos de corte disponibles deben permitir cortar las juntas requeridas para un (1) día de trabajo (incluida la junta longitudinal) en menos de ocho (8) horas. Además, el Constructor debe contar con máquinas de reemplazo en caso de daño.

#### **600.4.9 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.

##### **600.4.9.1 Bombas de agua de bajo consumo y alta presión**

El Constructor 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 podrá utilizar bombas de agua de bajo consumo y de alta presión. La presión será mínimo de 10 MPa.

##### **600.4.9.2 Compresores de aire**

El Constructor 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 podrán utilizar compresores de aire, de 1 MPa y 70 litros por segundo de caudal.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 600.4.9.3 Equipos de colocación de sello

Para la colocación del sello se podrán utilizar pistolas de calafateo o bombas para canecas con el producto sellante. En todo caso, los equipos deben ser los recomendados por los fabricantes del material de sello.

## 600.5 REQUERIMIENTOS DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

### 600.5.1 Fase de experimentación

#### 600.5.1.1 Generalidades

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

La fase de experimentación servirá para:

- Verificar la calidad del concreto.
- Verificar la calidad de los equipos, su eficiencia y la idoneidad de las cuadrillas que se utilizarán en el proyecto.
- 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 y rugosidad establecidas por las especificaciones del proyecto.
- Verificar que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado.
- Verificar que las juntas se realizan correctamente y que en ellas se logre el grado de transferencia de cargas establecido en los documentos del proyecto.

#### 600.5.1.2 Tramo de Prueba

#### 600.5.1.3 Verificación de la mezcla de concreto hidráulico

Para cada dosificación de posible aplicación en obra, determinada a partir de los ensayos previos de laboratorio, se efectuarán ensayos de resistencia a la flexión y a la tracción indirecta sobre probetas prismáticas y cilindros procedentes de seis (6) amasadas diferentes, confeccionando dos (4) probetas de cada tipo por amasada, las cuales se ensayarán por parejas a flexión y a tracción indirecta a siete (7) y veintiocho (28) días, obteniéndose el valor medio de los resultados de las roturas. Para cada serie de probetas se controlará la resistencia y, de ser necesario, el aire incluido, con los mismos métodos empleados para los ensayos previos efectuados durante el diseño de la mezcla.

Se deben implementar curvas de evolución de la resistencia con el tiempo, para poder estimar la resistencia probable a otras edades.

Si no se cumplen los requerimientos exigidos en el numeral 600.3.4, se harán los ajustes necesarios hasta conseguir un concreto que cumpla las exigencias de ese numeral.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **600.5.1.4 Verificación de la compactación y la resistencia del concreto colocado**

Del trabajo satisfactorio se extraerán seis (6) testigos cilíndricos a los veintiséis (26) días de la puesta en obra, para la determinación de la densidad y la resistencia del concreto, cada uno de los cuales distará del más próximo cuando menos siete metros (7 m) en sentido longitudinal y estará separado más de quinientos milímetros (500 mm) de cualquier junta ó borde.

La extracción de cilindros servirá también para observar la homogeneidad del concreto colocado como verificación de los procesos de colocación y vibrado del concreto. La eventual presencia de hormigueros hará obligatoria la demolición de las losas afectadas y el replanteamiento completo de los procesos de colocación y vibrado del concreto.

Estos testigos se ensayarán a tracción indirecta (INV E-411) a la edad de veintiocho (28) días, luego de ser sometidos a curado húmedo durante las cuarenta y ocho (48) horas previas al ensayo. Los resultados se compararán con el valor dado en estas especificaciones, y se analizarán a la luz de las correlaciones que puedan existir, para el concreto del proyecto, entre estos ensayos y los ensayos de flexión

##### **600.5.1.4.1 Otras verificaciones**

Sobre el tramo de pavimento construido en la fase de experimentación se deben verificar como mínimo los siguientes parámetros, de la misma forma en que se verificará la obra construida para su aceptación o rechazo.

- Rugosidad
- Textura superficial
- Transferencia de cargas, tanto en juntas transversales como en juntas longitudinales

#### **600.5.2 Explotación de materiales y elaboración de agregados**

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento deberán garantizar el suministro de un producto de calidad uniforme.

Siempre que las condiciones lo permitan, los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras, deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras temporales, el Constructor remodelará el terreno para recuperar las características superficiales de ellas.

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

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

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

La carga de las tolvas se realizará de forma que éstas contengan más del cincuenta por ciento (50%) de su capacidad, pero sin rebosar. En las operaciones de carga se tomarán las precauciones necesarias para evitar segregaciones o contaminaciones.

Las aberturas de salida de las tolvas se regularán en forma tal, que la mezcla de todos los agregados se ajuste a la fórmula de obra de la alimentación. El caudal total de esta mezcla deberá regularse de forma que permita mantener el nivel de llenado de las tolvas a la altura de calibración.

### **600.5.3 Elaboración de la mezcla**

#### **600.5.3.1 Manejo y almacenamiento de los agregados pétreos**

No se permitirá ningún método de manejo y almacenamiento de los agregados que pueda causar segregación, degradación, mezcla de distintos tamaños ó 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.

#### **600.5.3.2 Suministro y almacenamiento del cemento**

El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad máxima de almacenamiento será como mínimo la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Para todo cemento que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos ó tres (3) meses en silos, el Constructor deberá presentar el soporte técnico que demuestre que puede ser usado, lo cual será verificado por el Interventor. Sin la aprobación del Interventor, éste cemento no podrá ser utilizado.

#### **600.5.3.3 Almacenamiento de aditivos**

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

#### **600.5.3.4 Dosificación del concreto**

Los agregados y el cemento a granel para la fabricación del concreto se dosificarán por peso, por medio de equipos automáticos de dosificación, en el caso de vías con categoría de tránsito T3 a T5. En el caso de trabajos en vía, para vías con categoría de tránsito T0 a T2, se podrá hacer en básculas móviles perfectamente calibradas.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

En la fórmula de trabajo, las dosificaciones de los agregados se establecerán en peso de materiales secos, teniéndose en cuenta su humedad al ajustar los dispositivos de pesaje. En el momento de su dosificación, los agregados tendrán una humedad suficientemente baja para que no se produzca un escurrimiento visible de agua durante el transporte desde la planta de dosificación al dispositivo de mezclado. El cemento a granel deberá ser pesado en una báscula independiente de la utilizada para dosificar los agregados.

El mecanismo de descarga de la tolva de pesaje del cemento estará diseñado de tal manera, que permita la regulación de la salida del cemento sobre los agregados. Los aditivos en polvo se medirán en peso y los aditivos líquidos ó en pasta, se medirán en peso ó en volumen, con una precisión de tres por ciento ( $\pm 3\%$ ) de la cantidad especificada.

#### **600.5.3.5 Mezcla de los componentes**

Los componentes de la mezcla se introducirán en la mezcladora de acuerdo con una secuencia previamente establecida por el Constructor.

Los aditivos en forma líquida o en pasta se añadirán al agua antes de su introducción en la mezcladora. Los aditivos en polvo se introducirán en la mezcla junto con el cemento ó los agregados, excepto cuando el aditivo contenga cloruro de calcio, en cuyo caso se añadirá 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 deberán mezclarse durante el tiempo necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin segregación.

La duración mínima de la operación de mezcla se establecerá en los procesos de diseño y como parte de los resultados de los tramos de prueba.

Cuando la mezcla se realice en mezcladora de tambor giratorio, su velocidad será superior a cuatro revoluciones por minuto (4 rpm); en el caso de mezcladores abiertos, la velocidad de funcionamiento de las paletas estará 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 limpiará completamente antes de volverla a usar. Así mismo, se limpiará perfectamente antes de comenzar la fabricación de concretos con un tipo nuevo de cemento.

