

# Ministerio de Obras Públicas y Transportes

## Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes **CR-2010**





Manual de  
especificaciones generales  
para la construcción de  
carreteras, caminos y  
puentes **CR-2010**

# Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes (CR-2010)

## Introducción

Este Manual es un documento de índole preceptiva, de aplicación obligatoria en las diferentes fases de todas las obras viales que se realicen para el Ministerio de Obras Públicas y Transportes y sus Consejos. En él se establecen políticas, criterios, procedimientos y métodos que indican las condiciones por cumplir en los proyectos viales y que guardan relación con la planificación, estudio, evaluación, diseño, construcción, seguridad, mantenimiento, calidad e impacto ambiental.

Las disposiciones establecidas en el CR-2010 deberán ser utilizadas tanto por los diseñadores como por los supervisores y constructores de las obras viales y por cualquier persona o entidad que desarrolle trabajos para MOPT o en aquellos que estén bajo la supervisión del mismo.

El propósito del Manual es la sistematización y uniformidad de criterios en los procedimientos empleados en el desarrollo y conservación de nuestra red vial. La normativa contenida tiene por objeto dar solución a los eventos habituales que se presentan tanto en el terreno como en la concepción del proyecto, debiéndose recurrir a la participación de especialistas en aquellos problemas más complejos no contemplados.

Ya que la ingeniería, como toda ciencia, está en permanente cambio y evolución, debe ser nuestra la preocupación de mantenerlo al día mejorando, ampliando o sustituyendo las disposiciones contenidas en el Manual, tan pronto sean superadas por avances tecnológicos o ponencias procedentes de los profesionales ligados, de una u otra forma, al quehacer del MOPT y sus Consejos. Al propósito, se creará una Comisión Permanente del Manual de Carreteras, con participación de los sectores académico, público y privado, a la que deberán proponerse todos los cambios que se planteen en el sentido indicado. Si corresponde, recomendará a las autoridades superiores su incorporación en la normativa, ya sea como caso particular en una obra o proyecto específico, o como una disposición de carácter general.

Debe resaltarse y agradecerse la aportación de la Universidad de Costa Rica, a través del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR), en la elaboración del CR-2010 pues, acatando disposiciones contenidas en la Ley 8114, desde hace tres años viene trabajando con ahínco y dedicación en esta normativa, conformando un grupo de profesionales de gran experiencia en este campo, en la redacción de la presente normativa.

En un esfuerzo bipartita LanammeUCR-MOPT, se trabaja en estos momentos en la confección de otros volúmenes complementarios al CR-2010, desde el diseño del proyecto hasta su conservación, de manera que en el corto plazo tengamos un Manual de Carreteras completo, similar al que se utiliza en los países de mayor desarrollo vial.

**Francisco Jiménez Reyes**  
**Ministro de Obras Públicas y Transportes**

15 de Diciembre del 2010

# Manual de especificaciones generales para la construcción de carreteras, caminos y puentes **CR-2010**

La Ley Nº 8114 del 4 de julio del 2001, Ley de Simplificación y Eficiencia Tributarias, le asignó recursos y tareas a la Universidad de Costa Rica, a través del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR). Según lo establece el inciso e), Artículo 6) se debe proceder a la "actualización del manual de especificaciones y publicación de una nueva edición (revisada y actualizada) cada diez años", mandato legal que pretendemos atender en lo que concierne al manual con esta publicación, más otras que se editarán en el futuro cercano.

Esta legislación persigue el máximo aprovechamiento de los dineros dispuestos por el Estado costarricense para la conservación y construcción de las vías públicas, asignándole al LanammeUCR las labores de investigación, capacitación, evaluación y asistencia técnica del sector vial, en procura de que las funciones que ejecuta el Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), sus consejos y otras dependencias públicas alcancen mayor eficiencia y eficacia en la tarea de reconstruir, rehabilitar y conservar el patrimonio vial nacional.

En Octubre de 2007 el LanammeUCR conformó la Comisión Redactora del CR-2010, de la siguiente manera:

Coordinador:	Ing. Jorge Arturo Castro Herrera	
SubCoordinador:	Ing. Roy Barrantes Jiménez	
Miembros:	Ing. José Pablo Aguiar Moya	Ing. Mónica Jiménez Acuña
	Ing. Gustavo Badilla Vargas	Ing. Luis Guillermo Loría Salazar
	Ing. Edgar Roberto Camacho Garita	Ing. Rafael Murillo Muñoz
	Ing. Pedro Castro Fernández	Ing. Marcos Rodríguez Mora
	Ing. Marcia Cordero Sandí	Ing. Maria José Rodríguez Roblero
	Ing. Fabián Elizondo Arrieta	Ing. Jorge Solano Jiménez
	Ing. Carlos Fernández Chaves	Ing. Andrea Ulloa Calderón
	Ing. Guillermo González Beltrán	Ing. William Vargas Monge
	Ing. Edgar Herrera Jiménez	Ing. Carlos Villalta Villegas
Asist.	Tania Ávila Esquivel	
Asesores Legales:	Lic. Miguel Chacón Alvarado	
	Lic. Elías Soley Soler	

En Junio de 2008 LanammeUCR conformó la Comisión Revisora de la siguiente manera:

Ing. Rodolfo De León Rivers	Asoc. de Carreteras y Caminos de C. R.
Ing. Ezequiel Vieto Solís	Asoc. de Carreteras y Caminos de C. R.
Ing. Luis Víquez Solís	Cámara Costarricense de la Construcción
Ing. Carlos Villalta Villegas	Cámara Costarricense de la Construcción
Ing. Álvaro Borbón Muñoz	Consejo Nacional de Concesiones
Ing. Guillermo Ramírez Campos	Consejo Nacional de Concesiones
Ing. Luis Fdo. Gutiérrez Vargas	Colegio Fed. de Ingenieros y Arquitectos
Ing. Alexander Moya Lacayo	Colegio Fed. de Ingenieros y Arquitectos
Ing. Alvaro Aguilar Dondi	Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto
Ing. Marvin Moya Arguedas	Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto
Ing. Alejandro Navas Carro	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales
Ing. Jorge Arturo Castro Herrera	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales, Coordinador

Agosto de 2009

# Prefacio

Este manual "Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes, CR-2010" es aplicable a todos los proyectos que ejecute el MOPT, sus consejos y otras dependencias públicas, ya sean por administración o por contrato y por concesión.

Las disposiciones señaladas en este Manual deberán ser utilizadas tanto por los proyectistas como por los constructores y por cualquier persona o entidad que desarrolle proyectos viales.

Con este manual se pretende velar por la sistematización y uniformidad de criterios, considerando cuando corresponda la experiencia e investigación local, con una adecuada coordinación de los diversos especialistas. Las fórmulas, gráficos y acotaciones que se incluyen, tienen por objeto dar una solución rápida de los problemas habituales que se presentan tanto en el terreno como en la oficina, debiéndose recurrir a la participación de especialistas en aquellos problemas más complejos no contemplados.

Como toda ciencia, la ingeniería vial está en permanente cambio y renovación, lo que promueve a innovar, mejorar, ampliar o sustituir las disposiciones contenidas en este Manual. Es por ello, que la preocupación de mantenerlo al día, debe ser una constante en las labores que desarrollen todos los profesionales y técnicos ligados, de una u otra forma, al quehacer de las carreteras y obras conexas. Sin embargo, como cuestión de procedimiento y ordenamiento general, Toda modificación remitida a la Comisión Permanente de Revisión del manual de Especificaciones, ya sea de su propia iniciativa o de otros, será sujeta de análisis por parte de todos sus miembros, documentando los criterios técnicos que se emitan tanto a favor como en contra; posteriormente se remitirá toda esa documentación a la Dirección del LanammeUCR, la cual decidirá en última instancia sobre su pertinencia. Corresponderá su revisión y oficialización al MOPT.

La estructura del Manual la conforman hasta el momento tres volúmenes, que son los siguientes:

1.CR-2010: "Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes, CR-2010", que sustituye al CR-77.

2.DE-2010: "Manual de Diseños Estándares para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes", que sustituirá próximamente al manual "Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras, 5ta. Edición, Octubre 1956.

3.MC-2010: "Manual de Construcción para la Construcción de Carreteras, Caminos y Puentes", que sustituirá próximamente al manual MC-83.

El CR-2010 estipula los requisitos de calidad, establece estándares y describe los procedimientos más usuales de ejecución, para los trabajos que habitualmente se contemplan en la construcción, mejoramiento, rehabilitación y ampliación de carreteras y sus obras complementarias, cualquiera que sea el procedimiento administrativo o forma de contrato mediante el cual se desarrollen.

El CR-2010 especifica los trabajos que se contemplan en la generalidad de las obras viales, con una modalidad de ejecución y requisitos habituales. Por lo tanto, resulta necesario que ellas se complementen cuando sea necesario en obras determinadas, con Especificaciones Técnicas Especiales a incluir en los términos de referencia del proyecto en cuestión, las que tendrán aplicación y validez solamente en éste.

Las especificaciones contenidas en el CR-2010 orientan, esencialmente, a establecer los requisitos de calidad que deberán cumplir los diferentes renglones de la obra. Los métodos y procedimientos de trabajo descritos son los de uso más habitual, no constituyendo una norma rígida e imperativa; siempre que el contratista proponga un método o procedimiento de trabajo evidentemente superior al descrito en el manual, y que se demuestre suficientemente la mejora para los intereses del contratante, la Administración podrá aceptarlo, eso sí, a cuenta y riesgo del contratista. De otra manera, se estaría desincentivando la creatividad del contratista, quien deberá sentirse estimulado a proponer métodos constructivos novedosos, que no desmejoren la calidad de la obra y que, debidamente aprobados por el Ingeniero de Proyecto, contribuyan a economizar recursos al país y a desarrollar el acervo tecnológico nacional.

Cuando esta normativa sea designada sólo como "CR-2010", debe entenderse que la referencia es a las "Especificaciones Generales para la Construcción de Carreteras y Puentes de Costa Rica", publicada en el año 2010. Cuando sea incluido en un contrato, el CR-2010 se convierte en parte integrante del mismo y vinculante para las partes. En el CR-2010 se utiliza el Sistema Internacional de Unidades (SI), como lo exige la Ley.



Manual de  
especificaciones generales  
para la construcción de  
carreteras, caminos y  
puentes **CR-2010**



# Disposiciones generales

# Division 100

Queda sobreentendido y acordado que todo el contenido de estas Disposiciones Generales, así como la Oferta, el Cartel de Licitación y las Especificaciones Especiales, formarán parte del Contrato.

## **Sección 101.) TÉRMINOS, FORMATOS Y DEFINICIONES**

### *101.01 Intención de los términos.*

Estas especificaciones están escritas, por lo general, en modo imperativo. En las frases en que se use el modo imperativo, el sujeto “el Contratista” es implícito. En este lenguaje también son implícitas las palabras “debe”, “debe ser” o palabras y frases similares. En las especificaciones de materiales el sujeto también puede ser el proveedor, productor o fabricante que suplente los materiales, productos o equipo que se usarán en el proyecto.

En donde quiera que diga “dirigido”, “requerido”, “ordenado” u otras palabras similares, se sobreentiende que la “dirección”, “requerimiento” u “orden” provienen del Contratante. De igual manera, en donde se usen las palabras “aprobado”, “aceptable”, “apropiado”, “satisfactorio” u otras similares, estos vocablos significan “aprobado por”, “aceptable para” o “satisfactorio para” el Contratante. Los verbos conjugados en futuro por lo general atañen a decisiones o acciones del Contratante.

### *101.02 Formato de las especificaciones.*

Estas especificaciones están divididas en once (11) Divisiones.

La División 100 contiene los requerimientos generales del contrato, para los cuales no se hace pago directo, siendo aplicable a todos los contratos.

La División 150 contiene los requerimientos contractuales aplicables a todos los Contratos. El trabajo que se realice según la División 150 será remunerado directamente cuando exista un renglón de pago

específico dentro del cartel. En caso contrario, no se hará pago directo.

Las Divisiones 200 a 600 contienen los requisitos de construcción de los Contratos para los diferentes renglones específicos del proyecto. El trabajo llevado a cabo según estas Divisiones es pagado directa o indirectamente, conforme a lo establecido en la Subsección 109.05.

La División 700 contiene los requerimientos para los materiales indicados en las Divisiones 150 a 600, por lo que no se establece en ellas pago directo. El pago correspondiente del material se incluye como parte del trabajo requerido según las Divisiones 150 a 600.

Los primeros tres dígitos del número del renglón de pago identifican la Sección bajo la cual se realiza el trabajo.

### 101.03 Abreviaturas.

Quando se usen abreviaturas en las especificaciones, éstas representan lo siguiente:

(a) Siglas.

<b>AA</b>	Aluminum Association
<b>AAR</b>	Association of American Railroads
<b>AASHTO</b>	American Association of State Highway and Transportation Officials
<b>ACI</b>	American Concrete Institute
<b>ACPA</b>	American Concrete Pavement Association
<b>AGC</b>	Associated General Contractors of America
<b>AI</b>	Asphalt Institute
<b>AIA</b>	American Institute of Architects
<b>AISC</b>	American Institute of Steel Construction
<b>AISI</b>	American Iron and Steel Institute
<b>ANSI</b>	American National Standards Institute
<b>APWA</b>	American Public Works Association
<b>ARA</b>	American Railway Association
<b>AREA</b>	American Railway Engineering Association
<b>ARTBA</b>	American Road and Transportation Builders Association
<b>ASCE</b>	American Society of Civil Engineers
<b>ASLA</b>	American Society of Landscape Architects
<b>ASTM</b>	American Society for Testing and Materials
<b>ATSSA</b>	American Traffic Safety Services Association
<b>AWPA</b>	American Wood Protection Association
<b>AWS</b>	American Welding Association
<b>CCC</b>	Cámara Costarricense de la Construcción
<b>CETAC</b>	Dirección General de Aviación Civil
<b>CFR</b>	Code of Federal Regulations
<b>CNC</b>	Consejo Nacional de Concesiones
<b>CNE</b>	Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias
<b>CONAVI</b>	Consejo Nacional de Vialidad
<b>COSEVI</b>	Consejo de Seguridad Vial
<b>CFIA</b>	Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos
<b>CGR</b>	Contraloría General de la República

<b>CRSI</b>	Concrete Reinforcing Steel Institute
<b>CTP</b>	Consejo de Transporte Público
<b>DGTCC</b>	Dirección General de Transportes y Comercialización de Combustibles
<b>ECA</b>	Ente Costarricense de Acreditación
<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency
<b>FHWA</b>	Federal Highway Administration
<b>ICCYC</b>	Instituto Costarricense del Cemento y del Concreto
<b>INTECO</b>	Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica
<b>ISO</b>	International Organization of Standardization
<b>ISSA</b>	International Slurry Surfacing Association
<b>ITE</b>	Institute of Transportation Engineers
<b>LACOMET</b>	Laboratorio Costarricense de Metrología
<b>LanammeUCR</b>	Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica
<b>LCA</b>	Ley de Contratación Administrativa
<b>MCDCT</b>	Manual Centroamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras
<b>MIDCT</b>	Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras
<b>MICIT</b>	Ministerio de Ciencia y Tecnología
<b>MOPT</b>	Ministerio de Obras Públicas y Transportes
<b>MUTCD</b>	Manual of Uniform Traffic Control Devices
<b>NBS</b>	National Building Specification
<b>NCA</b>	Nivel de Calidad Aceptable
<b>NEC</b>	National Electric Code
<b>NEMA</b>	National Electrical Manufacturers Association
<b>NI</b>	Nivel de Incumplimiento Aceptado
<b>NFPA</b>	National Fire Protection Association
<b>NIST</b>	National Institute of Standards and Technology
<b>ONNUM</b>	Oficina Nacional de Normas y Unidades
<b>ORT</b>	Órgano de Reglamentación Técnica
<b>OSHA</b>	Occupational Safety and Health Administration
<b>PCA</b>	Portland Cement Association
<b>PCI</b>	Prestressed Concrete Institute
<b>PTI</b>	Post-Tensioning Institute
<b>SAE</b>	Society of Automotive Engineers
<b>SF</b>	Estandar Form
<b>SI</b>	Sistema Internacional de Unidades
<b>SIECA</b>	Secretaría de Integración Económica Centroamericana
<b>SSPC</b>	Steel Structures Painting Council
<b>UL</b>	Underwriters Laboratories
<b>API</b>	American Petroleum Institute
<b>ARESEP</b>	Autoridad Reguladora de Servicios Públicos
<b>ASME</b>	American Society of Mechanical Engineers
<b>CIC</b>	Colegio de Ingenieros Civiles de Costa Rica
<b>CAN</b>	Comisión Arqueológica Nacional
<b>INS</b>	Instituto Nacional de Seguros
<b>MEIC</b>	Ministerio de Economía, Industria y Comercio
<b>MINAET</b>	Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones
<b>SETENA</b>	Secretaría Técnica Nacional Ambiental

(b) Símbolos SI.

<b>A</b>	Amperio	Corriente eléctrica
<b>cd</b>	Candela	Intensidad lumínica
<b>°C</b>	Grado Celsius	Temperatura
<b>d</b>	Día	Tiempo
<b>g</b>	Gramo	Masa
<b>h</b>	Hora	Tiempo
<b>H</b>	Henry	Inductancia
<b>ha</b>	Hectárea	Área
<b>Hz</b>	Hertz (s <sup>-1</sup> )	Frecuencia
<b>J</b>	Joule (N • m)	Energía
<b>K</b>	Kelvin	Temperatura
<b>L</b>	Litro	Volumen
<b>lx</b>	Lux	Iluminación
<b>m</b>	Metro	Longitud
<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado	Área
<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico	Volumen
<b>min</b>	Minuto	Tiempo
<b>N</b>	Newton (kg • m/s <sup>2</sup> )	Fuerza
<b>Pa</b>	Pascal (N/m <sup>2</sup> )	Presión
<b>s</b>	Segundo	Tiempo
<b>Tm</b>	Tonelada métrica	Masa
<b>V</b>	Voltio (W/A)	Potencial eléctrico
<b>W</b>	Vatio (J/s)	Potencia
$\Omega$	Ohmio (V/A)	Resistencia eléctrica
<b>°</b>	Grado	Ángulo plano
<b>‘</b>	Minuto	Ángulo plano
<b>“</b>	Segundo	Ángulo plano

(c) Prefijos de los Símbolos SI.

<b>E</b>	exa	10 <sup>18</sup>
<b>P</b>	peta	10 <sup>15</sup>
<b>T</b>	tera	10 <sup>12</sup>
<b>G</b>	guiga	10 <sup>9</sup>
<b>M</b>	mega	10 <sup>6</sup>
<b>k</b>	kilo	10 <sup>3</sup>
<b>c</b>	centi	10 <sup>-2</sup>
<b>m</b>	mili	10 <sup>-3</sup>
<b>μ</b>	micro	10 <sup>-6</sup>
<b>n</b>	nano	10 <sup>-9</sup>
<b>p</b>	pico	10 <sup>-12</sup>
<b>f</b>	femto	10 <sup>-15</sup>
<b>a</b>	atto	10 <sup>-18</sup>

## (d) Anotación de la pendiente (vertical:horizontal)

Para taludes menores que 1:1, la pendiente se expresa como la proporción de una unidad vertical y el número de unidades horizontales correspondientes. Para inclinaciones más empinadas que 1:1, se expresa el talud como la razón del número de unidades verticales y una unidad horizontal.

## (e) Conversión de unidades

FACTORES DE CONVERSIÓN SISTEMA MÉTRICO A INGLÉS				
Símbolo	Sí tiene	X por	Para tener	Símbolo
<b>LONGITUD</b>				
µm	micrómetros	3,9 x 10 <sup>-5</sup>	pulgadas	in
mm	milímetros	0,039	pulgadas	in
m	metros	3,28	pies	ft
m	metros	1,09	yardas	yd
km	kilómetros	0,621	millas	mi
<b>ÁREA</b>				
mm <sup>2</sup>	milímetros cuadrados	0,0016	pulgadas cuadradas	in <sup>2</sup>
m <sup>2</sup>	metros cuadrados	10,764	pies cuadrados	ft <sup>2</sup>
m <sup>2</sup>	metros cuadrados	1,195	yardas cuadradas	yd <sup>2</sup>
ha	hectáreas	2,47	acres	ac
km <sup>2</sup>	kilómetros cuadrados	0,386	millas cuadradas	mi <sup>2</sup>
<b>VOLUMEN</b>				
mL	mililitros	0,034	onzas fluidas	fl oz
L	litros	0,264	galones	gal
m <sup>3</sup>	metros cúbicos	35,31	pies cúbicos	ft <sup>3</sup>
m <sup>3</sup>	metros cúbicos	1,308	yardas cúbicas	yd <sup>3</sup>
<b>MASA</b>				
g	gramos	0,035	onzas	oz
kg	kilogramos	2,202	libras	lb
t	toneladas cortas	1,1023	toneladas métricas	Tm
<b>TEMPERATURA</b>				
°C	Celsius	1,8C + 32	Fahrenheit	°F
<b>ILUMINACIÓN</b>				
lx	lux	0,0929	candelas-pie	fc
cd/m <sup>2</sup>	candela/ m <sup>2</sup>	0,2919	Lamberts-pie	fl
<b>MISCELANEOS</b>				
J	joule	0,7376	librafuerza-pie	ft • lbf
N	newtons	0,225	librafuerza	lbf
kPa	kilopascales	0,145	librafuerza por pulgada cuadarada	lbf / in <sup>2</sup>

**101.04 Definiciones.**

AASHTO - American Association of State Highways and Transportation Officials que se traduce como Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transportes.