#### **600.5.3.6 Transporte del concreto**

El transporte entre la planta y la obra se efectuará de la manera más rápida posible; el lapso de tiempo transcurrido entre la finalización de la fabricación de la mezcla y su colocación en la obra no podrá ser mayor que 90 minutos, salvo casos en los cuales el Contratista demuestre en forma satisfactoria que los aditivos utilizados en la mezcla permiten un tiempo de transporte mayor sin detrimento en la calidad del concreto.

#### **600.5.4 Preparación de la superficie existente**

La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga 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 corregirán de acuerdo con lo establecido en ella.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Cuando se emplee el método de construcción con formaletas fijas, se controlará que su altura libre corresponda efectivamente al espesor de diseño de las losas. Previo a los vaciados y una vez colocadas las formaletas, el Constructor tomará 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, se deberá realizar una revisión detallada de los controles topográficos antes de proceder al vaciado.

En ningún caso se permitirá que existan valores de desnivel que causen reducciones en el espesor con respecto al espesor de diseño.

Antes de verter el concreto, se saturará la superficie de apoyo de las losas sin que se presenten charcos o, si el proyecto lo contempla, se cubrirá con papel especial ó material plástico con traslapios no inferiores a ciento cincuenta milímetros (150 mm) y plegándose lateralmente contra las formaletas, cuando éstas se utilicen. El traslapios se hará teniendo en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

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

#### **600.5.5 Colocación de formaletas fijas**

Cada elemento de la formaleta debe tener una longitud de por lo menos 3 m y debe ser fijado a la base a distancias no mayores de 1m. 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. No se deben observar diferencias en la altura, ni desviaciones en planta superiores a 10 mm con relación al alineamiento teórico. Además en ningún punto, se debe observar una flecha superior a 3 mm bajo una regla de 3 m puesta sobre el riel de las formaletas. Toda desviación en exceso se debe corregir inmediatamente.

Antes de colocar el concreto debe estar disponible una longitud mínima colocada y alineada de formaletas. Esta longitud debe ser la necesaria para tener al menos una hora de trabajo. Las formaletas se deben aceitar antes de cualquier colocación de concreto.

Se debe verificar que la superficie de la capa de soporte se encuentre a una distancia del nivel superior de la losa, al menos igual al espesor determinado para la losa.

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

El retiro de las formaletas se puede realizar cuando el concreto esté suficientemente duro y los riesgos de destrucción estén descartados.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **600.5.6 Colocación elementos guía para pavimentadoras de formaletas deslizantes**

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

- La ubicación en el terreno de las estacas
- El espaciamiento entre estacas el cual debe ser del orden de 10 metros.
- 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 verificará que ninguna estaca se mueva.

Para las obras de rehabilitación, es deseable que las estacas sean puestas en el sitio y niveladas al menos 24 horas antes del paso de la máquina para verificar con la ayuda de un hilo transversal a la vía, el espesor mínimo de la losa y rectificar el perfil longitudinal.

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

#### **600.5.7 Colocación de los pasadores o barras pasajuntas**

Salvo que los pasadores se introduzcan en el pavimento mediante máquinas adecuadas para ello, deberán disponerse con anterioridad al vaciado del concreto mediante canastas metálicas de sujeción, suficientemente sólidas y con uniones soldadas que se fijarán a la base de un modo firme. Las canastas de sujeción deben conservar los pasadores en la posición correcta, como se indica en el proyecto, durante la colocación y acabado del concreto, mas no deben impedir el movimiento longitudinal de los mismos.

Inmediatamente antes de su instalación, los pasadores deben ser recubiertos al menos en una de sus mitades 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 a mitad de la altura de la losa, con una mitad a cada lado de la junta, y se colocarán paralelos entre sí y 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. Se deberá dejar una referencia precisa que defina dicha posición a la hora de completar la junta.

#### **600.5.8 Colocación de barras de amarre**

Cuando el proyecto contemple la colocación de varillas de amarre o unión, éstas se deben instalar en forma perpendicular a la junta, 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 una mitad a cada lado de la junta.

Cuando la pavimentación se realice entre formaletas fijas, las varillas se insertarán 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 introducirán manualmente en la mitad del espesor del pavimento fresco, a las separaciones previstas en los planos del proyecto.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **600.5.9 Colocación de armaduras**

En los pavimentos de tipo armado con juntas, las armaduras, que se encontrarán libres de suciedad y oxido no adherente, se colocarán 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 interrumpirán 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 irán debajo de las longitudinales y el recubrimiento de éstas deberá encontrarse entre sesenta y noventa milímetros (60 - 90 mm).

#### **600.5.10 Colocación del concreto**

Antes de vaciar el concreto, la superficie de apoyo se deberá encontrar preparada. La máxima caída libre de la mezcla desde el vehículo de transporte en el momento de la descarga, será de un metro y medio (1.50 m), procurándose que ello ocurra lo más cerca posible del lugar definitivo de colocación, para reducir al mínimo las posteriores manipulaciones.

El concreto se deberá colocar, vibrar y acabar antes de que transcurra el tiempo de manejabilidad definido en la fase de experimentación. Sin embargo, se podrá 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.

Cuando la puesta en obra se realice entre formaleas fijas, el concreto se distribuirá uniformemente y una vez extendido se compactará por vibración y enrasará con elementos adecuados, de modo de tener una superficie uniforme, lisa y libre de irregularidades, marcas y porosidades; se utilizarán para tal fin reglas ó rodillos vibratorios. Se deberán emplear adicionalmente vibradores de aguja, dos (2) como mínimo en cada vaciado, teniendo especial cuidado con la densificación de los bordes de la placa.

Cuando la puesta en obra se realice con equipos de formaleas 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 repartición del concreto debe asegurarse ya sea por un carro repartidor, por un tornillo doble sin fin, o por una plancha distribuidora. La máquina debe conducirse de manera que la pasta no se escurra nunca por delante del concreto suministrado.

En el caso de suspender la colocación del concreto por más de 45 minutos, se protegerá el frente del pavimento con telas de fique húmedas. Si el lapso de interrupción supera el del tiempo de manejabilidad establecido en el tramo de prueba, se dispondrá una junta transversal de construcción que garantice la capacidad mecánica de la losa y no induzca grietas transmisoras sobre las calzadas contiguas.

Para áreas irregulares o aisladas, se podrán 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 Sección.

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Si el Interventor sospecha que la compactación es deficiente, se requerirá la ejecución de ensayos de verificación. Estos ensayos de verificación consistirán en la toma de núcleos del concreto terminado después de al menos 24 horas de curado. Las pruebas de densidad se ejecutarán con base en el contenido de agua que tengan las muestras tal como se toman.

La densidad se determinará en la condición saturada y seca superficialmente, según al norma de ensayo ASTM C-642. Los ensayos se tomarán por lo menos 1 cada 350 m<sup>3</sup> de concreto.

La densidad promedio de los núcleos no será menor que 97% y ningún núcleo tendrá una densidad menor que 96%, con respecto a la densidad de la fórmula de trabajo. Si estas condiciones no se cumplen, se considerará que la vibración es inadecuada y deberá mejorarse, de manera que se logren los requisitos anteriormente establecidos en las siguientes verificaciones.

#### **600.5.11 Ejecución de las juntas de construcción**

Las juntas transversales de construcción, se dispondrán al fin de la jornada de trabajo ó cuando se presente una interrupción que haga temer el comienzo del fraguado. En general, se harán coincidir estas juntas con una de contracción o de dilatación y, de no ser así, se dispondrá de una junta de construcción entre un tercio (1/3) y los dos tercios (2/3) de la longitud efectiva de la losa. Si las losas resultantes quedan con una relación largo/ancho (L/B) menor al máximo permisible para pavimentos sin refuerzo (usualmente 1.4), las losas se reforzarán. Así mismo, será 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 permitirá la ejecución de la junta de construcción en un sitio diferente al previsto, y el concreto colocado en forma parcial en la losa, deberá ser removido.

#### **600.5.12 Acabado superficial**

Después de extendido y compactado, el concreto será sometido a un proceso de acabado superficial 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 podrá realizarse por medio de herramientas manuales, como el flotador o enrasador. También podrán utilizarse equipos de terminado que se deslicen sobre las formaletas fijas. La disposición y movimiento del elemento enrasador serán 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 deberá ser en lo posible efectuado por la misma máquina pavimentadora, la cual deberá disponer de los elementos y mecanismos necesarios para ello.

Una vez terminada esta operación, y mientras el concreto se encuentre en estado plástico, se comprobará el acabado superficial con una regla de tres metros colocada en cualquier sector de la calzada no afectado por cambios de pendiente, verificando que las irregularidades no excedan de cinco milímetros (5 mm).

En el caso de que se presenten diferencias mayores, ellas deberán eliminarse, ya sea agregando concreto fresco que se vibrará y terminará del mismo modo que el resto del pavimento, ó bien eliminando los excesos con los bordes de la llana. Se prohibirá el riego de agua ó la extensión de mortero sobre la superficie para facilitar el acabado y corregir irregularidades del pavimento.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 600.5.13 **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 dará al pavimento la textura superficial adecuada para garantizar la resistencia al deslizamiento requerida.

Esta labor consistirá inicialmente en el paso de una tela de yute sobre toda la superficie del pavimento en el sentido longitudinal; la tela deberá encontrarse húmeda para garantizar que por su peso deje el microtexturizado que se requiere.

Posteriormente, se le dará al pavimento una textura transversal homogénea en forma de estriado, por medio de la aplicación manual ó mecánica de un cepillo de texturizado, en forma sensiblemente perpendicular al eje de la calzada, de tal forma que las estrías tengan entre 3 y 6 mm de profundidad, unos 3mm de ancho y unos 20mm de separación.

### 600.5.14 **Protección del concreto fresco**

Durante el tiempo de fraguado, el concreto deberá ser protegido contra el lavado por lluvia, la insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja.

En épocas lluviosas el Constructor colocará materiales impermeables sobre el concreto fresco, 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 deslavado por tal efecto, deberá someter la superficie a ranurado transversal mecánico, a costa del Constructor.

Durante el período de protección, que en general no será inferior a tres (3) días a partir de la colocación del concreto, estará prohibido todo tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para el aserrado de las juntas cuando se empleen sierras mecánicas.

### 600.5.15 **Curado del concreto**

El curado busca evitar la pérdida de agua de la mezcla; la selección del tipo de curado o protección, así como el momento adecuado para su aplicación, dependen de las condiciones específicas del proyecto, como las condiciones ambientales y el tipo de mezcla. Es responsabilidad del Constructor proponer, para aprobación del Interventor, el sistema de curado de cada proyecto, 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.

El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. El curado del concreto se deberá realizar en todas las superficies libres, incluyendo los bordes de las losas, por un período no inferior a siete (7) días y, de ser posible, se deberá prolongar hasta diez (10) días. Sin embargo, el Interventor podrá modificar dicho plazo, de acuerdo con los resultados de resistencia obtenidos sobre muestras del concreto empleado en la construcción del pavimento.

#### 600.5.15.1 **Curado con productos químicos que forman película impermeable**

Cuando el curado se realice con productos de este tipo, ellos se deberán aplicar inmediatamente hayan concluido las labores de colocación y acabado del concreto y el agua libre de la superficie haya

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

desaparecido completamente. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes vientos ó lluvias, el producto deberá aplicarse antes de cumplirse dicho plazo.

El producto de curado que se emplee deberá cumplir las especificaciones dadas por el fabricante y la dosificación de estos productos se hará siguiendo las instrucciones del mismo. Su aplicación se llevará 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 a razón de un litro por metro cuadrado (1 lt/m<sup>2</sup>), para obtener un espesor uniforme de aproximadamente un milímetro (1 mm), que deje una membrana impermeable y consistente de color claro que impida la evaporación del agua que contiene la mezcla del concreto fresco.

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

También se aplicará 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 con un producto bituminoso.

#### **600.5.15.2 Curado por humedad**

Cuando se opte por este sistema de curado, la superficie del pavimento se cubrirá 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.

Mientras llega el momento de colocar el producto protector, la superficie del pavimento se mantendrá húmeda aplicando agua en forma de rocío fino y nunca en forma de chorro.

Los materiales utilizados en el curado se mantendrán saturados todo el tiempo que dure el curado. No se permite el empleo de productos que ataquen ó decoloren el concreto.

#### **600.5.15.3 Curado mediante membranas de polietileno ó de papel**

Cuando se adopte este método de curado, las membranas, se colocarán 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 aplicará agua en forma de rocío para mantener la superficie húmeda.

Se deberá 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 permitirán membranas de color negro.

#### **600.5.16 Retiro de formaletas**

Cuando el pavimento se construya entre formaletas fijas, el retiro de éstas se efectuará luego de transcurridas dieciséis (16) horas a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el Interventor podrá aumentar o reducir el tiempo, en función de la resistencia alcanzada por el concreto y del aspecto de los bordes del pavimento.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **600.5.17 Aserrado de juntas**

Después del procedimiento de curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos abrasivos si se realizan los cortes en seco, ó con discos de diamante que se enfrían con agua.

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

El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales. Este corte deberá iniciarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución (no se presenten desportillamientos) y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados.

El momento propicio para efectuar la actividad de corte será definido en la fase de experimentación y deberá ser tal que no genere la aparición de fisuras por tiempos tardíos o que se presente pérdida de agregado en la junta o daños en los bordes de la losa o de la junta. Sin embargo una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas. El inicio de los trabajos de corte deberá definirse mediante estudios previos al concreto en el cual se defina el momento óptimo de corte de acuerdo a las condiciones ambientales.

En caso de urgencia, por ejemplo cuando se presenta un daño grave en una máquina o cuando se presenta un cambio rápido de humedad, se puede cortar una de cada tres juntas y luego, lo más pronto posible, se pueden cortar las juntas faltantes (nunca después de 24 horas de colocado el concreto).

Se realiza un corte inicial con un ancho de 3 mm y a una profundidad de 1/3 del espesor h de la losa de concreto con el fin de inducir la falla controlada. Posteriormente, se realiza un ensanchamiento del corte para poder alojar el material de sello, de acuerdo con los planos del proyecto.

El segundo corte deberá realizarse antes de 48 horas de la colocación del sello.

#### **600.5.18 Preparación de las Juntas**

Inmediatamente después del 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 10 MPa. Cuando finalice la limpieza la junta debe ser soplada con un compresor de aire, de 1 MPa de presión y 70 litros por segundo de caudal.

Si los documentos técnicos del proyecto exigen una limpieza adicional con chorro de arena, ésta se realizará como se indica a continuación: cuando la superficie esté limpia y seca y justo antes de colocar el fondo de la junta y el sello, la junta debe ser tratada con dos pases de chorro de arena o hidroarenado como mecanismo de preparación de superficie; por ejemplo un pase en cada una de las caras de la junta. Luego, el aire comprimido debe ser utilizado para remover de la junta todos los residuos de polvo.

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

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Hasta el momento de sellado de las juntas, éstas se protegerán 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 deberán apoyarse en la parte superior de la losa.

No podrá presentarse ningún almacenamiento de material sobre las losas recién construidas.

#### **600.5.19 Sellado de las juntas**

El sistema de sellado de juntas para pavimentos de Concreto 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 (mínimo 5 años).