Acera - Sección al lado de la vía construida exclusivamente para el uso propio de los peatones.

Acreditación - Procedimiento mediante el cual un organismo autorizado, reconoce de manera formal que una organización es competente para la ejecución de actividades específicas de evaluación de la conformidad. El objetivo de la Acreditación es dar reconocimiento formal de que un organismo es competente para llevar a cabo tareas específicas.

Acta de Recepción - El documento firmado por el Contratante en el que se declara que todo el trabajo especificado ha sido terminado y aceptado de acuerdo con el Contrato.

Actividad - Parte de un renglón de pago, renglón o grupo de renglones de pago asociados entre sí que constituyen una parte individual del trabajo. Tiene una asignación de recursos y consume un tiempo determinado dentro del programa de trabajo.

Actividad crítica - Es aquella actividad que fija la duración de un proyecto ya que cualquier demora en alguna de ellas retrasa la conclusión de la obra. La secuencia de actividades críticas constituye la ruta crítica. Su holgura es cero.

Administración - Cuando en esta disposición se utilice el término "Administración" se entenderá que se refiere a la institución dueña del proyecto.

Agregado - Material granular duro de composición mineralógica como la arena, la grava, la escoria o la roca triturada usado para ser mezclado en diferentes tamaños.

Agregados de cantera - Son los agregados extraídos de fuentes naturales conocidas como tajo; todos los productos son manufacturados.

Agregado fino - Agregado que pasa el tamiz de 4.75 mm (No.4).

Agregado grueso - Agregado retenido en el tamiz de 4.75 mm (No.4).

Alcantarilla - Estructura de tubos de concreto, acero, plástico o concreto armado que sirve como medio de paso de las aguas pluviales a través de la carretera.

Aletón - Muros que arrancan de un puente, o que prolongan la boca de un canal o alcantarilla a la entrada y/o salida, que sirven para contener los terraplenes y encauzar las aguas.

API - American Petroleum Institute, que se traduce como Instituto Americano del Petróleo de los Estados Unidos de Norteamérica.

Área de reserva - Área o superficie de terreno adyacente a cada lado del derecho de vía, comprendida entre el límite de propiedad frente a la vía pública y la línea de construcción fijada por la oficina gubernamental competente. Los terrenos destinados a este fin permanecen en propiedad de los colindantes hasta que el Contratante los adquiera cuando lo considere pertinente. En este caso, pasan a formar automáticamente parte del derecho de vía.



Aseguramiento de la calidad - Acciones planificadas y sistemáticas emprendidas para proporcionar la confianza adecuada de que un proceso productivo y constructivo cumple con los requisitos de calidad establecidos según los términos del contrato.

Asfalto - Un material cementante, de color entre caramelo y negro, en el cual los constituyentes predominantes son bitúmenes que aparecen en la naturaleza o se obtienen en el procesamiento del petróleo. El asfalto es un constituyente, en proporciones variables, de la mayoría de petróleos crudos.

Auditoría técnica - Proceso de evaluación, sistemático, independiente y documentado de las diferentes fases de un proyecto de infraestructura vial (pudiendo cubrir desde los procesos de gestión en los que se sustentan las inversiones, la elaboración y contratación de la obra hasta su ejecución, supervisión y finiquito), destinado a obtener evidencias y evaluarlas objetivamente, a efecto de determinar si se están cumpliendo (o se cumplieron) los requerimientos contractuales, normas aplicables, manual de calidad (o los documentos que lo conforman de hecho), procedimientos generales y específicos, registros y formularios, e instrucciones de trabajo. Cubre la labor de la Supervisión a los Contratistas y Consultores de Calidad (Laboratorios) que intervienen en las obras. No tiene periodicidad específica y es desarrollada por un equipo de auditores técnicos calificados así como aspectos de Seguridad Vial.

Autocontrol: Control de calidad de los materiales, productos y procesos de un proyecto, el que es responsabilidad exclusiva del Contratista, el cual debe ser respaldado mediante constancias de calidad generadas a partir de las pruebas pertinentes, realizadas por sus laboratorios debidamente aceptados por la Administración. El autocontrol de calidad que ejecuta el Contratista -toda vez que la verificación de la calidad no revele incumplimientos- podrá ser la base provisional de pago de la obra ejecutada, hasta tanto no estén listos los ensayos de verificación, por lo que la Administración se debe asegurar que efectivamente se ejecute el control de calidad adecuado.

Aviso de licitación - Comunicación pública de que se están solicitando ofertas para suministros o trabajos, generalmente para el Estado.

Bacheo - Reparación de zonas puntuales dañadas de una vía, que deben ser reparadas mediante el corte y extracción de material dañado o contaminado para ser restituido usando mezcla asfáltica debidamente compactada. No debe ser utilizado de manera extensiva.

Base - Material constituido por partículas duras y durables que se encuentra inmediatamente debajo de la capa superficial o la capa intermedia. Puede estar compuesta de escoria triturada, roca triturada, grava y arena triturada o cualquier combinación de estos materiales, que cumple con la normativa vigente. Pueden ser tratadas con ligantes bituminosos o aditivos químicos.

Bitácora de Obra - Libro de hojas no removibles y numeradas con folios consecutivos en el que diariamente se anota la información importante e incidencias que ocurren en un proyecto, conforme al Reglamento del Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos de Costa Rica (CFIA). Debe llevarse paralelo al Diario del Proyecto y no sustituye a éste.

El cuaderno de "Bitácora de Obra" será adquirido e inscrito por el Director Técnico del Contratista y suministrado al Ingeniero de proyecto, quien incluirá los datos solicitados al inicio.

Este cuaderno será para uso exclusivo de los profesionales incorporados al CFIA, que laboran con el Contratista, con la firma Consultora/Supervisora, Consultores de Calidad y profesionales fiscalizadores destacados o relacionados con el proyecto, para que giren instrucciones técnicas. Sin embargo se aclara que personas no incorporadas al CFIA podrán hacer anotaciones técnicas en esa Bitácora de carácter informativo únicamente, y en casos especiales, girar instrucciones técnicas comunicadas verbalmente por el profesional, quien las deberá respaldar por escrito en anotaciones posteriores que realice en ese Cuaderno.

Bitumen - Tipo de sustancia cementante de color negro u oscuro (sólida, semi-sólida o viscosa), natural o fabricada, compuesta principalmente por hidrocarburos de alto peso molecular, siendo típicos los asfaltos, las breas (alquitranes), los betunes y las asfaltitas.

Botadero - Sitio escogido por el contratista y debidamente aprobado por el Ingeniero de Proyecto para el depósito de desechos sólidos según se establece en la Disposición vigente.

Cabezal - Estructura de concreto construida a la entrada y/o salida de la alcantarilla con el fin de proteger los tubos, los rellenos y terraplenes; encauzando el agua.

Calidad - Conjunto de propiedades o características de un producto o servicio, que le confieren idoneidad para satisfacer necesidades requeridas y expresadas por la Administración en las especificaciones contractuales.

Calzada - La porción de la carretera o calle comprendida entre las cunetas, bordillos y orillas de los espaldones, reservada para el uso de los vehículos.

Capa - Cualquier riego continuo de material que recibe, en las operaciones de colocación y compactación de suelos o agregados, el mismo esfuerzo de compactación en toda su extensión.

Carretera o camino - Toda vía pública abierta a la circulación de vehículos, peatones y demás usuarios, que permite el tránsito.

Carriles de tránsito - Cualquier subdivisión de la superficie de rodamiento que tenga el ancho suficiente para permitir la circulación de una hilera de vehículos. Ancho ideal de 3,66 metros.

Cartel: - Conjunto de documentos que constituye el pliego de información entregada por la Administración contratante a los posibles oferentes. Normalmente está constituido por los tomos 1 (términos de referencia), 2 (disposiciones especiales) y los planos constructivos.

Centistokes - Unidad de medida de viscosidad.

Cemento asfáltico - Un asfalto con flujo o sin flujo, especialmente preparado en cuanto a calidad y consistencia para ser usado directamente en la producción de pavimentos asfálticos.

Certificación - Es el proceso mediante el cual una tercera parte independiente manifiesta por escrito que un producto, un proceso o un servicio es conforme con requisitos específicos. El objetivo de la Certificación es declarar públicamente la conformidad con requisitos establecidos.

Chapea - Limpiar el derecho de vía de una carretera de hierbas y malezas empleando para ello el machete, moto guadaña o cualquier otro medio aceptado por la Ingeniería de Proyecto y según sea especificado en el contrato.

Ciclovia - Pista construida dentro del derecho de vía de la carretera exclusivamente para el tránsito de bicicletas, separada de la infraestructura utilizada por el transporte motorizado, sea éste público o privado. Las ciclovías pueden ser urbanas o interurbanas, bidireccionales o unidireccionales, según las condiciones imperantes en los espacios donde estén insertas. Deben garantizar el acceso a los destinos en forma continua y sin requerir que el usuario realice maniobras que pongan en riesgo su integridad o la de otras personas. Por lo mismo, deben contar con una señalización adecuada, accesos y egresos, intersecciones y puentes, según el contexto, que permitan acceder, ocupar y egresar de ellas de forma cómoda, inequívoca y segura.

Cisterna - Conjunto móvil automotor, conformado por cabezal y tanque o ambos en una sola unidad, autorizado por el DGTCC para el transporte de líquidos combustibles, cementos asfálticos y solventes de alta y baja viscosidad en carreteras.

Combustibles - Producto derivado del petróleo para ser usado en motores de combustión.

Compactación - El acto de comprimir un volumen dado de material en un volumen más pequeño. La compactación se logra usando rodillos o compactadoras especialmente desarrollados para cada etapa de una obra civil.

Comparaciones interlaboratoriales - Es una actividad organizada por un ente externo oficial acreditado, en la cual participan varios laboratorios que ensayan muestras con las mismas características. El ente organizador prepara muestras de diferentes materiales como cementos asfálticos, mezcla bituminosa, agregado tanto fino como grueso, entre otros, para ser analizados por los laboratorios participantes. Los resultados obtenidos por los diferentes laboratorios se remiten al ente organizador, el cual los compara contra un valor de referencia y realiza el análisis estadístico correspondiente para darles una "calificación". Sirven para la validación de los métodos de ensayo de los laboratorios involucrados.

Concreto asfáltico en caliente - Mezcla en caliente, muy bien controlada, de cemento asfáltico (de alta calidad) y agregado bien graduado (también de alta calidad), compactada para formar una capa densa y uniforme todo según especificaciones vigentes.

Conservación Vial - Labor desarrollada en carreteras y caminos cuyo principal objetivo es la conservación de las vías en condiciones adecuadas de superficie de ruedo, estructura, drenajes y derecho de vía.

Constancia de calidad - Credencial donde se plasman los resultados de los ensayos de laboratorio, producto del autocontrol de calidad de la producción que realizó el Contratista y que obedecen al cumplimiento del Programa de Control de Calidad. Este documento debe ser firmado por el consultor de calidad.

Consultor de la calidad - Ingenieros civiles o Tecnólogos, con amplia y reconocida experiencia (mínimo de tres años), en el control de calidad de obras viales y en la ejecución de ensayos de laboratorio de materiales. (Persona física o jurídica).

Contratante - Entidad, organismo o empresa que convoca a la licitación y firma el Contrato respectivo con el Contratista para la ejecución de determinada obra de infraestructura. Normalmente el Ministerio de Obras Públicas y Transportes a nombre del Gobierno de Costa Rica y que puede delegar a cualquiera de sus entes adscritos.

Contratista - Es la persona física, persona jurídica o agrupación de personas jurídicas, cuya oferta de una licitación para la ejecución de las obras ha sido aceptada por la Administración, adjudicada en firme y además se ha celebrado un contrato, con el Gobierno, para la ejecución de la obra.

Contratación Administrativa - Proceso mediante el cual la Administración contrata la ejecución de una obra pública fundamentándose en los lineamientos establecidos para ello en la Ley de Contratación Administrativa y su Reglamento General.

Contracuneta - Zanja lateral, generalmente paralela al eje de la carretera o camino, construida en la parte superior de las laderas de corte, que recoge las aguas de lluvia por encima del borde superior del corte para evitar la acción erosiva de las aguas sobre el talud de éste.

Control de calidad - Acciones emprendidas por el Contratista, a través del Consultor de Calidad, para cumplir con la calidad requerida por la Administración, definida y pactada en los términos contractuales. El control de calidad es total responsabilidad del contratista.

Convocatoria - Convocatoria oficial que hace el Contratante, mediante aviso publicado en los diarios, y otros medios de comunicación masiva que se consideren necesarios, para divulgar la invitación a una licitación pública determinada, en la que se fija el plazo máximo para la entrega de las ofertas.

Corte - Excavación de tierras situadas por encima del nivel de la explanación, o sea de la rasante deseada, de conformidad con el trazo de la carretera o camino.

Cotización - Este término se refiere al precio (parcial, total, unitario o global) que el contratista propone dentro de la oferta que presenta para la ejecución de una obra.

Cuneta - Zanja lateral, paralela al eje de la carretera o del camino, construida entre el espaldón y el pie del talud, para recibir y conducir el agua de lluvia.

Delantal (o zampeado) - Piso que se hace, generalmente de hormigón o de mampostería, para afirmar el terreno falso o invadido por el agua, o para evitar la erosión y socavación de los aletones.

Densidad - Es la masa por unidad de volumen de un material, o sea, la gravedad específica multiplicada por la unidad de masa del agua.

Densificación - La acción que consiste en aumentar la densidad de una mezcla durante el proceso de compactación.

Derecho de vía - Aquella área o superficie de terreno, propiedad del Estado, destinada al uso de una vía pública, con zonas adyacentes utilizadas para todas las instalaciones y obras complementarias. Esta área está delimitada a ambos lados por los linderos de las propiedades colindantes.

Día calendario - Cada día que muestre el calendario, sean o no laborables.

Día laborable - Los establecidos como tales en el contrato.

Días lluvia - Son aquellos en que debido a la precipitación, se impide que las operaciones puedan realizarse de acuerdo con la planificación existente para la parte o partes de la obra que estuviesen siendo desarrolladas en aquel momento. Deben soportarse debidamente mediante anotaciones de los inspectores en sus diarios o bitácoras, las que luego se transcriben en el Diario del Proyecto, indicando hora de inicio y de finalización de las condiciones adversas que provocaron su suspensión, frentes de trabajo afectados y actividades del Contratista que debieron suspenderse.

Diagrama de Barras - El programa de Barras debe contener una barra por cada actividad, tiempo de inicio y término, holgura, ruta crítica.

Diagrama de Flechas - El Diagrama de Flechas debe contener la secuencia, duración y tiempo de inicio más próximo y más lejano para cada actividad. Tiempo de término más próximo y más lejano para cada actividad, holgura total y libre y ruta crítica.

Diagrama de Flujo de pagos - Se refiere al flujo de pago propuesto por el contratista de un proyecto desglosado por renglón de pago y por estimación mensual, coincidente en un 100% con el Programa de Trabajo.

Diario del Proyecto - Independientemente del libro de bitácora, el diario del proyecto es el libro foliado y de hojas no removibles que lleva el Ingeniero de Proyecto, en donde consigna anotaciones diarias hechas y firmadas por él mismo. Si el Ingeniero de Proyecto está ausente, estas anotaciones diarias son hechas y firmadas por la persona a cuyo cargo queda la obra durante dicha ausencia.

Cada anotación diaria incluye lo siguiente, además de cualquier otra información pertinente:

Fechas y condiciones climáticas; correspondencia enviada y recibida; trabajo de la cuadrilla de topografía; trabajo de los inspectores; trabajo de los oficinistas; nombres de personas importantes que visiten el proyecto; trabajo de construcción en marcha; personal y equipo del Contratista en cada concepto o fase del contrato, la ubicación general de dicha actividad, comentarios relativos a cualquier equipo en proceso de reparación, los motivos por los que determinado equipo esté inactivo y las condiciones del equipo ocioso; inspecciones, decisiones y detalles discutidos con los inspectores; instrucciones verbales a los contratistas; las conversaciones importantes celebradas con el Contratista en torno a dirección, avance, cambios, especificaciones, u otros detalles; referencias a fotografías tomadas para documentar las condiciones o acontecimientos que más tarde pudieran convertirse en motivo de desacuerdo; comentarios sobre los riesgos de seguridad de la construcción y las medidas correctivas; información relativa a accidentes acaecidos en las labores de construcción o concomitantes a ésta; cualquier otra información no incluida en otras libretas y que pudiere tener relación en caso de ulteriores desacuerdos, tales como dificultades encontradas en la construcción y sus causas, retrasos provocados por deterioros en el equipo, u otros motivos sobre el uso inadecuado del equipo, que según sea su magnitud, pudiera reflejar ineficiencia de las operaciones del Contratista.

Dirección - Dependencia a cargo del contrato. Se denomina también Contratante.

Director - El Director General, actuando en persona o por intermedio de un representante debidamente autorizado. El representante actuará con la autoridad y dentro de las atribuciones especiales que le haya conferido el Director; se denomina también como Contratante, al actuar como su representante.

Director Técnico - Ingeniero Civil representante del contratista a cargo de la Dirección en los aspectos técnicos del proceso constructivo de una obra por contrato.

Diseño de mezcla - Procedimientos de laboratorio que tienen como propósito determinar (dentro de los límites de las especificaciones de proyecto) una graduación de agregado mineral y un contenido de ligante o de cemento, que produzcan una mezcla que logre un balance entre todas las propiedades deseadas.

Disposiciones - Directrices de la División de Obras Públicas y el Consejo Nacional de Vialidad las cuales pueden abarcar todos los temas técnicos y administrativos relacionados con las Obras Públicas.

Dispositivos de Seguridad - Se refiere a la señalización e identificación necesaria que debe ser realizada en sitios en los que se desarrollarán trabajos sobre las vías públicas. Dicha señalización debe hacerse con la debida antelación a fin de garantizar que los usuarios de las vías tengan conocimiento de la situación y asuman las precauciones del caso.

Drenaje - Estructura que se coloca o se construye para disponer y evacuar las aguas superficiales.

E.I.A. - Evaluación de impacto ambiental.

Es.I.A. - Estudio de Impacto Ambiental.

Ejecución sustancial - El punto en el que el proyecto está prácticamente terminado, de manera que puede ser usado segura y efectivamente por el público sin mayores retrasos, interrupciones u otros impedimentos. Para trabajos convencionales de carreteras y puentes, el momento en que están terminadas las losas de los puentes; así como los parapetos, la estructura del pavimento, los espaldones, los drenajes, las aceras, el señalamiento permanente, las barreras, el guarda caminos, los implementos de seguridad y utilidades.

Enmienda - Documento mediante el cual es posible hacer una variante en una Orden de Servicio o en una Orden de Modificación.

Emulsión Asfáltica - Es una dispersión de cemento asfáltico y agua que contiene una pequeña cantidad de agente emulsionante. Es un sistema heterogéneo que normalmente contiene dos fases inmiscibles (asfalto y agua) en donde el agua forma la fase continua de la emulsión y pequeños glóbulos de asfalto forman la fase discontinua. La emulsión de asfalto puede ser de tipo aniónico (glóbulos cargados negativamente) o catiónica (glóbulos cargados positivamente), dependiendo del agente emulsionante.

Espaldón - La parte de la carretera contigua a los carriles de tráfico, necesaria para el acomodo de los vehículos que se detienen, para uso en emergencias y para el soporte lateral de la estructura del pavimento.

Especificaciones - El vocablo general aplicado a todas las normativas, disposiciones y requisitos técnicos, relativos a la ejecución de la obra.

Especificaciones Especiales - Complemento y/o revisión de las Especificaciones Generales, que abarcan las condiciones peculiares o específicas de una obra individual.

Especificaciones Generales - Las especificaciones contenidas en este manual.

Especificaciones Suplementarias - Las adiciones y revisiones a las especificaciones normales, que son acogidas como estándares posteriormente a su publicación.

Estabilidad - La habilidad de una mezcla asfáltica de pavimentación de resistir deformación bajo cargas impuestas. La estabilidad es una función de la cohesión y la fricción interna del material.

Estación - (1) La medida de distancia utilizada en carreteras y ferrocarriles. (2) La ubicación puntual en una línea topográfica.

Estimación mensual - Pagos provisionales de avance al contratista que quedan firmes, y son definitivos hasta el finiquito del contrato.

Estructura del pavimento - La combinación de la subbase, base y superficie de rodamiento, colocadas sobre una subrasante para soportar y distribuir las cargas del tránsito sobre la subrasante de la carretera, según lo dicte el diseño elaborado por un profesional en el área.

Estructura del precio del contrato - estará compuesta por los costos directos, los costos indirectos, la utilidad y los imprevistos. Los costos directos se dividen en: costos de mano de obra directa y costos de insumos directos en el caso de Edificaciones o costos de los grupos de insumos y servicios especiales en el caso de obras de ingeniería civil; mientras, los costos indirectos se dividen en: costos de mano de obra indirectos y costos de insumos indirectos. Además, podrá incluir los costos de insumos y servicios específicos.

Estructuras - Los puentes, alcantarillas, tomas y cabezales, muros de retención, pozos de inspección, cunetas, cloacas, tuberías de servicio, subdrenajes, drenajes y otros elementos similares que pueden ser necesarios en el proyecto.

Familia de normas ISO - Son normas de "calidad" y "gestión continua de calidad", establecidas por la Organización Internacional para la Estandarización (ISO) que se pueden aplicar en cualquier tipo de organización o actividad sistemática, que esté orientada a la producción de bienes o servicios. Se componen de estándares y guías relacionados con sistemas de gestión y de herramientas específicas como los métodos de auditoría (el proceso de verificar que los sistemas de gestión cumplen con el estándar). Su implantación en estas organizaciones, aunque supone un duro trabajo, ofrece una gran cantidad de ventajas para las empresas. Los principales beneficios son: reducción de rechazos e incidencias en la producción o prestación del servicio, aumento de la productividad, mayor compromiso con los requisitos del cliente y mejora continua.