##### **600.5.19.1 Tiempo de Aplicación**

Las juntas deben ser selladas pasados 21 a 28 días de edad del concreto y tan pronto como las condiciones climáticas lo permitan y 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 10° C y el clima no debe estar ni lluvioso ni toldado. Los requerimientos de temperatura pueden no tenerse en cuenta, solo cuando sean aprobados por el Interventor. El sello se debe realizar preferiblemente en las horas del día, cuando la junta este 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.

##### **600.5.19.2 Instalación del Sello**

Antes de sellar las juntas el constructor debe demostrar que el equipo y los procedimientos para preparar, mezclar y colocar el sello producirán 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 al iniciación de esta tarea en forma masiva, se ejecutarán dos prueba de instalación en juntas de 200 metros lineales que deberán ser aprobados 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 llenantes elastoméricas autonivelantes a base de poliuretano o siliconas vaciadas en frío que cumplan con los requisitos y especificaciones de la Sección 600.2.1.10.1.

Previamente al vaciado del material de sello, se coloca una tirilla de respaldo presionándola dentro de la junta con un instalador adecuado de rueda metálica, de manera que quede colocada a la profundidad requerida. La tirilla de respaldo 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.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Se debe enrasar el sello pasando una herramienta en ambas direcciones para asegurar una aplicación libre de aire. La superficie del sello debe quedar 3 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 será rechazado y debe ser reemplazado por el constructor sin costo adicional.

#### **600.5.20 Apertura al tránsito**

El pavimento no se dará al servicio antes de que el concreto haya alcanzado una resistencia a la flexión del ochenta por ciento (80%) de la especificada a veintiocho (28) días, indistintamente se trate de concretos convencionales o especiales de resistencias tempranas altas.

#### **600.5.21 Defectos a edades tempranas**

Si se presenta fisuras tempranas, se deberá realizar una revisión detallada de las mezclas utilizadas, de los asentamientos medidos, del manejo de las películas o del procedimiento de curado, del tiempo de ejecución de los cortes, de la temperatura ambiente y del concreto, y en fin, todos los elementos que puedan haber incidido para que ocurriera el fenómeno.

En aquellos paneles donde se presente fisuración, debe ordenarse la demolición de la losa. Sin embargo, si se presenta fisuración por retracción cuya profundidad no supere los 10cm, ésta se podrá reparar utilizando resina epóxica inyectada a presión, previa limpieza de las fisuras, teniendo cuidado de no ensanchar las fisuras durante el proceso de inyección. La resina epóxica debe ser del tipo IV grado 1, según la especificación ASTM C-881, y debe aplicarse según procedimiento previamente aprobado por el Interventor.

Si a causa de un aserrado prematuro se presentan descascaramientos en las juntas, éstos deberán ser reparados por el Constructor, a su costa, con un concreto o mortero de resina epóxica, dependiendo de su tamaño. Antes de la colocación del producto de reparación, la junta debe ser preparada mediante el corte de una cavidad apropiada que remueva todo concreto afectado y provea el espacio en tamaño y forma adecuados para la reparación; se debe aplicar un imprimante en la cavidad, del tipo III grado 1, según la especificación ASTM C-881.

En todos estos casos el Constructor deberá presentar, previamente, un documento con las acciones correctivas, que incluya materiales, dimensiones y procedimientos que se utilizarán en la reparación del pavimento.

#### **600.5.22 Procesos constructivos para casos especiales**

El Contratista deberá seguir las indicaciones de los documentos técnicos del proyecto para adelantar la construcción de las losas de concreto en todos los casos especiales, como losas irregulares, 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.

#### **600.5.23 Conservación**

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

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

## 600.6 CONDICIONES PARA EL RECIBO DE LOS TRABAJOS

### 600.6.1 Controles generales

Durante la ejecución de los trabajos, se adelantarán los siguientes controles principales:

- Verificar el buen estado y correcto funcionamiento de los equipos y herramientas empleados por el Constructor; el Interventor ordenará el reemplazo inmediato de aquellos que, a su juicio, no permitan la correcta ejecución de los trabajos a que hace referencia esta Sección.
- Comprobar que los materiales por utilizar cumplan todos los requisitos de calidad exigidos en el numeral 600.2 de esta sección.
- Observar la correcta aplicación del método de trabajo aprobado en cuanto a la elaboración y manejo de los agregados, así como la manufactura, transporte, colocación, compactación, ejecución de juntas, acabado y curado de las mezclas de concreto que constituyen el pavimento.
- Efectuar los ensayos necesarios para el control de la mezcla.
- Establecer correlaciones entre la resistencia a flexo-tracción y la resistencia a tracción indirecta para el concreto con el cual se construye el pavimento.
- Vigilar la regularidad en la producción de los agregados y la mezcla de concreto durante el período de ejecución de las obras.
- Tomar cotidianamente las muestras de la mezcla que se elabore, para determinar su resistencia a flexión.
- Tomar cotidianamente núcleos del pavimento para verificar su espesor, densidad y resistencia a la tracción indirecta.
- Levantar los perfiles y medir la textura superficial, comprobando la uniformidad de la superficie.

### 600.6.2 Controles de producción de agregados

Durante la etapa de producción, se examinarán las descargas de los diferentes agregados a los acopios y se ordenará 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 deberán acopiar por separado aquellos agregados que presenten alguna anomalía de aspecto, tal como distinta coloración, segregación, partículas alargadas o aplanadas, y plasticidad

Indistintamente si el Constructor elabora la mezcla o tiene un proveedor que la suministra deberá verificar la calidad de los agregados mediante la realización de los ensayos que se relacionan en la tabla 600.7.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
Versión: 1.0	Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006	

**Tabla 600.7**

**Ensayos de verificación sobre los agregados para pavimentos de concreto hidráulico**

Ensayo		Norma de Ensayo	Frecuencia
<b>Composición</b>			
Granulometría		INVE-213	1 por jornada
Módulo de Finura		INVE-213	1 por jornada
<b>Dureza</b>			
Desgaste Los Ángeles	- En seco, 500 revoluciones - En seco, 100 revoluciones - Después de 48 horas de inmersión 500 revoluciones	INV E-218	1 por mes
Micro Deval	- Agregado Grueso (FT)	EN 1097-1	1 por mes
10% de finos	- Seco y Húmedo	BS 812 PART 111	1 por mes
<b>Durabilidad</b>			
Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos		INV E-220	1 por mes
<b>Limpieza</b>			
Límite Líquido		INV E-125	1 por jornada
Índice de Plasticidad		INV E-126	1 por jornada
Equivalente de Arena		EN 933-8	1 por semana
Azul de Metileno		EN 933-9	1 por semana
Terrones de arcilla y partículas deleznable		INV E-211	1 por semana
Partículas livianas		INV E-221	1 por semana
<b>Geometría de las Partículas</b>			
Partículas Fracturadas Mecánicamente		INVE-227	1 por jornada
Índice de Aplanamiento		INV E-230	1 por semana
Índice de Alargamiento		INV E-230	1 por semana
<b>Pesos Específicos</b>			
Peso Específico y Absorción		INVE-222 y 223	1 por mes

*FT = Reporte obligatorio del resultado del ensayo a partir de enero de 2007.*

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

Adicionalmente, y aparte de las consideraciones especiales sobre la granulometría que se dan en el numeral 600.6.3, para que la fórmula de trabajo siga siendo válida no se pueden presentar variaciones mayores del 20% con relación a los valores reportados en la fórmula de trabajo para los ensayos de geometría de las partículas y pesos específicos. Si estas condiciones no se cumplen, pero los valores se encuentran dentro de los límites generales de la especificación, el Contratista deberá parar la producción de concreto y elaborar una nueva fórmula de trabajo, la cual debe ser aprobada por el Interventor antes de reiniciar la producción de concreto.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

### 600.6.3 Granulometría de los agregados

La curva granulométrica de cada ensayo individual deberá ajustarse a la franja de tolerancia. La franja de tolerancia se construirá a partir de la granulometría de diseño de la mezcla y los límites fijados en la tabla 600.8:

**Tabla 600.8  
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

En el caso que los valores obtenidos excedan la franja de tolerancia definida en la fórmula de trabajo, pero no se salgan de las franjas normativas, el Proveedor deberá preparar en laboratorio una mezcla con la gradación defectuosa. Ella se someterá a las pruebas de valoración descritas en la presente Sección. En el caso de que no cumplan los requerimientos, el Constructor demolerá a su costa la o las losas cuestionadas.

### 600.6.4 Control de calidad del cemento

Por cada 1000 m<sup>3</sup> vaciados de mezcla de concreto hidráulico, el Constructor realizará todos los ensayos de control que permitan verificar la calidad del cemento (ensayos físicos, mecánicos y químicos, numeral 600.2.1.4.1), presentándolos a la Interventoría, conjuntamente con los resultados de resistencia del concreto, para la aprobación del tramo. En el caso de que el Constructor tenga un proveedor de la mezcla, deberá presentar al IDU o a la Interventoría los certificados de calidad remitidos; en este último caso, el Constructor deberá tomar muestras en la planta del proveedor, y realizar los ensayos especificados, por lo menos una vez al mes.

### 600.6.5 Control de calidad del agua

Para la misma cantidad de mezcla indicada en el numeral anterior, el Constructor determinará los parámetros básicos de caracterización como lo son su PH, el contenido de sulfatos, cloruros, y sólidos totales. Como pruebas adicionales se verificará, cuando aplique, un ensayo de tiempos de fraguado.

### 600.6.6 Control de Calidad de los productos químicos para curado y membranas de separación

El Constructor deberá presentar certificaciones periódicas de los fabricantes ó proveedores de estos productos, que garanticen la calidad y conveniencia en su utilización, para la autorización por parte de la Interventoría del proyecto.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

#### **600.6.7 Control de Calidad del sellado de juntas**

El Constructor deberá presentar certificaciones periódicas de los fabricantes ó proveedores de los productos por emplear en el sellado de las juntas, que garanticen la calidad y conveniencia en su utilización, para la autorización por parte de la Interventoría del proyecto.

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

El constructor debe garantizar el sello para defectos de los materiales e instalación por un periodo mínimo de 5 años.

#### **600.6.8 Control de calidad de la mezcla**

##### **600.6.8.1 Consistencia**

Se controlará la consistencia de cada carga transportada, para lo cual se extraerá una muestra en el momento de la colocación del concreto para someterla al ensayo de asentamiento (INVE-404), cuyo resultado deberá encontrarse dentro de los límites indicados en la fórmula de trabajo.

Si el resultado del primer ensayo está por debajo del límite y por fuera del intervalo especificado en la fórmula de trabajo para la recepción del concreto, deberá realizarse un segundo ensayo utilizando concreto del mismo camión. Si el segundo ensayo está dentro del intervalo de asentamiento se acepta el concreto; de lo contrario, se debe proceder de la siguiente manera:

- Si la muestra se encuentra por debajo del límite especificado de diseño en un valor no mayor de 12 mm (1/2”), se podrán adicionar aditivos aprobados por el proveedor del concreto, siempre y cuando se demuestre que dicha adición no afecta las demás propiedades requeridas y diseñadas para el concreto. De esta mezcla adicionada con aditivos se tomarán muestras para ensayos de flexión y tracción indirecta.
- Si la baja magnitud del asentamiento es originado por un avanzado fraguado del material, el concreto será totalmente rechazado.

Si se encuentra por encima del límite especificado de diseño, se deberá realizar un segundo ensayo utilizando concreto del mismo camión. Si el segundo ensayo está dentro del intervalo de asentamiento se acepta el concreto; si está por encima del límite especificado, procederá de inmediato a rechazar el concreto.

##### **600.6.8.2 Resistencia de la mezcla**

La resistencia de la mezcla se evaluará en términos de su resistencia a la flexión (norma INV E-414). La resistencia a la flexión se evaluará y aceptará por lotes usando un análisis de Nivel de Calidad (*NQ*); este análisis *NQ* calcula el grado de cumplimiento de la resistencia especificada en términos del Porcentaje Estimado de la Resistencia dentro de los Límites de la Especificación (*PDL*) por un método estadístico que tiene en cuenta el promedio de los resultados de los ensayos del lote y su dispersión (desviación estándar) debida a la variabilidad tanto del material como de los procedimientos de muestreo y ensayo. El análisis *NQ* se hará como se indica en el numeral 600.6.8.2.1; los resultados de este análisis se

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

calificarán, para efectos de aceptación, aceptación con sanción (o reducción de precio) o rechazo según se indica en el numeral 600.6.8.2.2.

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, la menor cantidad de pavimento construida con el mismo tipo de mezcla que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- La obra ejecutada en una jornada de trabajo.
- Trescientos cincuenta metros cúbicos (350 m<sup>3</sup>) de concreto colocado.

Cada lote se dividirá en al menos cuatro (4) sub-lotes con aproximadamente la misma área de pavimento. Para proyectos con baja producción diaria de concreto para un tipo dado de mezcla (menos de 100 m<sup>3</sup> por día), se podrá combinar la producción del día con la producción del siguiente o siguientes días del mismo tipo de mezcla hasta completar los 100 m<sup>3</sup> de concreto colocado para su tratamiento como un lote.

Por cada sub-lote se tomará una muestra, escogida de manera aleatoria, para elaborar las siguientes probetas:

- Cuatro (4) vigas prismáticas para ensayos de resistencia a flexión (INVE-414), de las cuales se fallarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidas al curado normalizado.
- Cuatro (4) cilindros, para ensayos de tracción indirecta (INV E-411), de los cuales se fallarán dos (2) a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, luego de ser sometidos al curado normalizado.

El promedio de la resistencia de las dos (2) probetas de la misma mezcla y de la misma edad se considera como un ensayo. Los valores de resistencia a siete (7) días se emplearán 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 se emplearán en la comprobación de la resistencia del concreto para su aceptación.

*Nota:* para algunos proyectos o para algunas partes de un proyecto, puede requerirse que la resistencia especificada para el concreto se obtenga a una edad más temprana, que deberá estar definida en los documentos del proyecto o será acordada en obra con el Interventor. En estos casos, se variarán las edades de los ensayos de manera consecuente y los criterios de aceptación se aplicarán a la nueva edad establecida.

#### **600.6.8.2.1 Cálculo del porcentaje estimado de la resistencia dentro de los Límites de la Especificación (PDL)**

Este cálculo se hará con base en el promedio de los resultados de resistencia de cada lote, su desviación estándar y su índice de calidad inferior *IQI*. Los pasos a seguir son los siguientes:

(a) Cálculo del promedio aritmético ( $\bar{x}$ ) de los resultados de los ensayos:  $\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$

Donde:  $\sum x$  = sumatoria de los resultados individuales de los ensayos  
 $n$  = número de ensayos

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

(b) Cálculo de la desviación estándar de los ensayos (s):

$$s = \sqrt{\frac{n \sum(x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

Donde:  $\sum(x^2)$  = sumatoria de los cuadrados de los resultados individuales

$(\sum x)^2$  = sumatoria de los resultados de los ensayos, elevada al cuadrado

(c) Cálculo del Índice de Calidad Inferior (IQI):  $IQI = \frac{\bar{x} - LIE}{s}$

Donde: *LIE* = límite inferior de la especificación o valor mínimo especificado para la resistencia del concreto.