Flujo de Pagos - Se refiere a la programación de los pagos a realizar por la realización de un contrato. Se desarrolla en períodos de tiempo que en general son mensuales y que se relacionan directamente con el programa de trabajo.

Finiquito de Obra - Se refiere al cierre final y definitivo de un contrato de obra. Está constituido por la Orden de Modificación de Obra, la Estimación Final de Obra, la Estimación Final de Reajustes si procede y cualquier otro documento concordante.

Formaleta - Las estructuras de encofrado temporales o moldes, utilizadas para retener el hormigón fresco con la forma en que fue diseñado hasta que se endurezca. Los encofrados deben tener suficiente resistencia para soportar la presión ejercida por el concreto plástico y las presiones adicionales generadas por la vibración.

Fórmula de la mezcla para el trabajo - Es la fórmula de la mezcla propuesta por el contratista, verificada por la Administración y en obra mediante un paño de prueba, y con los ajustes que se deriven de su ejecución, autorizada ésta por escrito por el Ingeniero de Proyecto. La fórmula de la mezcla para el trabajo puede ser verificada por la Administración en cualquier momento.

Fórmula de mezcla - Es la fórmula propuesta por el contratista en su diseño.

Fuente de Materiales - Zonas en las cuales el Contratista obtiene los materiales pétreos (materia prima) aptos para la construcción de obras viales. En general se agrupan en canteras o ríos.

Gaviones - Se da el nombre de gaviones a celdas de malla de alambre hexagonal de doble o triple torsión de dimensiones variadas, rellenas con fragmentos de roca o gravas.

Informe final de calidad - Credencial final donde se plasman los resultados de los ensayos de campo y laboratorio, y se da constancia de la calidad de los materiales, productos y procesos incorporados al proyecto, de acuerdo con la calidad requerida por la Administración. Este documento debe ser firmado por el Consultor de Calidad.

Ingeniería de Proyecto - Personal de la Administración, integrado por el (los) ingeniero (s) de proyecto, inspectores, consultor (es), laboratorio de materiales del proyecto. Estos funcionarios pueden ser personal de planta de la Administración o ser contratados.

Ingeniero de Proyecto - Es el Ingeniero Civil asignado por la Administración, responsable de supervisar la buena ejecución de las obras y administrar el Contrato. Este profesional, con un equipo de apoyo, se encarga de la administración y control del proyecto en su fase de ejecución y de cierre; es quien tendrá la responsabilidad de aprobar por que el pago de toda estimación sea tramitado acorde con la obra realmente realizada, entre otras funciones.

Ingeniero Residente - Es el Ingeniero Civil designado por el contratista para ser el encargado de la ejecución de lo establecido en el Cartel, los planos de construcción y las especificaciones técnicas de la obra y otros.

Inspector - Un representante del Contratante, autorizado por él para hacer las inspecciones necesarias de los trabajos en ejecución, y de los materiales y equipo suministrados por el Contratista, para asegurar el fiel cumplimiento del Contrato.

Intemperismo o meteorización - Es la alteración de los materiales rocosos expuestos al aire, la humedad y al efecto de la materia orgánica; puede ser intemperismo mecánico o de desintegración, y químico o de descomposición, pero ambos procesos, por regla general, interactúan. Las variaciones de humedad y temperatura inciden en ambas formas de intemperismo, toda vez que afectan la roca desde el punto de vista mecánico; además, el agua y el calor favorecen las reacciones químicas que la alteran.



Laboratorio - Un laboratorio de materiales de capacidad reconocida, que cumpla con las normativas vigentes.

Laboratorios de control de calidad - Entes debidamente aceptados por la Administración, encargados del control de calidad o bien de la verificación de la calidad de los procesos productivos y constructivos, según lo establece el Tomo de Disposiciones y las normas AASHTO, ASTM y otros.

L.C.A. - Ley de Contratación Administrativa.

L.G.A.P. - Ley General de la Administración Pública.

Láminas de detalle - Las hojas de diseño, fabricación, erección, o detalles de construcción, sometidas al Contratante por el Contratista para su conocimiento y aprobación.

Licitación - Es un proceso de contratación regulado por ley.

Límite de la construcción - El límite a ambos lados del proyecto que establece el área que puede ser disturbada durante las operaciones de construcción, más allá del cual no se permiten alteraciones del terreno.

Lista de cantidades - Enumeración de cantidades, incluido en los formularios de la oferta, que contiene las cantidades estimadas para los diferentes renglones de pago y para los cuales se solicita cotización de precios.

Litología - Parte de la geología que describe y clasifica las rocas.

M.A.C. - Mezcla Asfáltica en Caliente.

Material - Cualquier sustancia especificada o necesaria para completar satisfactoriamente el trabajo objeto del contrato.

Material insatisfactorio - Material que no cumple con las especificaciones del proyecto

Material de Préstamo - Material apto para la construcción de rellenos, terraplenes u otras partes de una obra debidamente aprobadas por el Ingeniero de Proyecto.

Material pétreo - Es todo aquel producto o subproducto cuya materia prima es la piedra.

Materiales primarios procesados en el sitio de la obra - Materiales de origen pétreo (agregados).

Material satisfactorio - Material que cumple con las especificaciones del proyecto

Medición - El proceso de identificar las dimensiones, cantidades o peso en toneladas métricas de un renglón de pago (ver la Sección 110 Medición y Pago).

M.N.P. - Memorandos de Normas y Procedimientos.

Normas ambientales - Disposiciones que se establecen en un proyecto tendientes a conseguir que

las labores de construcción o conservación de las obras viales no alteren las condiciones medioambientales del espacio físico que circunda la obra, evitando modificaciones innecesarias del medio, la contaminación con residuos derivados de la construcción y otros impactos que atenten contra el ambiente.

Normas nacionales INTE - Normas técnicas aprobadas y adoptadas como tales, por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica, que constituyen un conjunto de reglas en las que se establecen los requisitos y especificaciones técnicas, parámetros y límites de tolerancia permisibles, de obligatorio cumplimiento en el desarrollo de actividades o en el uso y destino de bienes.

Obra falsa - Cualquier construcción temporal en la obra, usada para soportar una estructura permanente hasta que esta llega a ser autosoportante. Las obras falsas incluyen vigas de acero o de madera, columnas, pilotes, fundaciones y cualquier equipo propiedad del Contratista, incluyendo marcos modulares de apuntalamiento, postes y puntales horizontales ajustables.

Obra Pública - Se refiere a aquel proyecto u obra que se contrata por parte de la Administración y cuyo propietario es el Estado costarricense.

Obras de Mitigación - Son obras que tienen como finalidad suavizar o disminuir la afectación de algún proceso dentro de la construcción de una Obra Pública.

Obras de Recuperación - Como su nombre lo dice, son obras tendientes a recuperar algo que no existe o se ha visto afectado en una construcción de Obra Pública y que se hace necesaria su recuperación.

Oferente - Cualquier individuo, sociedad, empresa o corporación que actúe directamente o por medio de un representante debidamente autorizado, que someta una oferta para los trabajos proyectados. Las palabras licitante, oferente o postor son consideradas sinónimas para este efecto.

Oferta - Es toda propuesta presentada en los formularios correspondientes para ejecutar el trabajo mencionado en la Licitación. Comprende la cotización de los renglones de pago de contrato, el suministro de la información requerida en los cuestionarios, de experiencia, de maquinaria y de estado financiero, así como la garantía de participación.

Oferta evaluada como la más baja - Propuesta válida, que satisface todos los requerimientos del proceso licitatorio, que ofrece el precio más bajo dentro del concurso para la contratación de la obra.

Orden de inicio - La comunicación por escrito dirigida al Contratista notificándole la fecha en que deberá iniciar la obra que le ha sido contratada.

Orden de Modificación - Toda orden escrita del Ingeniero de Proyecto al Contratista, requiriendo la ejecución de un trabajo fuera de los términos del Contrato, incluyendo todos los cambios que contemplen variaciones en la base de pago, en el monto y/o plazo del contrato y en las Especificaciones requeridas. Dependiendo de la Modificación propuesta, la Orden genera la elaboración de un Addendum.

Orden de Servicio - Documento mediante el cual el Ingeniero de Proyecto ordena al Contratista, la ejecución de un trabajo dentro de los términos de un contrato, incluyendo todos los cambios que no contemplen variaciones en la base de pago, en el monto o plazo del contrato ni de las Especificaciones requeridas.

Organismo de ensayo - Laboratorio de materiales aceptado por el Contratante que forma parte o es una entidad con responsabilidad legal (persona jurídica); con competencia técnica para la ejecución de ensayos o pruebas a los materiales, sea en la gestión de control de calidad de la inspección, verificación de la calidad o como laboratorio de tercera parte, para la ejecución de los ensayos a las muestras testigo.

Organismos de Evaluación de la Conformidad (OEC) - Los organismos de evaluación de la conformidad (laboratorios de ensayo, calibración, unidades de inspección y organismos de certificación) son los encargados de evaluar y realizar una declaración objetiva de que el órgano o entidad evaluada cumple con unos requisitos específicos, ya sean reglamentarios o voluntarios.

Organismo financiero - Ente financiero, generalmente un banco internacional, que financia total o parcialmente un proyecto.

Orilla del camino - Todas las áreas dentro del derecho de vía, excluyendo los carriles de tránsito, incluyendo aceras, ciclo vías laterales, o cualquier otro tipo de infraestructura que no sean los carriles de tránsito.

Parámetros de Aceptación - Requerimientos de calidad regulados por especificaciones vigentes que le permiten a la Administración aceptar o rechazar una materia prima, un producto manufacturado o un proceso constructivo.

Parámetros de Control - Requerimientos de calidad establecidos por la Administración para que el Contratista los utilice con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de todas las especificaciones contractuales.

Parámetro de pago - Requerimientos de calidad establecidos por la Administración para que el Contratista los utilice con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de todas las especificaciones contractuales.

Partículas friables - Partículas que son fáciles de desmenuzarse.

Pasada de rodillo - El viaje de un rodillo en una dirección sobre cualquier área.

Período de corrección de defectos - Es el período dentro del cual el Contratista debe corregir los defectos notificados por el Contratante a través de la Unidad Inspectora. La duración del período la establece el Contratante a través de la Unidad Inspectora, de acuerdo al defecto que debe ser corregido.

Piedra - Agregado de minerales, resultado de los procesos geológicos, físicos y químicos.

Plan de Gestión Ambiental - Conjunto de actividades orientadas a disminuir el impacto de la construcción de obras viales en el ambiente.

Plan mínimo de control de calidad - Programa recomendado por la Administración, donde se define el nombre y cantidad de los ensayos de laboratorio que como mínimo, pero no limitándose a, que deberá incluir el Contratista en su Programa de Control de Calidad, donde además, se define la frecuencia mínima de los ensayos y el sitio de muestreo. El control de calidad es responsabilidad directa de cada contratista y responde a una obligación contractual de brindar los mayores estándares de calidad posibles de acuerdo a los principios de eficiencia y eficacia que rigen la función pública.

Planos - Todos los planos, o reproducción de ellos, relativos a la construcción de la obra.

Planos estándar - Los planos de detalles aprobados para uso repetitivo e incluidos como parte del conjunto de planos.

Planta de mezclado continua - Planta para la fabricación de mezclas asfálticas de pavimentación en donde los agregados y el asfalto son proporcionados en la mezcla por medio de un sistema continuo de proporcionamiento sin intervalos de carga definidos.

Planta de mezclado por dosificación - Planta para la fabricación de mezclas asfálticas de pavimentación. En dicha Planta los agregados son proporcionados en la mezcla por medio de "cargas" (cantidades ya pesadas) y el asfalto es suministrado por peso o volumen.

Planta Trituradora - Es aquel equipo electromecánico diseñado para triturar materiales pétreos y así obtener diferentes tamaños de acuerdo con las necesidades.

Plataforma o corona de la carretera - Área o superficie de la carretera o del camino por la cual transitan los vehículos, comprende la superficie de rodamiento y los espaldones.

Plazo del Contrato (contractual) - El número de días calendario concedidos para el cumplimiento del contrato, incluyendo las ampliaciones del período que fuesen autorizadas con arreglo al ordenamiento jurídico vigente.

Precalificación de empresas - Proceso de selección de empresas interesadas y capacitadas para ejecutar una obra, las cuales demuestran lo anterior mediante el aporte de información siguiendo los lineamientos del cuestionario suministrado por el Contratante.

Préstamo seleccionado - Material de corte procedente de excavaciones hechas generalmente fuera del trazo de la carretera o camino, con características definidas en cuanto a graduación, índice de soporte y plasticidad, el que se coloca como una capa en las partes inferiores del pavimento para mejorar la subrasante u obra básica del camino, tanto en los cortes como en los terraplenes, ya sea como refuerzo del pavimento o para acabado de la subrasante.

Prisma de la carretera - El volumen definido por el área comprendida entre la sección transversal del terreno original y la sección transversal final, multiplicada por la distancia horizontal a lo largo de la línea de centro de la carretera.

Procedimiento de muestreo aleatorio - Metodología definida por el Contratista o impuesta por la Administración, para la determinación de los sitios y/o puntos de muestreo, según la producción total o frecuencia de muestreo, que aseguren al Contratista y a la Administración la aleatoriedad de la selección y se evite el sesgo en el muestreo.

Programa de Autocontrol de calidad - Documento que contiene el plan estratégico, diseñado por el Contratista, donde define el nombre de los ensayos de laboratorio que ejecutará, su frecuencia y sitio de muestreo, para cumplir con los requisitos de calidad requeridos por la Administración y además asegurar la uniformidad del proceso productivo y constructivo. Este programa de control de calidad no podrá ser inferior al denominado "Plan

Mínimo de Control de Calidad". De ser requerido para efectos de adjudicación de ofertas, este programa debe ser presentado formalmente por el Contratista en su oferta. Además, este programa debe ser complementario con el procedimiento de Muestreo Aleatorio.

Programa de Trabajo Oficial - Es el programa de trabajo presentado por el Contratista y aprobado por el Ingeniero de Proyecto y sobre el cual se establecerá el estado de la obra (adelanto o atraso) y el de referencia para efectos de reajustes y/o tipo de cambio a utilizar para proceder a la facturación.

Proyecto - Obra completa, susceptible de ser contratada. Igual se denomina cuando están siendo preparados los estudios, planos y especificaciones, que cuando está siendo ejecutada su construcción bajo contrato.

Puente - Una estructura, incluyendo todos sus tramos y apoyos, que facilita el paso sobre una depresión, cauce, línea férrea, carretera u otra obra que signifique obstrucción.

R.C.A. - Reglamento de Contratación Administrativa.

Rasante - Línea que representa, en alzado, la superficie de una carretera, puente u obra en general, y que normalmente coincide con el eje longitudinal de la misma.

Reajustes - Reconocimiento que se hace al contratista como compensación económica para mantener la ecuación financiera de un contrato.

Se paga con base en los Índices de Precios emitidos por el M.E.I.C. y el Programa de Trabajo Oficial del proyecto.

Recope - Refinadora Costarricense de Petróleo.

Relleno - El material usado para reemplazar, o el acto de reemplazar material removido durante la construcción. Material colocado o el acto de colocar material adyacente a las estructuras.

Relleno Mineral - Un producto mineral finamente dividido en donde más del 70% pasa el tamiz de 0,075 mm (N° 200). La caliza pulverizada constituye el relleno mineral fabricado más común. También se usan otros polvos de roca, cal hidratada, cemento Portland y ciertos depósitos naturales de material fino.

Renglón de Pago - Una unidad de trabajo, específicamente descrito para la cual todo oferente cotiza un precio unitario o global y que pasa a formar parte del contrato con el adjudicatario.

Responsabilidad Laboral - Responsabilidad del Contratista en materia de prevención de riesgos del trabajo durante la ejecución de las obras y según la legislación vigente.

Responsabilidad Objetiva del Estado - Es aquella que se limita a constatar el daño infringido a un tercero y que el mismo se haya producido por la actividad de la Administración.

Resolución de Contrato - Cuando existe un incumplimiento comprobado del contrato administrativo por parte del Contratista cabe, previo el proceso establecido, la resolución del contrato que implica, entre otras cosas,

la ejecución de la Garantía de Cumplimiento, ejecución de cláusulas penales de estar así previsto en el contrato y la adopción de medidas que lleven al cobro de daños y perjuicios.

Rescisión de Contrato - Cuando por motivos de interés público, caso fortuito o fuerza mayor, la Administración procede a anular unilateralmente un contrato administrativo.

Ruta Crítica - Es la secuencia de actividades y de eventos en donde no hay tiempo libre. La duración de la Ruta Crítica es el tiempo mínimo requerido para terminar un proyecto. Un atraso en alguna actividad de la Ruta Crítica, atrasa el total del Proyecto.

Salud Ocupacional - Se refiere al marco dentro del cual debe el Contratista atender el desarrollo de las obras en cuanto a pólizas de riesgos, seguridad e higiene ocupacional, información de accidentes y enfermedades, equipo de protección personal.

Secador - Es un aparato que seca los agregados y los calienta a la temperatura especificada.

Sección típica - Dibujo del perfil transversal típico de una carretera en el que se incluyen todas sus características, mostrando las diferentes capas del pavimento y las dimensiones de la calzada, incluyendo los carriles, espaldones, isla central, barandas, cunetas, y otros elementos.

Sección transversal - La sección vertical del terreno o estructura en ángulo recto respecto a la línea de centro o línea base del pavimento u otro elemento de la obra.

Seguros (Pólizas) - Se refiere a la póliza emitida por el I.N.S. para garantizar al trabajador su protección ante los riesgos del trabajo durante el proceso constructivo de una obra vial.

Subbase - La capa o capas de material colocado sobre una subrasante o material selecto para soportar la base o superficie de un pavimento.

Subcontratista - La persona jurídica o individual con la cual el Contratista subcontrata parte del trabajo.

Subcontrato - El acuerdo escrito entre el Contratista y una persona jurídica o individual conviniendo la realización de una porción específica de la obra.

Subestructura - Parte de un puente debajo de los soportes de las vigas simples o continuas, o de los apoyos de los arcos y la parte superior de los cimientos.

Subrasante - Superficie del terreno, ya sea en corte o terraplén, sobre la que se colocan las diferentes capas de material que constituyen el pavimento de una carretera o camino.

Superestructura - Parte superior de un puente, formada por las vigas, losa y barandas.

Superficie de rodamiento - La capa superior de la estructura de un pavimento, diseñada para soportar las cargas del tránsito, resistir el deslizamiento de los vehículos y la abrasión que ellos producen, así como el intemperismo.

Suspensión de plazo - Es cuando por razones ajenas a la obra en si, esta no se puede continuar, ya sea parcial o totalmente, dando lugar a una suspensión del plazo contractual de duración del Proyecto.

Tamaño máximo nominal de agregados - Es el tamaño del tamiz inmediatamente superior al primero que retiene una cantidad superior a diez por ciento.

Tamiz - Aparato, en un laboratorio, usado para separar tamaños de material y donde la aberturas son cuadradas.

Tanque - Recipiente con propiedades y características adecuadas para almacenar combustibles.

Terreno soportante - La sección conformada del prisma de una carretera, preparada como fundación para soportar la estructura del pavimento y los espaldones.

Toma - Estructura de concreto a la entrada de la alcantarilla que sirve para recoger las aguas pluviales y encauzarlas dentro de la misma. Protege la tubería misma y los rellenos de la carretera.

Trabajabilidad - La facilidad con que las mezclas de pavimentación pueden ser colocadas y compactadas.

Trabajo - La ejecución de todo el trabajo, el suministro de materiales y equipo, incluyendo los imprevistos necesarios para completar el proyecto satisfactoriamente, de acuerdo con el Contrato.

Tramo de prueba - Es la sección del proyecto que se construye para obtener el patrón de colocación y/o compactación a utilizar en la obra a fin de cumplir con los requisitos contractuales.

Transportista - Aquella persona física o jurídica que opere un cisterna al cual se le ha otorgado una autorización de operación por parte de la DGTCC de conformidad con las disposiciones de este decreto, para que brinde el servicio de transporte a los combustibles ya sea por vía terrestre.

Unidad inspectora – Organismo de Inspección. Persona jurídica o grupo de profesionales debidamente inscritos ante el CFIA, responsables de proveer los servicios de inspección.

Unidades - Son las unidades del sistema métrico decimal. Cuando sea necesario recurrir al uso de otras unidades, éstas serán definidas en los documentos con respecto al sistema métrico decimal.

Unidad de pago - Unidad de medida establecida para un renglón determinado del Contrato, con base a la cual se hace la medición previa al pago del trabajo realizado por el Contratista en ese apartado.

Vacios - Espacios vacíos en una mezcla compactada rodeados de partículas cubiertas de asfalto.

Vehículo automotor - Vehículo mecánico propulsado por un motor de combustión interna.

Verificación de la calidad: - Ensayos ejecutados por el laboratorio de control de calidad de la Administración, para verificar los resultados de control de calidad presentados por el Contratista; si el pago de obra ejecutada en función de la calidad, se realiza basado en los ensayos de verificación de la calidad exclusivamente.