*Nota:* Si los documentos técnicos del proyecto no definen expresamente el límite inferior de la especificación (*LIE*) para la resistencia del concreto (valor que puede ser también nombrado como “resistencia característica”), se entenderá que el valor señalado en los documentos es el valor promedio; en este caso, el valor mínimo o límite inferior especificado (*LIE*) será igual al valor promedio menos 2 décimas de Megapascal (0.2 MPa).

(e) Determinación del Porcentaje Estimado de la Resistencia dentro de los Límites de la Especificación (*PDL*) con la tabla 600.9, utilizando el Índice de Calidad Inferior (*IQI*) y el número de ensayos (*n*); el término *IQI* se denomina Índice de Calidad Inferior porque califica la calidad de la producción con base en el cumplimiento de un valor mínimo o inferior establecido como requisito, en este caso el *LIE*. Se leerá el valor de *PDL* correspondiente al *IQI* de la tabla que resulte más cercano por defecto al valor *IQI* calculado para el lote. Si el valor de *IQI* es negativo, se reportará como Porcentaje Estimado de la Resistencia dentro de los Límites de la Especificación (*PDL*) el resultado de restar de 100 el valor de *PDE* leído de la tabla para el valor absoluto de *IQI*.

**Tabla 600.9**  
**Porcentaje estimado de la resistencia dentro de los límites de la especificación (PDL)**

PDL, %	Índice de calidad inferior, IQI					
	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8
100	1.16	1.49	1.72	1.88	1.99	2.07
99	-	1.46	1.64	1.75	1.82	1.88
98	-	1.43	1.58	1.66	1.72	1.75
97	1.15	1.40	1.52	1.59	1.63	1.66
96	-	1.37	1.47	1.52	1.56	1.58
95	1.14	1.34	1.42	1.47	1.49	1.51
94	-	1.31	1.38	1.41	1.43	1.45
93	1.13	1.28	1.33	1.36	1.38	1.39
92	1.12	1.25	1.29	1.31	1.33	1.33
91	1.11	1.22	1.25	1.27	1.28	1.28
90	1.10	1.19	1.21	1.23	1.23	1.24
89	1.09	1.16	1.18	1.18	1.19	1.19
88	1.07	1.13	1.14	1.14	1.15	1.15
87	1.06	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
86	1.04	1.07	1.07	1.07	1.07	1.06
85	1.03	1.04	1.03	1.03	1.03	1.03

PDL, %	Índice de calidad inferior, IQI					
	n=3	n=4	n=5	n=6	n=7	n=8
84	1.01	1.01	1.00	0.99	0.99	0.99
83	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.95
82	0.97	0.95	0.93	0.92	0.92	0.92
81	0.95	0.92	0.90	0.89	0.88	0.88
80	0.93	0.89	0.87	0.86	0.85	0.85
79	0.91	0.86	0.84	0.82	0.82	0.81
78	0.88	0.83	0.81	0.79	0.79	0.78
77	0.86	0.80	0.77	0.76	0.75	0.75
76	0.83	0.77	0.74	0.73	0.72	0.72
75	0.81	0.74	0.71	0.70	0.69	0.69
74	0.78	0.71	0.68	0.67	0.67	0.65
73	0.75	0.68	0.65	0.64	0.63	0.62
72	0.73	0.65	0.62	0.61	0.60	0.59
71	0.70	0.62	0.59	0.58	0.57	0.57
70	0.67	0.59	0.56	0.55	0.54	0.54
69	0.64	0.56	0.53	0.52	0.51	0.51
68	0.61	0.53	0.50	0.49	0.48	0.48
67	0.58	0.50	0.47	0.46	0.45	0.45
66	0.55	0.47	0.45	0.43	0.43	0.42
65	0.51	0.44	0.42	0.40	0.40	0.39
64	0.48	0.41	0.39	0.38	0.37	0.37
63	0.45	0.38	0.36	0.35	0.34	0.34
62	0.41	0.35	0.33	0.32	0.32	0.31
61	0.38	0.30	0.30	0.30	0.29	0.28
60	0.34	0.28	0.28	0.25	0.25	0.25
59	0.31	0.27	0.25	0.23	0.23	0.23
58	0.30	0.25	0.23	0.20	0.20	0.20
57	0.25	0.20	0.18	0.18	0.18	0.18
56	0.20	0.18	0.16	0.15	0.15	0.15
55	0.18	0.15	0.13	0.13	0.13	0.13
54	0.15	0.13	0.10	0.10	0.10	0.10
53	0.10	0.10	0.08	0.08	0.08	0.08
52	0.08	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
51	0.05	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

#### 600.6.8.2.2 Criterio de aceptación de la resistencia a la flexión del concreto

Para la aceptación o rechazo del lote de pavimento de concreto, se definen 3 niveles de calidad en función del Porcentaje Estimado de la Resistencia dentro de los Límites de la Especificación (*PDL*):

**(a)** Nivel de Aceptación a Satisfacción: si el valor de *PDL* del lote es igual a superior a 90%, el lote de pavimento se acepta y se paga al precio unitario del contrato.

**(b)** Nivel de Aceptación con Sanción: si el valor de *PDL* del lote está entre 40% y 89%, el lote de pavimento se podrá aceptar con sanción, consistente en la aplicación de una reducción al precio unitario del contrato para el pago del lote por medio de un factor de ajuste de precio. El factor de ajuste de precio por resistencia *FAR* (menor que la unidad), que se aplicará al precio unitario del contrato para el pago del lote, se definirá para cada lote mediante la tabla 600.10.

**(c)** Nivel de Rechazo: si el valor de *PDL* del lote es inferior 40%, se demolerá lote de pavimento objeto de la controversia y transportará a los sitios aprobados para la recepción de escombros, a expensas del

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

Constructor, quien lo reemplazará a su costa, con otro de calidad satisfactoria. Ocasionalmente, el IDU podría permitir que no se demuela un lote de pavimento rechazado; en este caso, el pavimento rechazado podrá permanecer en el sitio pero será pagado al cincuenta por ciento (50%) del precio del contrato ( $FAR = 0.5$ ).

**Tabla 600.10**  
**Factor de ajuste por resistencia *FAR* del precio unitario del contrato**

PDL	Factor de ajuste de precio unitario
90 a 100	1.000
89	0.995
88	0.990
87	0.985
86	0.980
85	0.975
84	0.970
83	0.965
82	0.960
81	0.955
80	0.950
79	0.945
78	0.940
77	0.935
76	0.930
75	0.925
74	0.920
73	0.915
72	0.910
71	0.905
70	0.900
69	0.893
68	0.885
67	0.878
66	0.870
65	0.863
64	0.855
63	0.848
62	0.840
61	0.833
60	0.825
59	0.818
58	0.810
57	0.803
56	0.795
55	0.788

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> Instituto DESARROLLO URBANO
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

54	0.780
53	0.773
52	0.765
51	0.758
50	0.750
49	0.743
48	0.735
47	0.728
46	0.720
45	0.713
44	0.705
43	0.698
42	0.690
41	0.683
40	0.675

#### 600.6.8.2.3 Resistencia a la tracción indirecta

En principio, los resultados de los ensayos de tracción indirecta (probetas elaboradas en moldes cilíndricos o núcleos) no se utilizarán como criterio de aceptación o rechazo del concreto colocado. Podrán servir como elemento de juicio en aquellos casos en que dentro de un mismo lote se registren valores individuales de resistencia a la flexión excesivamente bajos con respecto a los demás valores del lote, o que el Interventor tenga dudas sobre los ensayos de flexión correspondientes.

Sin embargo, si para el mismo diseño de mezcla de concreto con el que se construye el pavimento, se ha establecido o se logra establecer en la obra una correlación con un coeficiente de correlación ( $r^2$ ) mayor de nueve décimas (0.9) entre los resultados de módulo de rotura y de tracción indirecta (preferiblemente de núcleos), en un muestreo por lo menos de 30 especímenes, el Interventor podrá aceptar el control de la resistencia por medio de probetas cilíndricas sometidas a la prueba de tracción indirecta, en lugar de ensayar vigas prismáticas a flexión.

La correlación por aplicar, que deberá ser aprobada por el Interventor, corresponderá no a la línea promedio de correlación sino a la línea ajustada de correlación que represente un nivel de confianza mínimo del 85% en la estimación de la resistencia a la flexión con base en un valor dado de tracción indirecta.

En dicho caso, no será necesario elaborar las cuatro (4) vigas de cada sub-lote mencionadas en el numeral 600.6.8.2; Sin embargo, al menos en vías de tráfico T4 o T5, será necesario seguir tomando vigas con alguna frecuencia para verificar que la correlación se sigue cumpliendo; el Interventor decidirá, con base en los resultados que se van obteniendo, la frecuencia de toma de vigas.

En este caso, los resultados de tracción indirecta serán sometidos al mismo análisis estadístico de Nivel de Calidad ( $NQ$ ) establecido para los resultados de los ensayos a flexión (numerales 600.6.8.2 y 600.6.8.2.1) y se aplicarán los mismos criterios de aceptación (numeral 600.6.8.2.2). Se utilizará como Límite Inferior de la Especificación *LIE* el valor de tracción indirecta que corresponda al *LIE* para el ensayo de flexión que se haya establecido en los documentos del proyecto, o se haya definido según las indicaciones del numeral 600.6.8.2.1; la correspondencia con la correlación aprobada para el proyecto,

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

será la que represente un nivel de confianza mínimo del 85% en la estimación de la resistencia a la flexión con base en un valor dado de tracción indirecta.

### **600.6.8.3 Verificación de los agregados en la mezcla**

Simultáneamente con la toma de muestras para resistencia, se tomarán muestras representativas para verificar la granulometría, el módulo de finura y las características geométricas de los agregados (partículas fracturadas mecánicamente, índice de aplanamiento, índice de alargamiento). La mezcla será lavada inmediatamente para remover el cemento, con lo cual se pueden perder los finos; por lo tanto, el contenido de finos no será tenido en cuenta como criterio de evaluación.

Los resultados de estos ensayos serán utilizados como parámetros de aceptación o rechazo siguiendo los criterios establecidos en los numerales 600.6.2 y 600.6.3.

*Nota: Inicialmente, desde la fecha de expedición de estas especificaciones y hasta diciembre la fecha fijada por el IDU, se permitirán unas tolerancias adicionales 2 puntos (2%) con respecto a los requisitos de la Tabla 600.8 de para definir la aceptación o el rechazo de los lotes a partir de los resultados de verificación contemplados en este numeral 600.6.8.3.*

*En la fecha fijada por el IDU se suprimirán las tolerancias adicionales, previa revisión de los valores de la tabla con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.*

### **600.6.9 Control de calidad del producto terminado**

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

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

La cota de cualquier punto del pavimento curado no deberá variar en más de cinco milímetros (5 mm) de la proyectada. De igual manera no deberán existir depresiones mayores a 3 mm, controlados con regla de 3.00 m. Las losas que presenten anomalías por encima de los límites especificados deberán ser demolidas y los escombros deberán ser transportados a los sitios aprobados para la recepción de ellos, todo a expensas del Constructor, quien las reemplazará a su costa.

Además, se deberán efectuar las siguientes verificaciones:

#### **600.6.9.1 Espesor**

Luego del fraguado de las losas, el Constructor tomará secciones topográficas para verificar los niveles de la superficie y los espesores colocados. Así mismo, una vez retiradas las formaletas, se realizarán las verificaciones de espesores en los costados de las losas.

La verificación de espesor para aceptación o rechazo se realizará subdividiendo la superficie del pavimento en zonas con un área de tres mil quinientos metros cuadrados (3.500 m<sup>2</sup>) cada una. Cada

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTÁ D.C.</b> <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

zona se subdividirá en sectores de trescientos cincuenta metros cuadrados (350 m<sup>2</sup>) cada uno, debiendo extraerse de cada sector dos (2) testigos cilíndricos o núcleos mediante equipos provistos de brocas rotativas. Los testigos se extraerán luego de transcurridos quince (15) días desde la colocación del concreto.

Los agujeros dejados por los núcleos en el pavimento deberá rellenarse a más tardar al día siguiente del corte, con un concreto apropiado de la misma calidad del concreto del pavimento, que no se contraiga; antes de su colocación, se debe aplicar una resina en las paredes del hueco, del tipo V, según la especificación ASTM C-811.

Si el espesor promedio de los dos (2) testigos correspondientes a un sector resulta inferior al espesor teórico de diseño (ed) en más de diez milímetros (10 mm), el Constructor deberá demoler, retirar y disponer escombros y reconstruir el pavimento a su costa, de modo de cumplir todas las exigencias de la presente especificación. Igual procedimiento se seguirá cuando el espesor de un (1) testigo resulte inferior en más de quince milímetros (15 mm) con respecto al teórico del diseño.

Se considerará como espesor promedio de la zona (em), al promedio de las alturas de los testigos extraídos de ella, redondeado al milímetro (mm). Cuando corresponda la demolición de un sector por los motivos expuestos en el párrafo anterior, las alturas de sus testigos no se considerarán en el cálculo del espesor promedio de la zona.

Si el espesor promedio de la zona es inferior al teórico de diseño en más de dos milímetros (2 mm) y hasta siete milímetros (7 mm), el pavimento, en cuanto hace a su espesor, se aceptará con descuento por deficiencia de espesor. El descuento se aplicará a la zona de la cual se extrajeron los testigos, previa deducción de los sectores donde haya correspondido la demolición y la reconstrucción. El descuento (D), en tanto por uno, por aplicar en el pago por metro cúbico de pavimento en la zona así afectada (Z), se calculará con la expresión:

$$D = \left[ 1 - \frac{(em + 2)^2}{ed^2} \right]$$

Estando los espesores (ed) y (em) en milímetros (mm). Si D da negativo, se toma como cero (0).

El factor de ajuste de precio por espesor *FAE* (menor o igual que la unidad), que se aplicará al precio unitario del contrato para el pago de los lotes correspondientes a la zona analizada, será el resultado de restar el descuento D de la unidad.

$$FAE = 1 - D$$

Quando el espesor promedio de la zona (em) sea inferior al teórico de diseño (ed) en más de siete milímetros (7 mm), el Constructor deberá demoler, retirar y disponer escombros y reconstruir el pavimento a su costa, de modo de cumplir todas las exigencias de la presente especificación.

Todos los núcleos serán sometidos a ensayos de densidad y tracción indirecta. La densidad se determinará en la condición saturada y seca superficialmente, según al norma de ensayo ASTM C-642.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

La tracción indirecta se medirá a los 28 días (INV E-411), luego de ser sometidos a curado húmedo durante las cuarenta y ocho (48) horas previas al ensayo.

#### **600.6.9.2 Densidad del concreto**

La densidad promedio de los núcleos no será menor que 97% y ningún núcleo tendrá una densidad menor que 96% con respecto a la densidad promedio de las probetas cilíndricas elaboradas de los lotes correspondientes.

La densidad promedio de los núcleos será de reporte obligatorio a partir de la fecha de expedición de estas especificaciones. El IDU fijará la fecha a partir de la cual los requisitos de densidad serán criterio de aceptación o rechazo, previa revisión de los valores indicados en el párrafo anterior con base en el análisis de los resultados reunidos a esa fecha.