## **Sección 102.) RESERVADA**

## **Sección 103.) RESERVADA**

## **Sección 104.) ALCANCE DEL TRABAJO**

### ***104.01 Trabajo por ejecutar.***

El trabajo cubierto por estas especificaciones comprende la ejecución y terminación total de la obra objeto del contrato y sus modificaciones autorizadas, en el plazo definido y por el monto contratado, incluyendo el suministro de todos los materiales, equipo, transporte, mano de obra y todo lo demás que sea necesario e imprevisto, así como la limpieza final del sitio del proyecto, el pago de todas las obligaciones contraídas y el reemplazo de la obra y materiales defectuosos, todo de acuerdo con los planos, especificaciones y demás documentos contractuales.

### ***104.02 Otros Contratos.***

Debe ajustarse a la legislación y normativa vigentes, el Contratante puede encargarse directamente, o mediante la adjudicación de otros Contratos, de la ejecución de trabajo adicional. El Contratista deberá cooperar plenamente con el Contratante o con los demás Contratistas y disponer cuidadosamente su propio trabajo para que sea compatible con estas otras labores, conforme a las instrucciones que dé el Contratante. El Contratista no deberá cometer, ni permitir, actos que interfieran con la ejecución del trabajo realizado por otro Contratista o por el Contratante.

### ***104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito.***

El Contratista, está obligado a mantener por su cuenta señales permanentes aceptadas por la unidad de inspección, tanto de día como de noche, para prevenir cualquier peligro o dificultad para el tránsito. También se obliga a colocar por lo menos dos (2) rótulos informativos del proyecto, cuyas dimensiones mínimas serán de 4,50 m. por 2,50 m., con la leyenda y tamaño de letra o logotipo que le indique el Contratante. El lugar de colocación de estos rótulos deberá ser aceptado por la unidad de inspección de la obra.

Excepto cuando se disponga lo contrario, el Contratista deberá mantener en servicio para todo tránsito cualquier camino existente al cual le esté haciendo mejoras. Cuando así fuese previsto en los planos o en las disposiciones especiales, el Contratista podrá desviar el tránsito por una ruta alterna autorizada, o canalizarlo debidamente en un carril de la misma vía, colocando el señalamiento necesario y el personal suficiente para la conducción del tránsito.

El Contratista deberá conservar en buenas condiciones de ruedo la parte del proyecto que esté siendo utilizada por el tránsito para cuyo efecto dará en todo momento un mantenimiento satisfactorio a la superficie de ruedo. También proporcionará y mantendrá en condiciones de seguridad los accesos, cruces e intersecciones con servidumbres, caminos, calles, comercios, estacionamientos para vehículos, residencias, garajes y fincas. Cuando se produzca polvo como consecuencia de las labores de construcción, deberá aplicar riegos de agua o emplear otros medios satisfactorios para su control.

Serán por cuenta del Contratista todos los gastos relacionados con el mantenimiento del tránsito sobre la sección del camino existente que se esté reparando o mejorando y de la construcción y mantenimiento de las vías de acceso antes mencionadas, cruceros, intersecciones y otros en lo que sea necesario, sin compensación directa, excepto si en las Disposiciones Especiales se prevé otra modalidad.



**104.04 Mantenimiento del tránsito durante la suspensión parcial o total de las obras.**

El Contratista pagará, por los medios que defina el Contratante, todos los gastos para mantener el tránsito en aquellas partes del proyecto y caminos provisionales o partes de los mismos, que sean necesarios para acomodar el tránsito durante los períodos de suspensión parcial o total del trabajo, que no sean debidos a actos de la naturaleza o conveniencia del Contratante.

El Contratista no será relevado de la responsabilidad del mantenimiento hasta que el proyecto sea aceptado por el Contratante.

**104.05 Mantenimiento de la carretera.**

Excepto cuando se disponga lo contrario, cuando se le estén haciendo mejoras a un camino existente, el Contratista deberá mantenerlo en buenas condiciones de servicio para todo tipo de tránsito.

El Contratista puede desviar el tránsito por una ruta alterna autorizada, o mediante la construcción aprobada de una parte del ancho usual, según se especifique en el Contrato.

La porción del proyecto que esté siendo utilizada por el tránsito, bien sea local o de paso, deberá mantenerse en condiciones seguras y satisfactorias.

El Contratista proporcionará y mantendrá en condiciones seguras y aceptables las vías de acceso e intersecciones con caminos, carreteras, calles, comercios, estacionamientos para vehículos, residencias, garajes, etc.

Se debe proveer a los usuarios de la vía una ruta razonablemente libre de polvo, manteniendo una limpieza razonable en todo el proceso constructivo, en especial en proyectos urbanos.

El señalamiento necesario para el paso del tránsito debe cumplir con los requisitos establecidos en las Secciones correspondientes de estas Especificaciones.

**104.06 Limpieza final.**

Antes de la aceptación final del proyecto, el Contratista retirará todo el equipo, instalaciones provisionales, materiales no usados o inservibles, escombros, etc., y reparará o reemplazará de manera aceptable las cercas u otras propiedades públicas o privadas que hayan sido dañadas o destruidas debido a la realización del trabajo. Asimismo, conformará a satisfacción del Contratante todas las irregularidades en el terreno que sean producto de la construcción del proyecto, tanto en propiedades públicas como privadas. Limpiará las obstrucciones causadas por el trabajo en los cauces; limpiará los desagües y acequias dentro de los límites del proyecto y en sus lugares adyacentes, ya sea en propiedad pública como privada, de manera precisa y en condición presentable.

**104.07 Oficinas de campo.**

Cuando el tamaño del proyecto lo requiera, y así lo defina el Contratante, las oficinas, laboratorios e instalaciones especiales necesarias para la inspección, serán construidos por el Contratista conforme al diseño aprobado por el Contratante. El costo de estos servicios correrá por cuenta del Contratista, salvo que dispongan otra cosa las Especificaciones Especiales del proyecto.

**104.08 Estipulaciones sanitarias.**

El Contratista proporcionará y mantendrá facilidades de limpieza y sanidad para sus empleados de acuerdo con la normativa nacional existente y de las entidades que tengan jurisdicción. El costo de estos servicios correrá por cuenta del Contratista.

**104.09 Materiales.**

Todos los materiales para el proyecto serán suministrados por el Contratista, salvo disposición contraria en las Especificaciones Especiales, y deberán provenir de fuentes de suministro aprobadas por el Contratante.

La solicitud para la aprobación de la fuente de materiales deberá indicar claramente la ubicación del sitio, o el nombre y dirección del proveedor según sea el caso, el sistema de despacho, la fecha propuesta del primer envío y el uso que se dará al material. Los materiales podrán ser inspeccionados en el lugar de origen y aprobados antes de su envío. Para todos los materiales importados, el Contratista presentará al Contratante constancias de calidad de los ensayos realizados por un organismo competente y que cubran todos los requerimientos de las especificaciones para cada lote o envío. Los materiales no podrán ser usados hasta después de su aceptación por el Contratante. La aprobación mediante muestras será aplicable siempre y cuando el material a proveer sea igual a las muestras aprobadas y que pueda ser provisto en el tiempo y cantidades requeridas, conservando los materiales sus características, calidad y composición uniforme. La aceptación para un caso o uso determinado no implica aceptación para otros casos o usos.

Los materiales aprobados que aparenten ser defectuosos cuando se reciban, o los que hubiesen sufrido deterioro durante su transporte y almacenamiento, no podrán ser utilizados hasta que hayan sido ensayados y aprobados nuevamente por el Contratante. Los pedidos de materiales deberán contener la descripción detallada y el uso que se les dará, así como la designación oficial del proyecto donde serán usados. Se entregarán al Contratante copias de los pedidos en el momento en que se ejecuten.

Salvo especificación contraria en las Disposiciones Especiales, el contratista deberá suministrar, con prontitud y sin ningún costo adicional, todas las facilidades, mano de obra, equipo y materiales razonablemente necesarios para realizar los ensayos. Cuando se establezca el sistema de "control de calidad", el Contratista deberá tomar y preparar las muestras para las pruebas requeridas. Los gastos en que incurra el Contratista con relación a las pruebas anteriormente indicadas, serán incluidos en los precios de los distintos renglones de la oferta. Salvo especificación contraria, se harán las pruebas de los materiales de acuerdo con las normas nacionales vigentes o con los métodos de la AASHTO u otros aceptados.

Los vehículos y recipientes usados para el transporte de materiales deberán estar en buen estado, ser resistentes, fuertes y limpios. De otro modo, los materiales transportados podrán ser rechazados.

Los recipientes deberán estar claramente marcados con el nombre del fabricante, peso neto, calidad, número del lote del material aprobado a que corresponda y la fecha de aprobación. Los materiales susceptibles de sufrir daños por causa de los elementos naturales deberán ser almacenados en construcciones apropiadas o de otra manera aceptable para su protección contra deterioro.

Los materiales deberán mantenerse limpios y libres de materias extrañas antes, durante y después de haber sido colocados en la obra, para lo cual el Contratista cumplirá las recomendaciones del Contratante. Los materiales, en el momento de ser usados en la obra, deberán estar en buenas condiciones y de acuerdo en todo con los requerimientos de las especificaciones. Los materiales sucios, dañados o de otra forma defectuosos, no deberán usarse en la obra aunque hayan sido previamente aceptados.

#### ***104.10 Superintendente en la obra.***

El Contratista dirigirá el trabajo por medio de un superintendente competente, que hable el idioma español, con el grado mínimo de licenciado en ingeniería civil, con autoridad suficiente para recibir y cumplir instrucciones. Los trabajadores deberán ser competentes y ejecutarán su labor de manera esmerada. Cualquier persona que no sea debidamente calificada para su trabajo, o quien lo efectúe de manera no satisfactoria o contraria a las especificaciones o instrucciones del Contratante, deberá ser despedido si así lo solicita el Contratante, no pudiendo nuevamente ser contratado para el proyecto salvo aprobación del Contratante. El número de trabajadores deberá ser suficiente y el desempeño de la superintendencia satisfactorio, en opinión del Contratante, para asegurar la terminación del proyecto en el plazo estipulado.

**104.11 Equipo y Maquinaria**

Se usará únicamente equipo y maquinaria adecuados, y en óptimas condiciones de trabajo. Se utilizará suficiente cantidad de equipo y maquinaria en la obra para asegurar la terminación del proyecto dentro del plazo estipulado. Se operará el equipo y maquinaria de manera tal que no cause daño a la propiedad pública ni privada. Cuando se estipule un equipo y maquinaria de tipo y clase especial, deberá ser provisto y usado por el Contratista. Todo equipo y maquinaria está sujeto a la aceptación del Contratante. Si el Contratista o Subcontratistas no son propietarios de todo o parte del equipo o maquinaria requerido, deberán presentar una declaración escrita con el nombre y dirección del dueño o dueños, la cual se hará acompañar de una manifestación de dicho propietario o propietarios de haber llegado a un acuerdo de alquiler del equipo o maquinaria, así como del término de vigencia del mismo.

Todo el equipo y maquinaria deberá cubierto por una póliza de responsabilidad civil por daños a terceros a efecto de que cualquier daño o perjuicio que cauce a la Administración o a un tercero, sea cubierto por dicha póliza. Cualquier daño a un servicio público deberá ser reparado mediante póliza, toda vez que cualquier afectación de los servicios públicos, existe la obligación del Contratista de responsabilizarse de los mismos. En caso de subcontratación de equipo o maquinaria, se deberá cumplir a cabalidad con lo estipulado en la normativa que rige la materia y las condiciones establecidas en el Cartel.

**104.12 Local del trabajo.**

Cualquier espacio que el Contratista necesite para la ubicación de plantas, equipo, almacenaje u otros fines, fuera del disponible en el sitio de la obra, deberá ser adquirido por el Contratista y el costo de ello se incluirá en los precios de los distintos renglones de la oferta. En caso de incumplimiento del Contrato, el Contratante tiene el derecho de tomar posesión y ocupar tal espacio directa o indirectamente para la terminación del proyecto. Si estuviese en arriendo, la escritura de arrendamiento contendrá una cláusula que exprese que en caso de incumplimiento del Contratista, el arrendamiento podrá ser transferido al Contratante o su designado. El Contratista acepta que, en caso de dicho incumplimiento, él tramitará tal transferencia.

**104.13 Organización del Contratista.**

El personal, equipo y local de trabajo provisto por el Contratista para el proyecto, deberán ser adecuados y suficientes para la terminación del proyecto dentro del plazo estipulado. Cuando en opinión del Contratante, parte o la totalidad de ellos sean inadecuados o insuficientes para terminar el proyecto dentro del plazo estipulado, podrá ordenar al Contratista corregir la deficiencia y éste deberá acatar la orden.

Cuando el Contratista no cumpla con el requisito de suministrar equipos adecuados y en suficiente cantidad para la prosecución correcta de la obra, el Contratante podrá proceder a la retención de los pagos de las estimaciones mensuales por obra ejecutada que se originan en tal concepto, o suspender la obra hasta tanto se suministre el equipo adecuado si el contrato no dispone otra cosa.

**104.14 Cambios en los planos o en el carácter de la obra:**

La Administración podrá en cualquier momento, hacer cambios dentro del alcance general del contrato, mediante Órdenes de Servicio o de Modificación, según lo permita la legislación vigente y que puedan relacionarse con:

Especificaciones, incluyendo esquemas, dibujos y diseños  
Métodos constructivos para ejecutar la obra  
Medios proporcionados por la Administración, como equipo, materiales y servicios  
"Programas de Trabajo"

Cualquier otra orden escrita o verbal (que pueda ser una indicación, una instrucción, una interpretación, o una disposición de parte de la Administración) podrá ser tratada como una Orden de Modificación o de Servicio, siempre que el Contratista obtenga por escrito la confirmación de esa Orden indicando la fecha, detalles y origen.

Excepto que se haya procedido en la forma indicada en los puntos a) y b) anteriores, ninguna orden, manifestación o forma de proceder por parte de los funcionarios de la Administración, será tomada como Orden de Modificación de Obra o de Servicio y, por lo tanto, el Contratista no podrá presentar ningún reclamo posterior.

El Contratista tendrá derecho de presentar reclamos en los casos en que considere que las órdenes han sido injustas en cuanto a costo o tiempo. Estos reclamos deberán presentarse en un plazo no mayor de veinte días calendario después de que el Contratista haya recibido la orden por escrito, pero tendrá la obligación ineludible de devolverla dentro de los tres días hábiles siguientes a su recibo, indicando su protesta y anunciando con ello la respectiva reclamación.

El hecho de no devolver la orden firmada dentro del plazo de los tres días hábiles señalado, se tomará como la aceptación de los términos de ésta en todos sus extremos.

El Contratista estará obligado a devolver, dentro de los tres días hábiles siguientes a su recibo, toda Orden de Modificación o de Servicio que le sea remitida, ya sea con su aprobación o con la indicación de protesta.

**104.15 Condiciones que difieren de las estipuladas en el contrato:**

Cuando el Contratista considere que existen condiciones reales, diferentes de las contempladas en los documentos de licitación, deberá, sin demora y antes de que tales condiciones sean alteradas, notificar por escrito al ingeniero encargado de la supervisión de la obra, en los siguientes casos:

- 1- Condiciones físicas del suelo o latentes en la ubicación de la obra, que sustancialmente difieren de las indicadas en los planos y especificaciones, o
  - 2- Condiciones físicas desconocidas en la ubicación de la obra, que sean de naturaleza extraña y difieran sustancialmente de las que por lo general son encontradas en la construcción de carreteras. El ingeniero tomará las acciones correspondientes para investigar las condiciones en el sitio y, si encuentra que estas son en realidad diferentes y ocasionan aumento o disminución en los costos del Contratista, deberá hacer un ajuste equitativo y modificar el contrato por escrito, de acuerdo con lo convenido entre las partes.
- b) No se admitirá ningún reclamo del Contratista bajo este artículo, si no se ha presentado previamente la notificación exigida en el párrafo a) anterior.
- c) No se admitirá ningún reclamo del Contratista efectuado con posterioridad al finiquito del contrato.
- d) Queda tácitamente reconocido y aceptado que es inherente a la naturaleza de la construcción de carreteras el hecho de que, durante su ejecución, puedan ser necesarios algunos cambios en los planos y especificaciones para ajustarlos a las condiciones de campo, y que por tal razón, es esencial aceptar un margen normal de cambios, que originarán modificaciones en el Contrato.

## **Sección 105.) CONTROL DEL TRABAJO**

### ***105.01 Autoridad del Contratante.***

El Contratante delegará la autoridad en sus representantes para decidir en cuanto a la aceptabilidad, progreso y suspensión del trabajo, así como a la interpretación y aceptación de lo concerniente al cumplimiento del Contrato. El término Contratante comprende a todos los representantes autorizados, incluyendo los inspectores que actúan dentro de los límites de su autoridad, tal como les fue delegado.

### ***105.02 Autoridad de los inspectores gubernamentales.***

La Unidad de Inspección estará autorizada para inspeccionar todo el trabajo, incluyendo la preparación, producción, o elaboración de los materiales para el proyecto. La Unidad de Inspección no está autorizada para variar o renunciar los requerimientos del Contrato, emitir instrucciones contrarias al Contrato, actuar como supervisor o dirigir las operaciones del Contratista. La Unidad de Inspección tiene autoridad para suspender el trabajo hasta que su decisión pueda ser referida al Contratante para la resolución definitiva.

### ***105.03 Especificaciones, planos y dibujos.***

Las cláusulas del Contrato relativas a especificaciones, planos y dibujos para la construcción, se complementan de la siguiente manera:

(a) General. El Contratista debe preparar planos y dibujos adicionales, según sea necesario, para la adecuada ejecución del trabajo. Esto incluye, pero no se limita a, dibujos para el control del tráfico, obra falsa, diagramas de esfuerzos, esquemas de anclajes, planos de construcción y listas del equipo.

Las láminas de los dibujos se ajustarán a un tamaño máximo de 610 por 920 milímetros. En cada lámina u hoja de cálculo, debe incluirse el número del proyecto, nombre, y cualquier otra identificación que se estipule en el Contrato; así como entregarse en versión digital con la versión final de la obra.

El Contratista debe suministrar 5 (cinco) juegos de los planos, dibujos y cálculos de soporte para la debida aceptación, antes de ejecutar el trabajo cubierto por ellos. Si los documentos son devueltos por el Contratante para revisión, una vez corregidos deben ser reenviados por el Contratista para la aceptación correspondiente. El Contratante tendrá un plazo de 40 (cuarenta) días naturales para la devolución de estos documentos cuando se trate de estructuras de ferrocarril y 30 (treinta) días para las demás estructuras. Si los documentos deben ser reenviados, el tiempo para la aceptación comienza a contarse de nuevo. El Contratista debe obtener aprobación escrita previa para realizar cambios o desviaciones en los planos.

(b) Requisitos específicos para estructuras de concreto y misceláneas. El Contratista debe suministrar diseños y/o esquemas para fundaciones, obras falsas, trabajos de construcción, sistemas de soporte temporales, encofrados, estructuras de desvío y otras obras transitorias, así como para métodos de construcción propuestos. Éstos deben proporcionarse con el sello y firma de un profesional con destreza en el campo de diseño respectivo.

### ***105.04 Coordinación de los documentos del Contrato.***

Las especificaciones especiales del Contrato, los planos, las especificaciones suplementarias y las especificaciones generales son documentos del Contrato. Cuando se solicita un requisito técnico en uno de ellos es como si lo fuera en todos. Se entiende que los documentos del Contrato son complementarios y que describen y proporcionan la información requerida para el Contrato en su totalidad. En caso de discrepancia entre ellos, las dimensiones calculadas y mostradas gobiernan sobre las dimensiones medidas. Los documentos del Contrato prevalecen en el orden siguiente:

- (a)Regulaciones legales vigentes
- (b)Especificaciones especiales del Contrato
- (c)Planos
- (d)Especificaciones suplementarias
- (e)Especificaciones generales

#### **105.05 Restricciones de carga.**

Cuando se transporte material y equipo en caminos públicos desde o hacia el sitio del proyecto, deben cumplirse todas las restricciones legales de carga existentes. La emisión de un permiso especial no releva al Contratista de la responsabilidad por daños resultantes del transporte de material o equipo.

A menos que sea permitido específicamente en algún documento del Contrato, no deben operarse equipos o vehículos que excedan los límites de carga legales sobre estructuras nuevas o existentes dentro del proyecto. Todos los daños, resultantes del uso de tales equipos o vehículos, deben repararse o reemplazarse de manera aceptable, sin ningún costo para el Contratante.

En las secciones del proyecto usadas para acomodar el paso del público, debe operarse el equipo de construcción y vehículos de manera que no haya conflicto con el flujo del tráfico y que se minimicen los retrasos de los usuarios que circulan por la vía.

### **Sección 106.) CONTROL DEL MATERIAL**

#### **106.01 Fuentes de suministro y requisitos de calidad.**

El Contratista debe seleccionar fuentes y proporcionar material aceptable. Antes de usarlas en el proyecto, debe informar al Contratante sobre todas las fuentes de materiales propuestas, a efectos de facilitar la inspección y ensayos del material. No debe incorporarse el material propuesto a la obra hasta tanto no sea aceptado por la unidad de inspección.

El material debe ser aceptado en la fuente antes de ser llevado al proyecto. Si una fuente debidamente autorizada y aceptada no continúa suministrando material aceptable durante la ejecución del proyecto, el uso posterior de esa fuente será prohibido.

#### **106.02 Fuentes locales de materiales.**

Las fuentes de piedra, arena, grava, tierra u otro material natural localizados por el Contratante en las inmediaciones del proyecto, pueden ser mencionadas en los documentos del Contrato. Estas fuentes identificadas podrán ser definidas por el Contratante como aptas para el proyecto o sólo enlistadas como información de ayuda al Contratista para su localización. La decisión de usar o no una fuente identificada por el Contratante es privativa del Contratista.

(a) Fuentes suministradas por el Contratante. El Contratante, a su conveniencia, podrá adquirir permisos y derechos para obtener material de las fuentes identificadas en el Contrato y para usar el terreno de esas fuentes para un sitio de planta y/o apilamientos. Los informes disponibles de pruebas y de datos históricos del comportamiento del material, que verifiquen su aceptabilidad, deben ser suministrados por el Contratista.

No deben ejecutarse trabajos dentro de una fuente suministrada por el Contratante hasta que sea aceptado un plan de operación para su explotación. Deben ejecutarse todas las obras necesarias para producir material aceptable, incluyendo el desarrollo del sitio, la preparación, el control de la erosión y la restauración del lugar.

En general, aunque la calidad de las fuentes provistas sea aceptable, pueden contener capas o bolsas de material inaceptable. No es factible determinar sólo con algunas muestras la calidad del material del depósito entero, por lo que pueden esperarse variaciones. El Contratista debe determinar la cantidad y tipo de equipo y trabajo necesarios para seleccionar y producir material aceptable.

(b) Fuentes indicadas por el Contratante. El Contratante puede señalar posibles fuentes de materiales. Las indicaciones del Contratante no son demostrativas de la calidad o cantidad de material, o del derecho al uso de material de estas fuentes.

Estas fuentes serán consideradas como fuentes localizadas por el Contratista conforme al punto (c) siguiente:

(c) Fuentes localizadas por el Contratista. El Contratista es responsable por estas fuentes, incluyendo los suministros comerciales establecidos. Deben usarse fuentes que cumplan con la cantidad y requisitos de calidad del Contrato. Deben determinarse la cantidad y tipos de equipo y trabajo necesarios para seleccionar y producir material aceptable. Deben obtenerse todos los permisos para el uso de la fuente y entregar copias de todos los documentos al Ingeniero de Proyecto.

Deben entregarse informes de los ensayos de laboratorio y datos del comportamiento histórico disponibles que indiquen la aceptabilidad del material de la fuente. No debe usarse material de una fuente que es inaceptable para el Contratante. Debe desecharse el material inaceptable y localizar otra fuente que sea aceptable, sin ningún costo para el Contratante.

#### ***106.03 Manejo de la fuente de material.***

El Contratista debe notificar al Contratante 14 (catorce) días naturales antes de iniciar las operaciones en una fuente aprobada. El Contratista debe desarrollar y operar la fuente de material de acuerdo con el plan de funcionamiento, o con acuerdo escrito aceptado por el Contratante para su explotación.

Debe cumplirse con los requisitos ambientales vigentes y tomando en consideración labores como las siguientes:

(a) Antes de desarrollar una fuente de material, deben medirse los contenidos de sedimento de la corriente de agua aledaña al sitio, que recibirá el desagüe del área de operaciones. Debe controlarse toda erosión de manera que no aumente el nivel de sedimento arrastrado por las corrientes de agua que desembocan.

(b) Después de que la operación de la fuente se termine, debe retornarse al área de la fuente todo el material de cubierta que existía en el sitio antes de comenzar la explotación. Debe nivelarse el área cuidadosamente, conformando los taludes en la extensión correspondiente. El material almacenado de la cubierta debe esparcirse uniformemente sobre los lados y base del área explotada. Debe colocarse una cobertura vegetal en el sitio y en el área circundante.

#### ***106.04 Acopio y manejo del material.***

El material debe manejarse y almacenarse de manera que preserve su calidad y aptitud para el trabajo. Después de almacenado, el material aprobado puede ser de nuevo inspeccionado antes de su uso en la obra. El material almacenado debe identificarse debidamente para facilitar su inspección.

Para acopiar materiales y colocar plantas y equipo, deben utilizarse sólo áreas aprobadas del derecho de vía. El Contratista debe proporcionar todo el espacio adicional requerido. No debe usarse propiedad privada para almacenamiento de materiales sin permiso escrito del dueño o arrendatario. El Contratista debe suministrar copias de estos acuerdos. Todos los sitios de almacenamiento provistos por el Contratante deben restaurarse y quedar en su condición original. El Contratista es responsable por la seguridad y el manejo de todo el material almacenado.

#### **106.05 Uso de materiales encontrados en la obra.**

El material que aparezca en las excavaciones, tal como piedra, grava o arena, puede ser usado para otro renglón de pago cuando sea aceptable. Cuando exista en el Contrato un renglón de pago de excavación aplicable, tal material se pagará en ambos renglones: como excavación y como parte del otro renglón de pago en que esté siendo utilizado. Este material debe ser reemplazado con otro material aceptable, si es necesario para ejecutar un terraplén o relleno, sin ningún costo para el Contratante. El material sólo debe ser excavado o removido dentro de los límites de la explanación del proyecto, tal como se indique en los perfiles, secciones y taludes.

El derecho a usar y procesar materiales encontrados en la obra no incluye el trabajo en obras no gubernamentales, salvo que resulte necesario deshacerse del material de desperdicio.

Si el contratista produce o procesa material de terrenos del Estado en exceso de las cantidades requeridas por el contrato, el Contratante puede:

- (a) Tomar posesión del exceso de material pagando al Contratista sólo el costo de producción, o
- (b) Requerir la remoción del material y la restauración del terreno hasta una condición satisfactoria, sin ningún costo para el Contratante.

Como una alternativa a la remoción y reemplazo, el Contratista puede solicitar por escrito que:

- (1) Se tenga el trabajo por aceptado a un precio reducido, o
- (2) Se le otorgue permiso para ejecutar medidas correctivas a conformidad del Ingeniero de Proyecto.

La solicitud contendrá argumentos y documentación de apoyo. Deben incluirse referencias o datos que justifiquen la propuesta, basados en una evaluación de resultados de pruebas, efecto en la vida de servicio, valor del material o del trabajo, calidad y otros datos útiles de ingeniería. El Contratante tomará la decisión relativa al trabajo no conforme.

#### **106.06 Pago de derechos de explotación y gestión de las fuentes.**

El Contratista proporcionará fuentes de materiales aceptables para el Contratante. Deberá asumir todas las responsabilidades legales por la explotación de las fuentes, conforme a la legislación vigente, así como el pago relacionado con la adquisición del derecho de explotación del material, incluyendo el pago de cualquier tasa u otros cargos inherentes.

### **Sección 107.) ACEPTACIÓN DEL TRABAJO**

#### **107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato.**

Las alusiones a los métodos estándares de prueba AASHTO, ASTM y otras autoridades de normalización reconocidas, se refieren a los métodos vigentes en la fecha de la solicitud de las ofertas. Con el fin de facilitar la aplicación de este manual, también se pueden utilizar las normas nacionales emitidas por el Instituto de Normas Técnicas de Costa Rica (INTECO), cuando sean idénticas.

El trabajo debe ejecutarse según los requerimientos del Contrato y realizarse conforme alineamientos, gradientes, secciones transversales, dimensiones, procesos y materiales requeridos, según se muestre en los planos o se especifique en el Contrato.

Las dimensiones que aparecen en los planos y los montos señalados en las especificaciones del Contrato son valores que deben lograrse para cumplir el diseño dentro de las desviaciones permitidas. El trabajo ejecutado y los materiales usados deben ser uniformes en carácter y razonablemente cercanos a los valores prescritos dentro



del rango de tolerancia. El propósito de un rango de tolerancia es conciliar variaciones ocasionales de la medida, que resulten inevitables por razones prácticas.

El Contratante puede inspeccionar, muestrear o probar todo el trabajo en ejecución en cualquier momento antes de la aceptación final del proyecto. Cuando el Contratante haga ensayos en la obra, los resultados de las pruebas se entregarán al Contratista a su solicitud formal expresa. Únicamente los resultados de los ensayos obtenidos de un proceso de verificación establecido por el Contratante serán usados para pago y aceptación de las labores. El Contratista no puede disponer de los resultados de los ensayos hechos por el Contratante para el control del proceso.

El trabajo aceptable conforme al Contrato se pagará por medio del renglón unitario de pago consignado en la oferta. Para determinar la conformidad y aceptabilidad del trabajo realizado por el Contratista, se describen cuatro métodos en las Subsecciones 107.02 a 107.05 inclusive. El método primario de aceptación se especifica en cada Sección del trabajo. Sin embargo, el trabajo puede ser rechazado en cualquier momento cuando se determine, por cualesquiera de los métodos, que no cumple con las normas del Contrato y los estándares de calidad esperados por el Contratante bajo los principios de razonabilidad, eficiencia y eficacia del buen uso de los fondos públicos.

Debe rehacerse el trabajo que no esté conforme con el Contrato, o con las normas prevalecientes en la industria, cuando no se puntualicen requisitos específicos en el Contrato, sin ningún costo para el Contratante.

Como una alternativa a la remoción o remplazo del material colocado, el contratista puede enviar una solicitud escrita para:

Que el trabajo se acepte a un precio reducido, siempre y cuando el Contratante haya establecido un metodología para tal efecto; o

Que se realicen medidas correctivas llevando el trabajo a un estado de conformidad

La solicitud debe contener documentación de soporte suficiente y racional. Debe incluir datos que justifiquen la solicitud, basados en ensayos de evaluación y desempeño, costo y calidad del material utilizado, aspectos estéticos y otros elementos ingenieriles tangibles. Estos resultados de ensayo deben ser estadísticamente representativos del lote en cuestionamiento y provenir de una fuente confiable, objetiva e independiente, con competencia técnica demostrada de acuerdo con los estándares y las legislaciones de calidad vigentes y su costo será cubierto en su totalidad por el Contratista. El Contratante definirá las acciones a realizar con respecto al trabajo no conforme.

Cuando se especifiquen estándares para materiales prefabricados (tales como cercas, alambres, placas, perfiles, tuberías y otros, que se identifiquen por calibre, unidad de masa o dimensiones de la sección y otros.), la identificación se anotará como masa nominal o dimensiones. A menos que se hayan establecido tolerancias de contrato específicas, se aceptarán las tolerancias establecidas por el fabricante.

#### **107.02 Inspección visual.**

La aceptación de la obra se complementará con una inspección visual del trabajo, realizada para efectos de evidenciar en sitio el cumplimiento de las normas del Contrato y las prevalecientes en la industria.

#### **107.03 Certificación.**

Acorde con lo establecido en la Ley N° 8279 "Sistema Nacional para la Calidad", sus reformas y reglamentos. Para el suministro de material manufacturado fuera del retiro del proyecto, deben usarse fabricantes certificados bajo normas de calidad acordes con la legislación vigente, o que resulten aptos en un procedimiento de inspección y ensayo efectivos, a criterio del Contratante. El material adquirido de esta forma debe ser el idóneo para la actividad a la que va a ser destinado y es responsabilidad del Contratista elegir el mejor material disponible para cumplir con las expectativas del Contratante. Asimismo, se debe pedir al fabricante que identifique claramente

el material, o el empaque, con una identificación única para ese producto y para la especificación estándar bajo la cual se elabora.

El material aceptado mediante certificación puede ser muestreado y ensayado en cualquier momento. Si se encuentra que no está conforme con el Contrato, se rechazará en el lugar en que se encuentre.

Puede ser requerida alguna de las certificaciones siguientes:

(a) Certificación de producto: la cual debe ser otorgada por un organismo de certificación que opere un sistema de certificación por tercera parte, según los requisitos de descritos en la Guía INTE- ISO/IEC 65. En tales casos, se debe notificar al Contratista que el fabricante se obliga a suministrar una certificación de la producción para cada embarque del material. Ésta certificación debe incluir al menos:

- (1) Fecha y lugar de manufactura.
- (2) Resultados de los ensayos del material del mismo lote y documentación emitida por el sistema de inspección y ensayo sobre el respecto.
- (3) Número del lote u otros medios de referencia cruzada de la inspección del fabricante con el sistema de ensayos de la obra.
- (4) Declaración del fabricante de que el material cumple con todos los requisitos del Contrato.
- (5) Manifestación firmada por el fabricante, u otros medios aceptables, que demuestren el cumplimiento con la certificación.

Declaración de Conformidad del Proveedor: para lo cual se debe cumplir con los requisitos de la norma INTE-ISO/IEC 17050: Evaluación de la conformidad - Declaración de la Conformidad del Proveedor.

En todo caso, el Contratista deberá demostrar al Ingeniero de Proyecto que los materiales manufacturados fuera del proyecto e incorporados a la obra cumplen con las especificaciones contractuales, suministrándole las constancias de calidad correspondientes. Podrán ser aceptados los certificados que usualmente el proveedor entrega al Contratista.

Los materiales manufacturados que generalmente se usan en las obras pueden ser entre otros los siguientes:

- Pilotes
- Acero estructural
- Acero de refuerzo
- Cables y accesorios de postensión de concreto
- Láminas de acero estructural corrugado
- Apoyos de neopreno
- Geotextiles
- Gaviones
- Cemento Portland
- Productos manufacturados de concreto
- Cementos asfálticos
- Emulsiones asfálticas
- Pinturas para señalamiento vial y para puentes de acero
- Materiales para señalamiento vial vertical
- Barandas de seguridad metálicas y de concreto
- Aditivos químicos
- Otros materiales de aplicación en el Proyecto, para los cuales existan términos contractuales.

#### **107.04 Conformidad determinada o ensayada.**

El Contratista debe proporcionar toda la información necesaria del avance, del proceso del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera que sea posible comprobar que se cumple de manera cabal con

los requisitos del Contrato.

Los resultados de la inspección o ensayos deberán mostrar valores dentro de los límites de tolerancia especificados. Cuando no se indique ningún valor de tolerancia en el Contrato, el trabajo será aceptado con base en lo estipulado en la manufactura de materiales y en las tolerancias de la construcción.

**107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).**

La evaluación estadística del trabajo es un método basado en el Manual de Implementación para el Aseguramiento de la Calidad de AASHTO (The AASHTO Implementation Manual for Quality Assurance) para analizar la inspección, o los resultados de las pruebas de laboratorio, con el fin de determinar la conformidad del trabajo con los requisitos del Contrato. El cálculo del factor de pago y el análisis estadístico debe realizarse con los ensayos de verificación de la calidad. El proceso de aceptación del trabajo es el siguiente:

(a) General. Para el trabajo valorado con base en la evaluación estadística, tanto el Contratante como el Contratista, asumen ciertos riesgos.

El riesgo del Contratante es la probabilidad de que un trabajo con un nivel de calidad no aceptable sea recibido. El riesgo del Contratista es la probabilidad de que el trabajo producido con un nivel de calidad aceptable (NCA) sea rechazado, o aceptado a un precio reducido.

El nivel de incumplimiento aceptado (NI) es el porcentaje máximo de trabajo o suministro de material que con base en los resultados de las pruebas de calidad, se encuentra fuera de los límites de especificación de cada parámetro especificado en el Contrato. Para el cálculo se sigue como se establece en (c) y (d).

El factor de calidad será determinado para dos categorías definidas para cada parámetro de pago, la Categoría I corresponde cuando es relevante la incidencia resultante del no cumplimiento de las especificaciones en la calidad de la obra o suministro de material. La Categoría II no es tan relevante la incidencia en la calidad de obra o suministro de material.

Las características de la calidad que se evalúen, el tamaño del lote, la frecuencia del muestreo, la localización de las muestras, los métodos de ensayo, los límites de las especificaciones y la categorización se definen como se indica a continuación:

(1) Características o parámetros de calidad. Las características o parámetros de calidad que se evalúen se enumeran en la Subsección de aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

(2) Tamaño del lote de muestras. Un lote de muestras representa una evaluación estadística. Un lote de muestras normalmente representa la cantidad total del trabajo producido en una jornada. Puede requerirse el análisis de más de un lote si ocurren cambios en los valores fijados en las fuentes de materiales, o si se piden por escrito cambios en la fórmula de trabajo de la mezcla o ajustes en ella, tal como se indica en el párrafo (b). Deberán evaluarse al menos cinco muestras por parámetro de pago.

(3) Frecuencia de muestreo. La frecuencia de muestreo se indica en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones. El lote normalmente señala resultados adecuados cuando se efectúa un mínimo de 5 muestras, que es el número límite requerido para llevar a cabo una evaluación estadística. El factor de pago máximo obtenible con 5 muestras es 1,00.

Un incremento en la frecuencia del muestreo puede resultar en un factor de pago reducido.

(4) Localización de la muestra. El sitio de muestreo se enumera en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones. La localización exacta del muestreo será especificada por el Contratante, basada en números al azar.

(5) Métodos de prueba. Los métodos de prueba que se usan para examinar las muestras se señalan en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

(6) Límites de la especificación. Los límites de la especificación para las características de calidad están indicados en las especificaciones generales del Contrato.

(7) Categorización. La categorización de las características de calidad se indica en la Subsección de Aceptación de cada Sección de estas especificaciones.

(b) Aceptación. El trabajo en el lote será pagado mediante un factor de pago final, cuando toda la inspección técnica y/o el resultado de las pruebas estén completos y evaluados.

El factor final de pago deberá determinarse antes de que el material sea incorporado totalmente en el proyecto, previniéndose al Contratista de que el factor de pago normal no debe caer por debajo de 0,90. Si un lote se constituye con menos de 5 muestras, el material se evaluará bajo la Subdivisión 107.04.

Si el factor de pago normal de un lote cae por debajo de 0,90, se debe suspender de inmediato la producción. Ésta puede reiniciar después de que el Contratista haya tomado acciones eficaces, aceptables y verificables por el Contratante, para mejorar la calidad de la producción. Si se determina que la reanudación de la producción envuelve un cambio significativo en el proceso, el lote en ejecución será terminado sin que sea incorporado en el proyecto y se comenzará un nuevo lote. Se deberán utilizar parámetros de control por parte del Contratista, como se explica en la Subsección 107.08.

Un lote que contenga un porcentaje insatisfactorio de material fuera de especificación (menos que 1,00 de factor de pago) se acepta con tal de que el factor de pago más bajo no haya caído en la porción rechazada en la Tabla 107-2. Un lote que contenga un porcentaje de material fuera de especificaciones con el factor de pago más bajo, cayendo en la porción objetada de la Tabla 107-2, debe ser rechazado. Debe removerse de la obra todo el material rechazado, sin embargo, lo ideal es que se detecte el rechazo antes de que el material sea incorporado en el proyecto.

Cuando sea aceptable, es permitido voluntariamente remover el material defectuoso y reemplazarlo con material nuevo para evitar o minimizar un factor de pago menor que 1,00. El material nuevo será muestreado, ensayado y evaluado de acuerdo con esta Subdivisión.

Cualquier cantidad de material que se definirá defectuoso, puede ser rechazado con base en una inspección visual y/o en los resultados de los ensayos. No deberá incorporarse material rechazado en el trabajo. Los resultados de los ensayos llevados a cabo en el material rechazado se excluirán del lote.

(c) Evaluación estadística. El método de Variabilidad-Desconocida/ Desviación Estándar será usado para determinar el porcentaje estimado del lote que está fuera de los límites de las especificaciones.

La cantidad de números significativos usada en los cálculos estará de acuerdo con AASHTO R 11, método absoluto.

El porcentaje estimado de trabajo que está fuera de los límites de las especificaciones para cada característica de la calidad, se determina como sigue:

(1) Calcular la media aritmética ( $\bar{X}$ ) de los valores de los ensayos:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$$

En donde:

$\sum$  = Suma

x = valores de los ensayos individuales

n = número total de valores

(2) Calcular la desviación estándar (s):

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - \bar{x})^2}{(n - 1)}}$$

(3) Calcular el Índice de calidad superior (ICS):  $ICS_j = \frac{LSPE - \bar{x}}{S}$

En donde: LSPE = Límite Superior del Parámetro de Especificación

Nota: LSPE es igual al valor superior del rango especificado o al valor objetivo máximo más la tolerancia especificada del parámetro analizado, según el Cartel o lo establecido en cada Subsección correspondiente de estas especificaciones.

(4) Calcular el Índice de Calidad Inferior (ICI):  $ICI_j = \frac{\bar{x} - LIPE}{S}$

En donde: LIPE = Límite Inferior del Parámetro de Especificación

Nota: LIPE es igual al valor inferior del rango especificado o al valor objetivo mínimo menos la tolerancia especificada del parámetro analizado, según el Cartel o lo establecido en cada Subsección correspondiente de estas especificaciones.

(5) Determinar el Porcentaje de Incumplimiento fuera (superior) del límite Superior del parámetro de especificación (PIS<sub>j</sub>):

$PIS_j = 100\%$ -valor de PIS<sub>j</sub> de la Tabla 107-1

Nota: PIS<sub>j</sub> se obtiene mediante la conjugación de los valores del ICS (en las filas de la Tabla 107-1) y el valor del grado de libertad GL (en las columnas de la Tabla 107-1); o bien mediante la fórmula de la Distribución t de Student's, para una cola. El valor de  $GL = (n - 1)$

(6) Determinar el Porcentaje de Incumplimiento fuera (inferior) del límite Inferior del parámetro de especificación (PII<sub>j</sub>):

$PII_j = 100\%$ -valor de PII<sub>j</sub> de la Tabla 107-1

Nota: PII<sub>j</sub> se obtiene mediante la conjugación de los valores del ICI (en las filas de la Tabla 107-1) y el valor del grado de libertad GL (en las columnas de la Tabla 107-1); o bien mediante la fórmula de la Distribución t de Student's, para una cola. El valor de  $GL = (n - 1)$

(7) Calcular el Nivel de Incumplimiento (NI):  $NI = (PIS_j + PII_j)$

(8) Finalmente, calcular el Nivel de Cumplimiento (NC):

$$NC = 100\% - NI_j$$

(9) Repetir los pasos 1 a 8 en cada característica o parámetro de calidad enumerada para la evaluación estadística.