#### **600.6.9.3 Textura y resistencia al deslizamiento**

Al día siguiente de ejecutados los trabajos de esta especificación, se determinará la profundidad de textura por medio del círculo de arena (INV E-791), al menos en diez (10) puntos elegidos aleatoriamente por día de trabajo, 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 deberán hacer donde haya juntas. Después de 10 lotes aceptados, el Interventor podrá autorizar la reducción de la frecuencia del ensayo.

Además, el coeficiente de resistencia al deslizamiento (INV E-792) deberá ser, cuando menos, de cuarenta y cinco centésimas (0.45).

Si no se cumplen estas dos exigencias, se rechazará el tramo hasta que el Constructor haga las correcciones necesarias para alcanzar los valores indicados, cuya implementación será a su exclusivo costo. En todos los casos la solución que proponga no puede disminuir el espesor de diseño de la losa.

#### **600.6.9.4 Rugosidad**

El índice internacional de rugosidad (IRI) se comprobará de manera continua en toda la longitud de la obra y en cada carril, antes del recibo definitivo de la misma. Para los efectos de aceptación de esta Sección, su determinación se deberá realizar únicamente con un equipo de medida de precisión o por medio de un sistema de referencia inercial, en tramos de un hectómetro (1hm).

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

- Clase I: Incluye perfilógrafos manuales de precisión, como el Dipstick; el método de mira y nivel clasifica dentro de esta clase.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <b>DESARROLLO URBANO</b>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

- Clase II: Incluye perfilógrafos de medición directa. Este grupo también incluye mecanismos sin contacto con la vía como el láser, viga de luces o técnicas acústicas, las cuales deben ser mantenidas con la respectiva calibración, de acuerdo con las especificaciones del fabricante

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

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

Los requisitos por cumplir, salvo que los documentos técnicos del proyecto establezcan otra cosa, son los indicados en la Tabla 600.11.

**Tabla 600.11**  
**Valores máximos admisibles de IRI**

PORCENTAJE DE HECTÓMETROS	Valor máximo
50	2.5
80	3.0
100	3.5

Si los resultados de rugosidad exceden estos límites, el Constructor deberá demoler, retirar y disponer escombros y reconstruir el correspondiente tramo de pavimento a su costa, de modo que se logre el cumplimiento todas las exigencias de la presente Sección.

#### **600.6.9.5 Transferencia de cargas en las juntas**

Se deberá comprobar la transferencia de cargas, tanto en las juntas longitudinales como transversales, siguiendo las indicaciones de los documentos técnicos del proyecto. En ellos se fijarán también los valores mínimos admisibles y los procedimientos a seguir en caso de incumplimiento.

### **600.7 MEDIDA**

#### **600.7.1 Pavimento de losas de concreto hidráulico**

La unidad de medida del pavimento de losas de concreto hidráulico será el metro cúbico (m<sup>3</sup>), aproximado al décimo de metro cúbico (0.1 m<sup>3</sup>), de concreto suministrado, colocado, compactado y terminado, debidamente por el Interventor, de acuerdo con lo exigido en esta Sección. Cuando el cómputo de la fracción centesimal de la obra aceptada resulte igual o superior a cinco centésimas de metro cúbico ( $\geq 0.05 \text{ m}^3$ ) la aproximación a la décima se realizará por exceso y cuando sea menor de cinco centésimas de metro cúbico ( $< 0.05 \text{ m}^3$ ) la aproximación se realizará por defecto.

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		 <b>ALCALDIA MAYOR</b> <b>BOGOTA D.C.</b> <small>Instituto</small> <small>DESARROLLO URBANO</small>
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

El volumen se determinará 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 medirá, con fines de pago, ningún volumen por fuera de estos límites.

#### **600.7.2 Acero de refuerzo**

Cuando en el proyecto se establezca la construcción de losas reforzadas, como se indica en el numeral 600.2.1.7.3, se medirá por aparte el acero de refuerzo correspondiente. La unidad de medida será 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 Constructor. Si se sustituyen barras a solicitud del Constructor como resultado de ello se usa más acero del que se ha especificado, no se medirá la cantidad adicional.

No se medirá 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.

#### **600.8 FORMA DE PAGO**

##### **600.8.1 Pavimento de losas de concreto hidráulico**

El pago de los pavimentos de losas de concreto hidráulico se hará al respectivo precio del contrato, multiplicado por el factor de ajuste *FAT* según se indica a continuación, por metro cúbico (m<sup>3</sup>), por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada por el Interventor.

El pago de cada lote se hará al precio unitario de pavimento de losas de concreto hidráulico del contrato multiplicado por el factor de ajuste total *FAT* correspondiente al lote.

El factor de ajuste total *FAT*, que se calculará para cada lote individual y que tiene un valor máximo de la unidad (1), será el resultado de multiplicar el factor de ajuste por resistencia *FAR* (numeral 600.6.8.2.2) por el factor de ajuste por espesor *FAE* (numeral 600.6.9.1), determinados para ese lote.

$$FAT = FAR \times FAE$$

El precio unitario deberá incluir todos los costos correspondientes a administración, imprevistos y utilidades del Constructor.

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la adquisición, obtención de todos los permisos y derechos de explotación o alquiler de fuentes de materiales y canteras; obtención de licencias ambientales para la explotación de los agregados y la elaboración de las mezclas; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes y canteras; la preparación de las zonas por explotar; los costos de adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales y ambientales al terminar su explotación.

El precio unitario deberá incluir todos los costos relacionados con la explotación, selección, trituración, eventual lavado, suministro de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezcla de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya

<b>INSTITUTO DE DESARROLLO URBANO</b>		
<b>ESPECIFICACIONES IDU - ET - 2005</b>		
<b>Versión: 1.0</b>	<b>Fecha de Actualización: 18 de mayo de 2006</b>	

fórmula de trabajo se haya aprobado, incluidos los aditivos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y colocación de los aceros de las juntas (pasadores, varillas de unión o amarre), de todos los aceros constructivos, de los elementos para separación del pavimento o curado y materiales para el sello y el llenado de todas las juntas según lo contemple el proyecto; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado, la ejecución de juntas, el acabado superficial y el curado requerido; la demolición, retiro y disposición de las losas rechazadas y, en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

El precio unitario deberá incluir, además, los costos de la definición de la fórmula de trabajo, los costos de la fase de experimentación y los costos de todos los muestreos y ensayos de caracterización, diseño y control con excepción de aquellos ensayos de control considerados especiales para los cuales se establecen ítems de pago específicos en el numeral 600.9 de la presente Sección o en las especificaciones particulares del proyecto; y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados..

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto. Si dicho ítem no está incluido en el contrato, el Constructor deberá incluir el costo de la preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del pavimento de losas de concreto hidráulico.

#### **600.8.2 Acero de refuerzo**

En el caso de losas reforzadas, el pago del refuerzo se hará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta Sección y aceptada a satisfacción por el Interventor. El precio unitario deberá cubrir todos los costos por concepto de suministro, ensayos, transportes, almacenamiento, corte, desperdicios, doblamiento, limpieza, colocación y fijación del refuerzo y por toda mano de obra, materiales, patentes, equipos e imprevistos necesarios para terminar correctamente el trabajo, de acuerdo con los planos, esta especificación y las instrucciones del Interventor. El precio unitario deberá incluir, también, todos los costos por concepto de elaboración de listas de despiece y diagramas de doblado; por suministro e instalación de abrazaderas, separadores, silletas o cualquier otro elemento utilizado para sostener y mantener el refuerzo en su sitio; y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

#### **600.9 ÍTEM DE PAGO**

600.1. Pavimento de losas de concreto hidráulico	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
600.2. Acero de Refuerzo para losas de concreto hidráulico	Kilogramo (kg)
600.E Ensayos y pruebas especiales para pavimentos de losas de concreto hidráulico	
600.E.1 Ley de Fatiga (4 puntos)	Unidad