(d) Determinación del factor de pago (valor del trabajo). El factor de pago para un lote será determinado como sigue:

(1) De la Tabla 107-2, determinar el factor de pago para cada uno de los parámetros de calidad usando el número total de los valores de los ensayos y el Nivel de Incumplimiento o porcentaje fuera de los límites de las especificaciones, tomado del paso (6) y (7).

(2) Cuando todas las características de calidad para un lote están en la Categoría I, el factor de pago del lote estará basado en el factor de pago individual más bajo para cualquier característica de calidad de la Categoría I. El factor de pago máximo obtenible es 1,00 (con un mínimo de 5 ensayos).

(3) Cuando las características de calidad para un lote están en ambas categorías I y II, el factor de pago del lote resulta de lo siguiente:

(a) Cuando todas las características de calidad de categoría II sean 1,00, el pago del lote estará basado

en el factor de pago individual menor para todas las características de Categoría I. El factor de pago máximo obtenible es 1,00 (con un mínimo de 5 valores de ensayos).

(b) Cuando cualquier característica de calidad Categoría II sea menor que 1,00, el pago del lote estará basado en el factor de pago individual menor para cualquier característica de calidad.

(4) Cuando todas las características de calidad para un lote sean de la Categoría II, el factor de pago del lote estará basado en el factor de pago individual más bajo para cualquier característica de calidad Categoría II.

(5) Debe ajustarse el pago para todo el material de un lote a un precio determinado, multiplicando el precio unitario de Contrato por el factor de pago, tal como se determina en la explicación detallada anteriormente.

(6) El máximo valor a aplicar de FC es de 100% para el Pago en Función de la Calidad sobre una actividad o Reglón de Pago de un lote y el menor valor aceptable a aplicar es de 75% en ambas Categorías (I y II).

#### ***107.06 Inspección en la planta.***

El trabajo puede ser inspeccionado en el punto de producción o de fabricación. Las plantas de manufactura pueden ser inspeccionadas o fiscalizadas para verificar el cumplimiento de los métodos especificados de manufactura. Pueden obtenerse muestras de material para las pruebas de laboratorio relativas al cumplimiento de los requisitos de calidad. Debe permitirse la entrada durante todo el tiempo a las partes de la planta en donde se realiza el trabajo.

#### ***107.07 Inspección en el sitio.***

El trabajo incorporado en el proyecto deberá ser inspeccionado por un ingeniero responsable que verifique de manera oportuna el cumplimiento de la calidad de las obras en el sitio. Se requerirá la presencia de un profesional capacitado durante toda la ejecución del proyecto para su aceptación mediante inspección técnica.

#### ***107.08 Parámetros de aceptación, control y pago.***

a.) Parámetros de aceptación. Requerimientos de calidad regulados por especificaciones vigentes que le permiten a la Administración aceptar o rechazar una materia prima, un producto manufacturado o un proceso constructivo.

b.) Parámetros de control. Requerimientos de calidad establecidos por la Administración para que el Contratista los utilice con el fin de garantizar la uniformidad y demostrar el cumplimiento de todas las especificaciones contractuales. Y para los cuales se recomienda emplear métodos estadísticos de control, tales como cartas de control con la frecuencia requerida para asegurar la calidad en los resultados.

c.) Parámetros de pago. Requerimientos de calidad establecidos por la Administración con los que se medirá el nivel de cumplimiento del trabajo realizado durante un período de estimación de obra para el pago.

#### ***107.09 Aceptación parcial y final.***

El Contratista debe dar al trabajo contratado, el debido mantenimiento durante la construcción y hasta que el proyecto sea aceptado.

(a) Aceptación parcial. Cuando una porción separada del proyecto se completa, puede solicitarse una inspección final de esa parte. Si de esa inspección se concluye que la sección está terminada y cumple con las normas del Contrato, será aceptada y el Contratista será relevado de la responsabilidad futura del mantenimiento de la sección terminada. La aceptación parcial no anula ni altera ningún término del Contrato.

Cuando el público deba movilizarse a través de la construcción, empezando a utilizar las secciones de la carretera que han sido terminadas, el mantenimiento de tales tramos continuará hasta la aceptación final de la obra.

(b) Aceptación final. Cuando el Contratista notifica que la totalidad del proyecto está terminado, debe programarse una inspección. Si se comprueba que todo el trabajo ha sido completado, esta inspección constituirá la inspección final y el Contratista será notificado por escrito de la aceptación a partir de la fecha de esa inspección final. La aceptación final releva al Contratista de la responsabilidad futura de mantenimiento del proyecto.

Si la inspección determina trabajos insatisfactorios, el Contratista recibirá una lista de tales trabajos incompletos o que requieren corrección. Tan pronto complete o corrija el trabajo, el Contratista deberá notificar de nuevo al Contratante, para programar y efectuar una nueva inspección y resolución.













Tabla 107-1 (continuación)

**Porcentaje fuera de los límites de especificación (Distribución t de Student's)**

Índice de Calidad Superior (ICS) o Índice de Calidad Inferior (ICI)	Grado de Libertad (GL <sub>d</sub> )						
	64	65	66	67	68	69	70
	Porcentaje fuera de los límites de especificación (PIS <sub>j</sub> o PII <sub>j</sub> )						
0.00	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%	50.000%
0.05	48.014%	48.014%	48.014%	48.014%	48.013%	48.013%	48.013%
0.10	46.033%	46.033%	46.032%	46.032%	46.032%	46.032%	46.032%
0.15	44.062%	44.061%	44.061%	44.061%	44.060%	44.060%	44.060%
0.20	42.106%	42.105%	42.105%	42.104%	42.104%	42.103%	42.103%
0.25	40.169%	40.169%	40.168%	40.168%	40.167%	40.167%	40.166%
0.30	38.257%	38.257%	38.256%	38.255%	38.255%	38.254%	38.253%
0.35	36.374%	36.374%	36.373%	36.372%	36.371%	36.370%	36.369%
0.40	34.524%	34.523%	34.522%	34.521%	34.521%	34.520%	34.519%
0.45	32.712%	32.710%	32.709%	32.708%	32.707%	32.706%	32.705%
0.50	30.939%	30.938%	30.937%	30.936%	30.934%	30.933%	30.932%
0.55	29.212%	29.210%	29.209%	29.207%	29.206%	29.205%	29.204%
0.60	27.531%	27.530%	27.528%	27.527%	27.525%	27.524%	27.522%
0.65	25.901%	25.899%	25.897%	25.896%	25.894%	25.893%	25.891%
0.70	24.323%	24.321%	24.319%	24.318%	24.316%	24.314%	24.312%
0.75	22.800%	22.798%	22.796%	22.794%	22.792%	22.790%	22.788%
0.80	21.334%	21.331%	21.329%	21.327%	21.325%	21.323%	21.321%
0.85	19.925%	19.922%	19.920%	19.918%	19.915%	19.913%	19.911%
0.90	18.575%	18.572%	18.570%	18.567%	18.565%	18.563%	18.560%
0.95	17.284%	17.282%	17.279%	17.276%	17.274%	17.271%	17.269%
1.00	16.054%	16.051%	16.048%	16.045%	16.043%	16.040%	16.038%
1.05	14.883%	14.880%	14.877%	14.875%	14.872%	14.869%	14.866%
1.10	13.773%	13.769%	13.766%	13.763%	13.761%	13.758%	13.755%
1.15	12.721%	12.718%	12.715%	12.712%	12.709%	12.706%	12.703%
1.20	11.728%	11.725%	11.721%	11.718%	11.715%	11.712%	11.709%
1.25	10.793%	10.789%	10.786%	10.782%	10.779%	10.776%	10.773%
1.30	9.913%	9.910%	9.906%	9.903%	9.900%	9.896%	9.893%
1.35	9.089%	9.085%	9.081%	9.078%	9.075%	9.071%	9.068%
1.40	8.317%	8.313%	8.310%	8.306%	8.303%	8.300%	8.296%
1.45	7.597%	7.593%	7.590%	7.586%	7.583%	7.579%	7.576%
1.50	6.927%	6.923%	6.919%	6.916%	6.912%	6.909%	6.906%
1.55	6.304%	6.300%	6.296%	6.293%	6.289%	6.286%	6.283%
1.60	5.726%	5.722%	5.718%	5.715%	5.712%	5.708%	5.705%
1.65	5.192%	5.188%	5.185%	5.181%	5.178%	5.174%	5.171%
1.70	4.699%	4.696%	4.692%	4.688%	4.685%	4.682%	4.679%
1.75	4.246%	4.242%	4.238%	4.235%	4.231%	4.228%	4.225%
1.80	3.826%	3.822%	3.818%	3.815%	3.812%	3.808%	3.806%
1.85	3.447%	3.443%	3.440%	3.436%	3.433%	3.430%	3.427%
1.90	3.097%	3.094%	3.090%	3.087%	3.084%	3.081%	3.078%
1.95	2.778%	2.775%	2.771%	2.768%	2.765%	2.762%	2.759%
2.00	2.487%	2.484%	2.481%	2.478%	2.475%	2.472%	2.469%
2.05	2.223%	2.220%	2.217%	2.214%	2.211%	2.208%	2.206%
2.10	1.984%	1.981%	1.978%	1.975%	1.972%	1.969%	1.967%
2.15	1.767%	1.764%	1.761%	1.758%	1.756%	1.753%	1.751%
2.20	1.571%	1.568%	1.566%	1.563%	1.560%	1.558%	1.555%
2.25	1.395%	1.392%	1.389%	1.387%	1.384%	1.382%	1.380%
2.30	1.236%	1.233%	1.231%	1.229%	1.226%	1.224%	1.222%
2.35	1.093%	1.091%	1.089%	1.086%	1.084%	1.082%	1.080%
2.40	0.966%	0.963%	0.961%	0.959%	0.957%	0.955%	0.953%
2.45	0.852%	0.849%	0.847%	0.845%	0.843%	0.841%	0.839%
2.50	0.750%	0.748%	0.746%	0.744%	0.742%	0.740%	0.738%
2.55	0.659%	0.657%	0.655%	0.653%	0.652%	0.650%	0.648%
2.60	0.578%	0.576%	0.575%	0.573%	0.571%	0.570%	0.568%
2.65	0.507%	0.505%	0.503%	0.502%	0.500%	0.499%	0.497%
2.70	0.443%	0.441%	0.440%	0.439%	0.437%	0.436%	0.434%
2.75	0.387%	0.385%	0.384%	0.383%	0.381%	0.380%	0.379%
2.80	0.337%	0.336%	0.335%	0.334%	0.332%	0.331%	0.330%
2.85	0.294%	0.293%	0.291%	0.290%	0.289%	0.288%	0.287%
2.90	0.255%	0.254%	0.253%	0.252%	0.251%	0.250%	0.249%
2.95	0.222%	0.221%	0.220%	0.219%	0.218%	0.217%	0.216%
3.00	0.192%	0.191%	0.190%	0.189%	0.188%	0.188%	0.187%
3.05	0.166%	0.165%	0.165%	0.164%	0.163%	0.162%	0.162%
3.10	0.144%	0.143%	0.142%	0.141%	0.141%	0.140%	0.139%
3.15	0.124%	0.123%	0.123%	0.122%	0.121%	0.121%	0.120%
3.20	0.107%	0.106%	0.106%	0.105%	0.104%	0.104%	0.103%
3.25	0.092%	0.091%	0.091%	0.090%	0.090%	0.089%	0.089%
3.30	0.079%	0.079%	0.078%	0.078%	0.077%	0.077%	0.076%
3.35	0.068%	0.067%	0.067%	0.067%	0.066%	0.066%	0.065%
3.40	0.058%	0.058%	0.057%	0.057%	0.057%	0.056%	0.056%
3.45	0.050%	0.049%	0.049%	0.049%	0.048%	0.048%	0.048%
3.50	0.043%	0.042%	0.042%	0.042%	0.041%	0.041%	0.041%
3.55	0.036%	0.036%	0.036%	0.035%	0.035%	0.035%	0.035%
3.60	0.031%	0.031%	0.031%	0.030%	0.030%	0.030%	0.030%
3.65	0.026%	0.026%	0.026%	0.026%	0.026%	0.025%	0.025%
3.70	0.023%	0.022%	0.022%	0.022%	0.022%	0.021%	0.021%
3.75 o más	0.019%	0.019%	0.019%	0.019%	0.018%	0.018%	0.018%

Nota: Al utilizar esta Tabla, si el valor de ICSj o ICij a aplicar no corresponde a un valor exacto de esta Tabla (columna izquierda), use el valor de ICSj o ICij inmediato inferior de esta Tabla (columna izquierda). Si el Grado de Libertad GL no corresponde a un valor exacto de la Tabla, se debe utilizar el valor inmediato superior de la columna en la Tabla. La conjunción del Índice de Calidad (fila) y el Grado de Libertad (columna) a utilizar en la Tabla resulta el valor del Porcentaje Fuera de Límites de Especificación. Si ICSj o ICij son valores negativos, PISj o PIIj es igual a 100% menos el valor obtenido en esta Tabla de PISj o PIIj, estos valores calculados con el valor absoluto del Índice de Calidad (columna izquierda).

Tabla 107-2

Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n <sub>j</sub> ) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Factor de Calidad (FC <sub>j</sub> )		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : N <sub>ij</sub>									
<b>100,0%</b>		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	<b>Más de 100,0% =&gt; aplicar 100%</b>	20,000%	18,618%	17,450%	16,438%	15,545%	14,747%	14,025%	13,365%	12,759%	12,197%
99,5%		20,500%	19,118%	17,950%	16,938%	16,045%	15,247%	14,525%	13,865%	13,259%	12,697%
99,0%		21,000%	19,618%	18,450%	17,438%	16,545%	15,747%	15,025%	14,365%	13,759%	13,197%
98,5%		21,500%	20,118%	18,950%	17,938%	17,045%	16,247%	15,525%	14,865%	14,259%	13,697%
98,0%		22,000%	20,618%	19,450%	18,438%	17,545%	16,747%	16,025%	15,365%	14,759%	14,197%
97,5%		22,500%	21,118%	19,950%	18,938%	18,045%	17,247%	16,525%	15,865%	15,259%	14,697%
97,0%		23,000%	21,618%	20,450%	19,438%	18,545%	17,747%	17,025%	16,365%	15,759%	15,197%
96,5%		23,500%	22,118%	20,950%	19,938%	19,045%	18,247%	17,525%	16,865%	16,259%	15,697%
96,0%		24,000%	22,618%	21,450%	20,438%	19,545%	18,747%	18,025%	17,365%	16,759%	16,197%
95,5%		24,500%	23,118%	21,950%	20,938%	20,045%	19,247%	18,525%	17,865%	17,259%	16,697%
95,0%		25,000%	23,618%	22,450%	21,438%	20,545%	19,747%	19,025%	18,365%	17,759%	17,197%
94,5%	25,500%	24,118%	22,950%	21,938%	21,045%	20,247%	19,525%	18,865%	18,259%	17,697%	
94,0%	26,000%	24,618%	23,450%	22,438%	21,545%	20,747%	20,025%	19,365%	18,759%	18,197%	
93,5%	26,500%	25,118%	23,950%	22,938%	22,045%	21,247%	20,525%	19,865%	19,259%	18,697%	
93,0%	27,000%	25,618%	24,450%	23,438%	22,545%	21,747%	21,025%	20,365%	19,759%	19,197%	
92,5%	27,500%	26,118%	24,950%	23,938%	23,045%	22,247%	21,525%	20,865%	20,259%	19,697%	
92,0%	28,000%	26,618%	25,450%	24,438%	23,545%	22,747%	22,025%	21,365%	20,759%	20,197%	
91,5%	28,500%	27,118%	25,950%	24,938%	24,045%	23,247%	22,525%	21,865%	21,259%	20,697%	
91,0%	29,000%	27,618%	26,450%	25,438%	24,545%	23,747%	23,025%	22,365%	21,759%	21,197%	
90,5%	29,500%	28,118%	26,950%	25,938%	25,045%	24,247%	23,525%	22,865%	22,259%	21,697%	
90,0%	30,000%	28,618%	27,450%	26,438%	25,545%	24,747%	24,025%	23,365%	22,759%	22,197%	
89,5%	30,500%	29,118%	27,950%	26,938%	26,045%	25,247%	24,525%	23,865%	23,259%	22,697%	
89,0%	31,000%	29,618%	28,450%	27,438%	26,545%	25,747%	25,025%	24,365%	23,759%	23,197%	
88,5%	31,500%	30,118%	28,950%	27,938%	27,045%	26,247%	25,525%	24,865%	24,259%	23,697%	
88,0%	32,000%	30,618%	29,450%	28,438%	27,545%	26,747%	26,025%	25,365%	24,759%	24,197%	
87,5%	32,500%	31,118%	29,950%	28,938%	28,045%	27,247%	26,525%	25,865%	25,259%	24,697%	
87,0%	33,000%	31,618%	30,450%	29,438%	28,545%	27,747%	27,025%	26,365%	25,759%	25,197%	
86,5%	33,500%	32,118%	30,950%	29,938%	29,045%	28,247%	27,525%	26,865%	26,259%	25,697%	
86,0%	34,000%	32,618%	31,450%	30,438%	29,545%	28,747%	28,025%	27,365%	26,759%	26,197%	
85,5%	34,500%	33,118%	31,950%	30,938%	30,045%	29,247%	28,525%	27,865%	27,259%	26,697%	
85,0%	35,000%	33,618%	32,450%	31,438%	30,545%	29,747%	29,025%	28,365%	27,759%	27,197%	
84,5%	35,500%	34,118%	32,950%	31,938%	31,045%	30,247%	29,525%	28,865%	28,259%	27,697%	
84,0%	36,000%	34,618%	33,450%	32,438%	31,545%	30,747%	30,025%	29,365%	28,759%	28,197%	
83,5%	36,500%	35,118%	33,950%	32,938%	32,045%	31,247%	30,525%	29,865%	29,259%	28,697%	
83,0%	37,000%	35,618%	34,450%	33,438%	32,545%	31,747%	31,025%	30,365%	29,759%	29,197%	
82,5%	37,500%	36,118%	34,950%	33,938%	33,045%	32,247%	31,525%	30,865%	30,259%	29,697%	
82,0%	38,000%	36,618%	35,450%	34,438%	33,545%	32,747%	32,025%	31,365%	30,759%	30,197%	
81,5%	38,500%	37,118%	35,950%	34,938%	34,045%	33,247%	32,525%	31,865%	31,259%	30,697%	
81,0%	39,000%	37,618%	36,450%	35,438%	34,545%	33,747%	33,025%	32,365%	31,759%	31,197%	
80,5%	39,500%	38,118%	36,950%	35,938%	35,045%	34,247%	33,525%	32,865%	32,259%	31,697%	
80,0%	40,000%	38,618%	37,450%	36,438%	35,545%	34,747%	34,025%	33,365%	32,759%	32,197%	
79,5%	40,500%	39,118%	37,950%	36,938%	36,045%	35,247%	34,525%	33,865%	33,259%	32,697%	
79,0%	41,000%	39,618%	38,450%	37,438%	36,545%	35,747%	35,025%	34,365%	33,759%	33,197%	
78,5%	41,500%	40,118%	38,950%	37,938%	37,045%	36,247%	35,525%	34,865%	34,259%	33,697%	
78,0%	42,000%	40,618%	39,450%	38,438%	37,545%	36,747%	36,025%	35,365%	34,759%	34,197%	
77,5%	42,500%	41,118%	39,950%	38,938%	38,045%	37,247%	36,525%	35,865%	35,259%	34,697%	
77,0%	43,000%	41,618%	40,450%	39,438%	38,545%	37,747%	37,025%	36,365%	35,759%	35,197%	
76,5%	43,500%	42,118%	40,950%	39,938%	39,045%	38,247%	37,525%	36,865%	36,259%	35,697%	
76,0%	44,000%	42,618%	41,450%	40,438%	39,545%	38,747%	38,025%	37,365%	36,759%	36,197%	
75,5%	44,500%	43,118%	41,950%	40,938%	40,045%	39,247%	38,525%	37,865%	37,259%	36,697%	
75,0%	45,000%	43,618%	42,450%	41,438%	40,545%	39,747%	39,025%	38,365%	37,759%	37,197%	
79,5%	45,500%	44,118%	42,950%	41,938%	41,045%	40,247%	39,525%	38,865%	38,259%	37,697%	
79,0%	46,000%	44,618%	43,450%	42,438%	41,545%	40,747%	40,025%	39,365%	38,759%	38,197%	
78,5%	46,500%	45,118%	43,950%	42,938%	42,045%	41,247%	40,525%	39,865%	39,259%	38,697%	
78,0%	47,000%	45,618%	44,450%	43,438%	42,545%	41,747%	41,025%	40,365%	39,759%	39,197%	
77,5%	47,500%	46,118%	44,950%	43,938%	43,045%	42,247%	41,525%	40,865%	40,259%	39,697%	
77,0%	48,000%	46,618%	45,450%	44,438%	43,545%	42,747%	42,025%	41,365%	40,759%	40,197%	
76,5%	48,500%	47,118%	45,950%	44,938%	44,045%	43,247%	42,525%	41,865%	41,259%	40,697%	
76,0%	49,000%	47,618%	46,450%	45,438%	44,545%	43,747%	43,025%	42,365%	41,759%	41,197%	
75,5%	49,500%	48,118%	46,950%	45,938%	45,045%	44,247%	43,525%	42,865%	42,259%	41,697%	
75,0%	50,000%	48,618%	47,450%	46,438%	45,545%	44,747%	44,025%	43,365%	42,759%	42,197%	
<b>Rechazar</b>		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC<sub>j</sub>), usando esta Tabla, cuando el valor N<sub>ij</sub> determinado sobre la columna de n<sub>j</sub> no corresponda exactamente a un valor N<sub>ij</sub> de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de n<sub>j</sub> correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-2 (continuación)  
Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n <sub>i</sub> ) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Factor de Calidad (FC <sub>j</sub> )		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : N <sub>ij</sub>									
<b>100,0%</b>		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	<b>Más de 100,0% =&gt; aplicar 100%</b>	11,674%	11,185%	10,726%	10,292%	9,883%	9,494%	9,124%	8,772%	8,435%	8,112%
99,5%		12,174%	11,685%	11,226%	10,792%	10,383%	9,994%	9,624%	9,272%	8,935%	8,612%
99,0%		12,674%	12,185%	11,726%	11,292%	10,883%	10,494%	10,124%	9,772%	9,435%	9,112%
98,5%		13,174%	12,685%	12,226%	11,792%	11,383%	10,994%	10,624%	10,272%	9,935%	9,612%
98,0%		13,674%	13,185%	12,726%	12,292%	11,883%	11,494%	11,124%	10,772%	10,435%	10,112%
97,5%		14,174%	13,685%	13,226%	12,792%	12,383%	11,994%	11,624%	11,272%	10,935%	10,612%
97,0%		14,674%	14,185%	13,726%	13,292%	12,883%	12,494%	12,124%	11,772%	11,435%	11,112%
96,5%		15,174%	14,685%	14,226%	13,792%	13,383%	12,994%	12,624%	12,272%	11,935%	11,612%
96,0%		15,674%	15,185%	14,726%	14,292%	13,883%	13,494%	13,124%	12,772%	12,435%	12,112%
95,5%		16,174%	15,685%	15,226%	14,792%	14,383%	13,994%	13,624%	13,272%	12,935%	12,612%
95,0%		<b>100,0%</b>	16,674%	16,185%	15,726%	15,292%	14,883%	14,494%	14,124%	13,772%	13,435%
94,5%	<b>99,5%</b>	17,174%	16,685%	16,226%	15,792%	15,383%	14,994%	14,624%	14,272%	13,935%	13,612%
94,0%	<b>99,0%</b>	17,674%	17,185%	16,726%	16,292%	15,883%	15,494%	15,124%	14,772%	14,435%	14,112%
93,5%	<b>98,5%</b>	18,174%	17,685%	17,226%	16,792%	16,383%	15,994%	15,624%	15,272%	14,935%	14,612%
93,0%	<b>98,0%</b>	18,674%	18,185%	17,726%	17,292%	16,883%	16,494%	16,124%	15,772%	15,435%	15,112%
92,5%	<b>97,5%</b>	19,174%	18,685%	18,226%	17,792%	17,383%	16,994%	16,624%	16,272%	15,935%	15,612%
92,0%	<b>97,0%</b>	19,674%	19,185%	18,726%	18,292%	17,883%	17,494%	17,124%	16,772%	16,435%	16,112%
91,5%	<b>96,5%</b>	20,174%	19,685%	19,226%	18,792%	18,383%	17,994%	17,624%	17,272%	16,935%	16,612%
91,0%	<b>96,0%</b>	20,674%	20,185%	19,726%	19,292%	18,883%	18,494%	18,124%	17,772%	17,435%	17,112%
90,5%	<b>95,5%</b>	21,174%	20,685%	20,226%	19,792%	19,383%	18,994%	18,624%	18,272%	17,935%	17,612%
90,0%	<b>95,0%</b>	21,674%	21,185%	20,726%	20,292%	19,883%	19,494%	19,124%	18,772%	18,435%	18,112%
89,5%	<b>94,5%</b>	22,174%	21,685%	21,226%	20,792%	20,383%	19,994%	19,624%	19,272%	18,935%	18,612%
89,0%	<b>94,0%</b>	22,674%	22,185%	21,726%	21,292%	20,883%	20,494%	20,124%	19,772%	19,435%	19,112%
88,5%	<b>93,5%</b>	23,174%	22,685%	22,226%	21,792%	21,383%	20,994%	20,624%	20,272%	19,935%	19,612%
88,0%	<b>93,0%</b>	23,674%	23,185%	22,726%	22,292%	21,883%	21,494%	21,124%	20,772%	20,435%	20,112%
87,5%	<b>92,5%</b>	24,174%	23,685%	23,226%	22,792%	22,383%	21,994%	21,624%	21,272%	20,935%	20,612%
87,0%	<b>92,0%</b>	24,674%	24,185%	23,726%	23,292%	22,883%	22,494%	22,124%	21,772%	21,435%	21,112%
86,5%	<b>91,5%</b>	25,174%	24,685%	24,226%	23,792%	23,383%	22,994%	22,624%	22,272%	21,935%	21,612%
86,0%	<b>91,0%</b>	25,674%	25,185%	24,726%	24,292%	23,883%	23,494%	23,124%	22,772%	22,435%	22,112%
85,5%	<b>90,5%</b>	26,174%	25,685%	25,226%	24,792%	24,383%	23,994%	23,624%	23,272%	22,935%	22,612%
85,0%	<b>90,0%</b>	26,674%	26,185%	25,726%	25,292%	24,883%	24,494%	24,124%	23,772%	23,435%	23,112%
84,5%	<b>89,5%</b>	27,174%	26,685%	26,226%	25,792%	25,383%	24,994%	24,624%	24,272%	23,935%	23,612%
84,0%	<b>89,0%</b>	27,674%	27,185%	26,726%	26,292%	25,883%	25,494%	25,124%	24,772%	24,435%	24,112%
83,5%	<b>88,5%</b>	28,174%	27,685%	27,226%	26,792%	26,383%	25,994%	25,624%	25,272%	24,935%	24,612%
83,0%	<b>88,0%</b>	28,674%	28,185%	27,726%	27,292%	26,883%	26,494%	26,124%	25,772%	25,435%	25,112%
82,5%	<b>87,5%</b>	29,174%	28,685%	28,226%	27,792%	27,383%	26,994%	26,624%	26,272%	25,935%	25,612%
82,0%	<b>87,0%</b>	29,674%	29,185%	28,726%	28,292%	27,883%	27,494%	27,124%	26,772%	26,435%	26,112%
81,5%	<b>86,5%</b>	30,174%	29,685%	29,226%	28,792%	28,383%	27,994%	27,624%	27,272%	26,935%	26,612%
81,0%	<b>86,0%</b>	30,674%	30,185%	29,726%	29,292%	28,883%	28,494%	28,124%	27,772%	27,435%	27,112%
80,5%	<b>85,5%</b>	31,174%	30,685%	30,226%	29,792%	29,383%	28,994%	28,624%	28,272%	27,935%	27,612%
80,0%	<b>85,0%</b>	31,674%	31,185%	30,726%	30,292%	29,883%	29,494%	29,124%	28,772%	28,435%	28,112%
79,5%	<b>84,5%</b>	32,174%	31,685%	31,226%	30,792%	30,383%	29,994%	29,624%	29,272%	28,935%	28,612%
79,0%	<b>84,0%</b>	32,674%	32,185%	31,726%	31,292%	30,883%	30,494%	30,124%	29,772%	29,435%	29,112%
78,5%	<b>83,5%</b>	33,174%	32,685%	32,226%	31,792%	31,383%	30,994%	30,624%	30,272%	29,935%	29,612%
78,0%	<b>83,0%</b>	33,674%	33,185%	32,726%	32,292%	31,883%	31,494%	31,124%	30,772%	30,435%	30,112%
77,5%	<b>82,5%</b>	34,174%	33,685%	33,226%	32,792%	32,383%	31,994%	31,624%	31,272%	30,935%	30,612%
77,0%	<b>82,0%</b>	34,674%	34,185%	33,726%	33,292%	32,883%	32,494%	32,124%	31,772%	31,435%	31,112%
76,5%	<b>81,5%</b>	35,174%	34,685%	34,226%	33,792%	33,383%	32,994%	32,624%	32,272%	31,935%	31,612%
76,0%	<b>81,0%</b>	35,674%	35,185%	34,726%	34,292%	33,883%	33,494%	33,124%	32,772%	32,435%	32,112%
75,5%	<b>80,5%</b>	36,174%	35,685%	35,226%	34,792%	34,383%	33,994%	33,624%	33,272%	32,935%	32,612%
75,0%	<b>80,0%</b>	36,674%	36,185%	35,726%	35,292%	34,883%	34,494%	34,124%	33,772%	33,435%	33,112%
74,5%	<b>79,5%</b>	37,174%	36,685%	36,226%	35,792%	35,383%	34,994%	34,624%	34,272%	33,935%	33,612%
74,0%	<b>79,0%</b>	37,674%	37,185%	36,726%	36,292%	35,883%	35,494%	35,124%	34,772%	34,435%	34,112%
73,5%	<b>78,5%</b>	38,174%	37,685%	37,226%	36,792%	36,383%	35,994%	35,624%	35,272%	34,935%	34,612%
73,0%	<b>78,0%</b>	38,674%	38,185%	37,726%	37,292%	36,883%	36,494%	36,124%	35,772%	35,435%	35,112%
72,5%	<b>77,5%</b>	39,174%	38,685%	38,226%	37,792%	37,383%	36,994%	36,624%	36,272%	35,935%	35,612%
72,0%	<b>77,0%</b>	39,674%	39,185%	38,726%	38,292%	37,883%	37,494%	37,124%	36,772%	36,435%	36,112%
71,5%	<b>76,5%</b>	40,174%	39,685%	39,226%	38,792%	38,383%	37,994%	37,624%	37,272%	36,935%	36,612%
71,0%	<b>76,0%</b>	40,674%	40,185%	39,726%	39,292%	38,883%	38,494%	38,124%	37,772%	37,435%	37,112%
70,5%	<b>75,5%</b>	41,174%	40,685%	40,226%	39,792%	39,383%	38,994%	38,624%	38,272%	37,935%	37,612%
70,0%	<b>75,0%</b>	41,674%	41,185%	40,726%	40,292%	39,883%	39,494%	39,124%	38,772%	38,435%	38,112%
<b>Rechazar</b>		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC<sub>j</sub>), usando esta Tabla, cuando el valor N<sub>ij</sub> determinado sobre la columna de n<sub>j</sub> no corresponda exactamente a un valor N<sub>ij</sub> de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de n<sub>j</sub> correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-2 (continuación)  
Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas ( $n_j$ ) en el parámetro de especificación analizado ( $i$ )									
I	II	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34
Factor de Calidad (FC)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : $N_{ij}$									
<b>100,0%</b>		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	7,803%	7,506%	7,220%	6,944%	6,678%	6,421%	6,173%	5,932%	5,699%	5,473%
99,5%		8,303%	8,006%	7,720%	7,444%	7,178%	6,921%	6,673%	6,432%	6,199%	5,973%
99,0%		8,803%	8,506%	8,220%	7,944%	7,678%	7,421%	7,173%	6,932%	6,699%	6,473%
98,5%		9,303%	9,006%	8,720%	8,444%	8,178%	7,921%	7,673%	7,432%	7,199%	6,973%
98,0%		9,803%	9,506%	9,220%	8,944%	8,678%	8,421%	8,173%	7,932%	7,699%	7,473%
97,5%		10,303%	10,006%	9,720%	9,444%	9,178%	8,921%	8,673%	8,432%	8,199%	7,973%
97,0%		10,803%	10,506%	10,220%	9,944%	9,678%	9,421%	9,173%	8,932%	8,699%	8,473%
96,5%		11,303%	11,006%	10,720%	10,444%	10,178%	9,921%	9,673%	9,432%	9,199%	8,973%
96,0%		11,803%	11,506%	11,220%	10,944%	10,678%	10,421%	10,173%	9,932%	9,699%	9,473%
95,5%		12,303%	12,006%	11,720%	11,444%	11,178%	10,921%	10,673%	10,432%	10,199%	9,973%
95,0%		12,803%	12,506%	12,220%	11,944%	11,678%	11,421%	11,173%	10,932%	10,699%	10,473%
94,5%	13,303%	13,006%	12,720%	12,444%	12,178%	11,921%	11,673%	11,432%	11,199%	10,973%	
94,0%	13,803%	13,506%	13,220%	12,944%	12,678%	12,421%	12,173%	11,932%	11,699%	11,473%	
93,5%	14,303%	14,006%	13,720%	13,444%	13,178%	12,921%	12,673%	12,432%	12,199%	11,973%	
93,0%	14,803%	14,506%	14,220%	13,944%	13,678%	13,421%	13,173%	12,932%	12,699%	12,473%	
92,5%	15,303%	15,006%	14,720%	14,444%	14,178%	13,921%	13,673%	13,432%	13,199%	12,973%	
92,0%	15,803%	15,506%	15,220%	14,944%	14,678%	14,421%	14,173%	13,932%	13,699%	13,473%	
91,5%	16,303%	16,006%	15,720%	15,444%	15,178%	14,921%	14,673%	14,432%	14,199%	13,973%	
91,0%	16,803%	16,506%	16,220%	15,944%	15,678%	15,421%	15,173%	14,932%	14,699%	14,473%	
90,5%	17,303%	17,006%	16,720%	16,444%	16,178%	15,921%	15,673%	15,432%	15,199%	14,973%	
90,0%	17,803%	17,506%	17,220%	16,944%	16,678%	16,421%	16,173%	15,932%	15,699%	15,473%	
89,5%	18,303%	18,006%	17,720%	17,444%	17,178%	16,921%	16,673%	16,432%	16,199%	15,973%	
89,0%	18,803%	18,506%	18,220%	17,944%	17,678%	17,421%	17,173%	16,932%	16,699%	16,473%	
88,5%	19,303%	19,006%	18,720%	18,444%	18,178%	17,921%	17,673%	17,432%	17,199%	16,973%	
88,0%	19,803%	19,506%	19,220%	18,944%	18,678%	18,421%	18,173%	17,932%	17,699%	17,473%	
87,5%	20,303%	20,006%	19,720%	19,444%	19,178%	18,921%	18,673%	18,432%	18,199%	17,973%	
87,0%	20,803%	20,506%	20,220%	19,944%	19,678%	19,421%	19,173%	18,932%	18,699%	18,473%	
86,5%	21,303%	21,006%	20,720%	20,444%	20,178%	19,921%	19,673%	19,432%	19,199%	18,973%	
86,0%	21,803%	21,506%	21,220%	20,944%	20,678%	20,421%	20,173%	19,932%	19,699%	19,473%	
85,5%	22,303%	22,006%	21,720%	21,444%	21,178%	20,921%	20,673%	20,432%	20,199%	19,973%	
85,0%	22,803%	22,506%	22,220%	21,944%	21,678%	21,421%	21,173%	20,932%	20,699%	20,473%	
84,5%	23,303%	23,006%	22,720%	22,444%	22,178%	21,921%	21,673%	21,432%	21,199%	20,973%	
84,0%	23,803%	23,506%	23,220%	22,944%	22,678%	22,421%	22,173%	21,932%	21,699%	21,473%	
83,5%	24,303%	24,006%	23,720%	23,444%	23,178%	22,921%	22,673%	22,432%	22,199%	21,973%	
83,0%	24,803%	24,506%	24,220%	23,944%	23,678%	23,421%	23,173%	22,932%	22,699%	22,473%	
82,5%	25,303%	25,006%	24,720%	24,444%	24,178%	23,921%	23,673%	23,432%	23,199%	22,973%	
82,0%	25,803%	25,506%	25,220%	24,944%	24,678%	24,421%	24,173%	23,932%	23,699%	23,473%	
81,5%	26,303%	26,006%	25,720%	25,444%	25,178%	24,921%	24,673%	24,432%	24,199%	23,973%	
81,0%	26,803%	26,506%	26,220%	25,944%	25,678%	25,421%	25,173%	24,932%	24,699%	24,473%	
80,5%	27,303%	27,006%	26,720%	26,444%	26,178%	25,921%	25,673%	25,432%	25,199%	24,973%	
80,0%	27,803%	27,506%	27,220%	26,944%	26,678%	26,421%	26,173%	25,932%	25,699%	25,473%	
79,5%	28,303%	28,006%	27,720%	27,444%	27,178%	26,921%	26,673%	26,432%	26,199%	25,973%	
79,0%	28,803%	28,506%	28,220%	27,944%	27,678%	27,421%	27,173%	26,932%	26,699%	26,473%	
78,5%	29,303%	29,006%	28,720%	28,444%	28,178%	27,921%	27,673%	27,432%	27,199%	26,973%	
78,0%	29,803%	29,506%	29,220%	28,944%	28,678%	28,421%	28,173%	27,932%	27,699%	27,473%	
77,5%	30,303%	30,006%	29,720%	29,444%	29,178%	28,921%	28,673%	28,432%	28,199%	27,973%	
77,0%	30,803%	30,506%	30,220%	29,944%	29,678%	29,421%	29,173%	28,932%	28,699%	28,473%	
76,5%	31,303%	31,006%	30,720%	30,444%	30,178%	29,921%	29,673%	29,432%	29,199%	28,973%	
76,0%	31,803%	31,506%	31,220%	30,944%	30,678%	30,421%	30,173%	29,932%	29,699%	29,473%	
75,5%	32,303%	32,006%	31,720%	31,444%	31,178%	30,921%	30,673%	30,432%	30,199%	29,973%	
75,0%	32,803%	32,506%	32,220%	31,944%	31,678%	31,421%	31,173%	30,932%	30,699%	30,473%	
79,5%	33,303%	33,006%	32,720%	32,444%	32,178%	31,921%	31,673%	31,432%	31,199%	30,973%	
79,0%	33,803%	33,506%	33,220%	32,944%	32,678%	32,421%	32,173%	31,932%	31,699%	31,473%	
78,5%	34,303%	34,006%	33,720%	33,444%	33,178%	32,921%	32,673%	32,432%	32,199%	31,973%	
78,0%	34,803%	34,506%	34,220%	33,944%	33,678%	33,421%	33,173%	32,932%	32,699%	32,473%	
77,5%	35,303%	35,006%	34,720%	34,444%	34,178%	33,921%	33,673%	33,432%	33,199%	32,973%	
77,0%	35,803%	35,506%	35,220%	34,944%	34,678%	34,421%	34,173%	33,932%	33,699%	33,473%	
76,5%	36,303%	36,006%	35,720%	35,444%	35,178%	34,921%	34,673%	34,432%	34,199%	33,973%	
76,0%	36,803%	36,506%	36,220%	35,944%	35,678%	35,421%	35,173%	34,932%	34,699%	34,473%	
75,5%	37,303%	37,006%	36,720%	36,444%	36,178%	35,921%	35,673%	35,432%	35,199%	34,973%	
75,0%	37,803%	37,506%	37,220%	36,944%	36,678%	36,421%	36,173%	35,932%	35,699%	35,473%	
<b>Rechazar</b>		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC), usando esta Tabla, cuando el valor  $N_{ij}$  determinado sobre la columna de  $n_j$  no corresponda exactamente a un valor  $N_{ij}$  de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de  $n_j$  correspondiente (número de pruebas realizadas).







Tabla 107-2 (continuación)  
Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago									
		Número de pruebas realizadas (n) en el parámetro de especificación analizado (j)									
I	II	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64
Factor de Calidad (FC)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : Nij									
100,0%		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior									
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	1,828%	1,691%	1,557%	1,425%	1,296%	1,168%	1,043%	0,920%	0,798%	0,679%
99,5%		2,328%	2,191%	2,057%	1,925%	1,796%	1,668%	1,543%	1,420%	1,298%	1,179%
99,0%		2,828%	2,691%	2,557%	2,425%	2,296%	2,168%	2,043%	1,920%	1,798%	1,679%
98,5%		3,328%	3,191%	3,057%	2,925%	2,796%	2,668%	2,543%	2,420%	2,298%	2,179%
98,0%		3,828%	3,691%	3,557%	3,425%	3,296%	3,168%	3,043%	2,920%	2,798%	2,679%
97,5%		4,328%	4,191%	4,057%	3,925%	3,796%	3,668%	3,543%	3,420%	3,298%	3,179%
97,0%		4,828%	4,691%	4,557%	4,425%	4,296%	4,168%	4,043%	3,920%	3,798%	3,679%
96,5%		5,328%	5,191%	5,057%	4,925%	4,796%	4,668%	4,543%	4,420%	4,298%	4,179%
96,0%		5,828%	5,691%	5,557%	5,425%	5,296%	5,168%	5,043%	4,920%	4,798%	4,679%
95,5%		6,328%	6,191%	6,057%	5,925%	5,796%	5,668%	5,543%	5,420%	5,298%	5,179%
95,0%	100,0%	6,828%	6,691%	6,557%	6,425%	6,296%	6,168%	6,043%	5,920%	5,798%	5,679%
94,5%	99,5%	7,328%	7,191%	7,057%	6,925%	6,796%	6,668%	6,543%	6,420%	6,298%	6,179%
94,0%	99,0%	7,828%	7,691%	7,557%	7,425%	7,296%	7,168%	7,043%	6,920%	6,798%	6,679%
93,5%	98,5%	8,328%	8,191%	8,057%	7,925%	7,796%	7,668%	7,543%	7,420%	7,298%	7,179%
93,0%	98,0%	8,828%	8,691%	8,557%	8,425%	8,296%	8,168%	8,043%	7,920%	7,798%	7,679%
92,5%	97,5%	9,328%	9,191%	9,057%	8,925%	8,796%	8,668%	8,543%	8,420%	8,298%	8,179%
92,0%	97,0%	9,828%	9,691%	9,557%	9,425%	9,296%	9,168%	9,043%	8,920%	8,798%	8,679%
91,5%	96,5%	10,328%	10,191%	10,057%	9,925%	9,796%	9,668%	9,543%	9,420%	9,298%	9,179%
91,0%	96,0%	10,828%	10,691%	10,557%	10,425%	10,296%	10,168%	10,043%	9,920%	9,798%	9,679%
90,5%	95,5%	11,328%	11,191%	11,057%	10,925%	10,796%	10,668%	10,543%	10,420%	10,298%	10,179%
90,0%	95,0%	11,828%	11,691%	11,557%	11,425%	11,296%	11,168%	11,043%	10,920%	10,798%	10,679%
89,5%	94,5%	12,328%	12,191%	12,057%	11,925%	11,796%	11,668%	11,543%	11,420%	11,298%	11,179%
89,0%	94,0%	12,828%	12,691%	12,557%	12,425%	12,296%	12,168%	12,043%	11,920%	11,798%	11,679%
88,5%	93,5%	13,328%	13,191%	13,057%	12,925%	12,796%	12,668%	12,543%	12,420%	12,298%	12,179%
88,0%	93,0%	13,828%	13,691%	13,557%	13,425%	13,296%	13,168%	13,043%	12,920%	12,798%	12,679%
87,5%	92,5%	14,328%	14,191%	14,057%	13,925%	13,796%	13,668%	13,543%	13,420%	13,298%	13,179%
87,0%	92,0%	14,828%	14,691%	14,557%	14,425%	14,296%	14,168%	14,043%	13,920%	13,798%	13,679%
86,5%	91,5%	15,328%	15,191%	15,057%	14,925%	14,796%	14,668%	14,543%	14,420%	14,298%	14,179%
86,0%	91,0%	15,828%	15,691%	15,557%	15,425%	15,296%	15,168%	15,043%	14,920%	14,798%	14,679%
85,5%	90,5%	16,328%	16,191%	16,057%	15,925%	15,796%	15,668%	15,543%	15,420%	15,298%	15,179%
85,0%	90,0%	16,828%	16,691%	16,557%	16,425%	16,296%	16,168%	16,043%	15,920%	15,798%	15,679%
84,5%	89,5%	17,328%	17,191%	17,057%	16,925%	16,796%	16,668%	16,543%	16,420%	16,298%	16,179%
84,0%	89,0%	17,828%	17,691%	17,557%	17,425%	17,296%	17,168%	17,043%	16,920%	16,798%	16,679%
83,5%	88,5%	18,328%	18,191%	18,057%	17,925%	17,796%	17,668%	17,543%	17,420%	17,298%	17,179%
83,0%	88,0%	18,828%	18,691%	18,557%	18,425%	18,296%	18,168%	18,043%	17,920%	17,798%	17,679%
82,5%	87,5%	19,328%	19,191%	19,057%	18,925%	18,796%	18,668%	18,543%	18,420%	18,298%	18,179%
82,0%	87,0%	19,828%	19,691%	19,557%	19,425%	19,296%	19,168%	19,043%	18,920%	18,798%	18,679%
81,5%	86,5%	20,328%	20,191%	20,057%	19,925%	19,796%	19,668%	19,543%	19,420%	19,298%	19,179%
81,0%	86,0%	20,828%	20,691%	20,557%	20,425%	20,296%	20,168%	20,043%	19,920%	19,798%	19,679%
80,5%	85,5%	21,328%	21,191%	21,057%	20,925%	20,796%	20,668%	20,543%	20,420%	20,298%	20,179%
80,0%	85,0%	21,828%	21,691%	21,557%	21,425%	21,296%	21,168%	21,043%	20,920%	20,798%	20,679%
79,5%	84,5%	22,328%	22,191%	22,057%	21,925%	21,796%	21,668%	21,543%	21,420%	21,298%	21,179%
79,0%	84,0%	22,828%	22,691%	22,557%	22,425%	22,296%	22,168%	22,043%	21,920%	21,798%	21,679%
78,5%	83,5%	23,328%	23,191%	23,057%	22,925%	22,796%	22,668%	22,543%	22,420%	22,298%	22,179%
78,0%	83,0%	23,828%	23,691%	23,557%	23,425%	23,296%	23,168%	23,043%	22,920%	22,798%	22,679%
77,5%	82,5%	24,328%	24,191%	24,057%	23,925%	23,796%	23,668%	23,543%	23,420%	23,298%	23,179%
77,0%	82,0%	24,828%	24,691%	24,557%	24,425%	24,296%	24,168%	24,043%	23,920%	23,798%	23,679%
76,5%	81,5%	25,328%	25,191%	25,057%	24,925%	24,796%	24,668%	24,543%	24,420%	24,298%	24,179%
76,0%	81,0%	25,828%	25,691%	25,557%	25,425%	25,296%	25,168%	25,043%	24,920%	24,798%	24,679%
75,5%	80,5%	26,328%	26,191%	26,057%	25,925%	25,796%	25,668%	25,543%	25,420%	25,298%	25,179%
75,0%	80,0%	26,828%	26,691%	26,557%	26,425%	26,296%	26,168%	26,043%	25,920%	25,798%	25,679%
79,5%	Menos de 75,0% => Rechazar	27,328%	27,191%	27,057%	26,925%	26,796%	26,668%	26,543%	26,420%	26,298%	26,179%
79,0%		27,828%	27,691%	27,557%	27,425%	27,296%	27,168%	27,043%	26,920%	26,798%	26,679%
78,5%		28,328%	28,191%	28,057%	27,925%	27,796%	27,668%	27,543%	27,420%	27,298%	27,179%
78,0%		28,828%	28,691%	28,557%	28,425%	28,296%	28,168%	28,043%	27,920%	27,798%	27,679%
77,5%		29,328%	29,191%	29,057%	28,925%	28,796%	28,668%	28,543%	28,420%	28,298%	28,179%
77,0%		29,828%	29,691%	29,557%	29,425%	29,296%	29,168%	29,043%	28,920%	28,798%	28,679%
76,5%		30,328%	30,191%	30,057%	29,925%	29,796%	29,668%	29,543%	29,420%	29,298%	29,179%
76,0%	30,828%	30,691%	30,557%	30,425%	30,296%	30,168%	30,043%	29,920%	29,798%	29,679%	
75,5%	31,328%	31,191%	31,057%	30,925%	30,796%	30,668%	30,543%	30,420%	30,298%	30,179%	
75,0%	31,828%	31,691%	31,557%	31,425%	31,296%	31,168%	31,043%	30,920%	30,798%	30,679%	
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior									

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC), usando esta Tabla, cuando el valor Nij determinado sobre la columna de nj no corresponda exactamente a un valor Nij de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de nj correspondiente (número de pruebas realizadas).

Tabla 107-2 (continuación)  
Factor de calidad o de pago

Categorías		Factor de Calidad o de Pago					
		Número de pruebas realizadas (n <sub>j</sub> ) en el parámetro de especificación analizado (j)					
I	II	65	66	67	68	69	70
Factor de Calidad (FC)		Nivel de Incumplimiento = Porcentaje Fuera de los Límites de Especificación : N <sub>ij</sub>					
<b>100,0%</b>		~ Factor de Calidad = 100% para valores (%) menores que los mostrados en la fila inmediata inferior					
100,0%	Más de 100,0% => aplicar 100%	0,562%	0,446%	0,332%	0,220%	0,109%	<b>0,000%</b>
99,5%		1,062%	0,946%	0,832%	0,720%	0,609%	0,500%
99,0%		1,562%	1,446%	1,332%	1,220%	1,109%	1,000%
98,5%		2,062%	1,946%	1,832%	1,720%	1,609%	1,500%
98,0%		2,562%	2,446%	2,332%	2,220%	2,109%	2,000%
97,5%		3,062%	2,946%	2,832%	2,720%	2,609%	2,500%
97,0%		3,562%	3,446%	3,332%	3,220%	3,109%	3,000%
96,5%		4,062%	3,946%	3,832%	3,720%	3,609%	3,500%
96,0%		4,562%	4,446%	4,332%	4,220%	4,109%	4,000%
95,5%		5,062%	4,946%	4,832%	4,720%	4,609%	4,500%
95,0%	<b>100,0%</b>	5,562%	5,446%	5,332%	5,220%	5,109%	<b>5,000%</b>
94,5%	99,5%	6,062%	5,946%	5,832%	5,720%	5,609%	5,500%
94,0%	99,0%	6,562%	6,446%	6,332%	6,220%	6,109%	6,000%
93,5%	98,5%	7,062%	6,946%	6,832%	6,720%	6,609%	6,500%
93,0%	98,0%	7,562%	7,446%	7,332%	7,220%	7,109%	7,000%
92,5%	97,5%	8,062%	7,946%	7,832%	7,720%	7,609%	7,500%
92,0%	97,0%	8,562%	8,446%	8,332%	8,220%	8,109%	8,000%
91,5%	96,5%	9,062%	8,946%	8,832%	8,720%	8,609%	8,500%
91,0%	96,0%	9,562%	9,446%	9,332%	9,220%	9,109%	9,000%
90,5%	95,5%	10,062%	9,946%	9,832%	9,720%	9,609%	9,500%
90,0%	95,0%	10,562%	10,446%	10,332%	10,220%	10,109%	10,000%
89,5%	94,5%	11,062%	10,946%	10,832%	10,720%	10,609%	10,500%
89,0%	94,0%	11,562%	11,446%	11,332%	11,220%	11,109%	11,000%
88,5%	93,5%	12,062%	11,946%	11,832%	11,720%	11,609%	11,500%
88,0%	93,0%	12,562%	12,446%	12,332%	12,220%	12,109%	12,000%
87,5%	92,5%	13,062%	12,946%	12,832%	12,720%	12,609%	12,500%
87,0%	92,0%	13,562%	13,446%	13,332%	13,220%	13,109%	13,000%
86,5%	91,5%	14,062%	13,946%	13,832%	13,720%	13,609%	13,500%
86,0%	91,0%	14,562%	14,446%	14,332%	14,220%	14,109%	14,000%
85,5%	90,5%	15,062%	14,946%	14,832%	14,720%	14,609%	14,500%
85,0%	90,0%	15,562%	15,446%	15,332%	15,220%	15,109%	15,000%
84,5%	89,5%	16,062%	15,946%	15,832%	15,720%	15,609%	15,500%
84,0%	89,0%	16,562%	16,446%	16,332%	16,220%	16,109%	16,000%
83,5%	88,5%	17,062%	16,946%	16,832%	16,720%	16,609%	16,500%
83,0%	88,0%	17,562%	17,446%	17,332%	17,220%	17,109%	17,000%
82,5%	87,5%	18,062%	17,946%	17,832%	17,720%	17,609%	17,500%
82,0%	87,0%	18,562%	18,446%	18,332%	18,220%	18,109%	18,000%
81,5%	86,5%	19,062%	18,946%	18,832%	18,720%	18,609%	18,500%
81,0%	86,0%	19,562%	19,446%	19,332%	19,220%	19,109%	19,000%
80,5%	85,5%	20,062%	19,946%	19,832%	19,720%	19,609%	19,500%
80,0%	85,0%	20,562%	20,446%	20,332%	20,220%	20,109%	20,000%
79,5%	84,5%	21,062%	20,946%	20,832%	20,720%	20,609%	20,500%
79,0%	84,0%	21,562%	21,446%	21,332%	21,220%	21,109%	21,000%
78,5%	83,5%	22,062%	21,946%	21,832%	21,720%	21,609%	21,500%
78,0%	83,0%	22,562%	22,446%	22,332%	22,220%	22,109%	22,000%
77,5%	82,5%	23,062%	22,946%	22,832%	22,720%	22,609%	22,500%
77,0%	82,0%	23,562%	23,446%	23,332%	23,220%	23,109%	23,000%
76,5%	81,5%	24,062%	23,946%	23,832%	23,720%	23,609%	23,500%
76,0%	81,0%	24,562%	24,446%	24,332%	24,220%	24,109%	24,000%
75,5%	80,5%	25,062%	24,946%	24,832%	24,720%	24,609%	24,500%
75,0%	80,0%	25,562%	25,446%	25,332%	25,220%	25,109%	<b>25,000%</b>
Menos de 75,0% => Rechazar	79,5%	26,062%	25,946%	25,832%	25,720%	25,609%	25,500%
	79,0%	26,562%	26,446%	26,332%	26,220%	26,109%	26,000%
	78,5%	27,062%	26,946%	26,832%	26,720%	26,609%	26,500%
	78,0%	27,562%	27,446%	27,332%	27,220%	27,109%	27,000%
	77,5%	28,062%	27,946%	27,832%	27,720%	27,609%	27,500%
	77,0%	28,562%	28,446%	28,332%	28,220%	28,109%	28,000%
76,5%	29,062%	28,946%	28,832%	28,720%	28,609%	28,500%	
76,0%	29,562%	29,446%	29,332%	29,220%	29,109%	29,000%	
75,5%	30,062%	29,946%	29,832%	29,720%	29,609%	29,500%	
75,0%	30,562%	30,446%	30,332%	30,220%	30,109%	<b>30,000%</b>	
Rechazar		~ Factor de Calidad = RECHAZO para valores (%) mayores que los mostrados en la fila inmediata superior					

Nota: Para obtener el Factor de Calidad (FC), usando esta Tabla, cuando el valor N<sub>ij</sub> determinado sobre la columna de n<sub>j</sub> no corresponda exactamente a un valor N<sub>ij</sub> de esta Tabla, use el valor mayor inmediato de esta Tabla dentro de la columna de n<sub>j</sub> correspondiente (número de pruebas realizadas).

En todo caso, la aplicación del procedimiento establecido en la subsección "107.09 Aceptación parcial y final", debe estar acorde con lo regulado al respecto por la norma de rango legal o reglamentaria que rija en ese momento.

## **Sección 108.) RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD RESPECTO AL PÚBLICO**

### ***108.01 Leyes que deben ser cumplidas.***

Durante el desarrollo del proyecto deben cumplirse todas las leyes, ordenanzas, códigos de seguridad, reglamentos, órdenes y decretos aplicables.

Todos los permisos y acuerdos obtenidos previamente por el Contratante para ejecutar el trabajo están incluidos en el Contrato. El Contratista debe conseguir todos los permisos o acuerdos adicionales, así como efectuar las modificaciones que sean necesarias de los permisos y acuerdos obtenidos originalmente por el Contratante, cuando esto sea necesario a consecuencia de sus métodos de operación. El Contratista deberá conseguir todos los permisos y documentos adicionales que se precisen para el normal desarrollo del trabajo.

### ***108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje.***

Para estos efectos y como complemento el contratista deberá contar con una póliza de responsabilidad civil por daños y perjuicios que cubra en su totalidad los daños y perjuicios ocasionados a la Administración y a terceros.

Debe preservarse la propiedad pública y privada y protegerse los hitos establecidos para perpetuar las referencias topográficas establecidas para el control horizontal, vertical, catastral o de los límites del proyecto.

Cuando sea necesario destruir un hito topográfico debe reconstruirse lo antes posible, en conformidad con los estatutos gubernamentales aplicables o siguiendo las indicaciones de la institución que lo erigió.

No debe perturbarse el área más allá de los límites de la construcción.

No se debe excavar, quitar, dañar, alterar o borrar los restos o especímenes arqueológicos o paleontológicos. Deben controlarse las acciones de los empleados y subcontratistas dentro del proyecto para asegurar que esos sitios protegidos no se perturben o dañen. Cuando se encuentren en el terreno cualquiera de estos artículos, deben suspenderse de inmediato las operaciones en el sitio del descubrimiento y notificar al Contratante y a la oficina que corresponda de acuerdo con la naturaleza del hallazgo, y conforme a la legislación nacional. El Contratante informará al Contratista cuando puede reasumir las operaciones en el sitio del descubrimiento.

Cuando deban ser relocalizados o ajustados dispositivos públicos, el Contratante notificará a las instituciones afectadas sobre las relocalizaciones o ajustes necesarios. Las relocalizaciones o ajustes serán ejecutados por los entes competentes dentro del tiempo señalado, tan pronto como sea factible. No obstante, si la institución no está en capacidad de hacerlo con la premura que lo requiere el proyecto, bajo la supervisión de tales órganos u entes competentes, la Administración interesada y/o la Empresa Contratista, puede hacerlo con cargo al Renglón de pago CR.110.06 "Trabajo a costo más porcentaje". El reembolso, de ser procedente, podría negociarse y pactarse al momento de concertarse el trabajo.

Antes de comenzar a trabajar en un área, el Contratista deberá localizar los elementos de utilidad pública que estén ubicados en ella, así como avisar a las instituciones responsables de ellos. Deben protegerse estos elementos contra las operaciones de construcción. El Contratista deberá cooperar con las instituciones responsables de esos elementos para facilitar su reubicación o ajuste a fin de minimizar la interrupción de los servicios y evitar la duplicación del trabajo.

Si el acondicionamiento del elemento de utilidad pública se interrumpe como resultado de un daño provocado por la construcción, inmediatamente debe notificarse a la institución responsable de ese elemento y a cualquier otra autoridad relacionada con él.

Debe cooperarse con ellas hasta que se restaure el servicio.

El Contratista no debe trabajar alrededor de un hidrante mientras no haga las provisiones necesarias para mantener la continuidad del servicio, conforme al plan de contingencia aprobado por la Central de Bomberos más cercana y a las disposiciones del AyA.

Si se hace necesario el trabajo de adecuación de un elemento de utilidad pública y no está incluido en el Contrato, deberá pagarse al Contratista la compensación apropiada por el trabajo que se realice, con base en las cláusulas aplicables del Contrato.

Si se produce un daño en algún servicio público o privado, debido a falta o negligencia del Contratista, éste debe repararlo por su cuenta sin cargar ningún costo al Contratante.

La reparación de los daños que se ocasionen a elementos de servicio público ubicados en el subsuelo, que no se mostraron en los planos o que no fueron identificados con anterioridad a la construcción, y en los que en su ocurrencia no medió falta o negligencia del Contratista, será pagada por el Contratante.

#### **108.03 Pizarra de anuncios.**

En los proyectos de rehabilitación y construcción, debe colocarse una pizarra para anuncios, a prueba de intemperie, de tamaño satisfactorio y construcción sólida para el despliegue continuo de avisos y de cualquier otro tipo de información relativa al proyecto. La pizarra de anuncios debe instalarse y mantenerse de manera visible, en un sitio accesible dentro del proyecto, prevista para ser fácilmente retirada después de que el proyecto haya sido finalmente aceptado.

#### **108.04 Protección de los Ferrocarriles.**

El Contratante obtendrá los permisos y acuerdos requeridos con el INCOFER para cualquier trabajo especificado en el Contrato para la relocalización de vías, o para cualquier labor que sea necesario realizar en los cruces de ferrocarril. Deben entregarse al Contratista copias de todos los permisos y acuerdos.

El trabajo cubierto por un acuerdo o permiso con el ferrocarril, debe llevarse a cabo de manera satisfactoria para éste y no debe interferir con el funcionamiento de los trenes. Si la construcción daña propiedad de la empresa ferroviaria, debe reembolsarse a ésta todos los daños y perjuicios ocasionados o, a opción de ella, debe llevar a cabo la reparación del daño por el Contratista sin ningún costo para el Contratante.

El Contratista no debe cruzar las líneas del ferrocarril con vehículos o equipo en el desarrollo de sus operaciones, excepto en los cruces existentes abiertos al público o en los cruces temporales aprobados de previo por el ferrocarril a petición del Contratista.

Si se produce la necesidad de construir un cruce temporal de la vía, deben hacerse los arreglos pertinentes con el INCOFER para su construcción, protección y posterior remoción.

El Contratista debe reembolsar a la empresa ferrocarrilera el costo de todo cruce temporal o, a opción de ésta, ejecutar el trabajo por sus propios medios, de manera satisfactoria para la empresa.

#### **108.05 Responsabilidad por demandas de daño.**

El Contratista debe resarcir y mantener indemne al Contratante, a sus empleados y consultores, por reclamos, acciones o demandas presentadas por terceros, por concepto de lesiones o daños recibidos o argumentados por cualquier persona, o por cualquier propiedad, resultantes de las operaciones de construcción o producto de ejecución negligente del Contrato.

El Contratista debe obtener, y mantener vigente hasta la aceptación final del Contrato, las pólizas correspondientes. El seguro cubrirá todas las operaciones ejecutadas bajo el Contrato, ya sean éstas llevadas a cabo directamente por el Contratista o por sus subcontratistas.

Antes de comenzar el trabajo, el Contratista debe entregar certificación de las pólizas de seguro suscritas, en las que se debe certificar que no cambiarán las políticas de la empresa aseguradora durante su vigencia, así como que el seguro se mantendrá hasta 30 días después de que el Contratante emita la comunicación de que la obra ya fue objeto de aceptación final. La cobertura del seguro, en los renglones y cantidades mínimas fijadas más adelante, no relevará al Contratista de eventuales obligaciones que se presenten y que excedan la cobertura de la póliza.

En la reunión de pre-inicio el Contratista deberá demostrar la existencia de los seguros conforme a lo establecido en el cartel de licitación y a las leyes correspondientes.

#### **108.06 Responsabilidad del Contratista por el trabajo.**

El Contratista debe asumir la responsabilidad por todo el trabajo hasta su aceptación final, excepto lo que se prevé en la Subsección 107.09. Esta responsabilidad incluye los períodos en que el trabajo esté suspendido.

El Contratista debe proteger la obra contra perjuicios, pérdidas o daños, consecuencia de cualquier causa que provenga de la ejecución o no ejecución del trabajo.

Debe mantenerse el tráfico abierto al público conforme a lo establecido en la Sección 156. Para este propósito deben tomarse las acciones necesarias para reconstruir, reparar, restaurar y hacer lo necesario para evitar o corregir las pérdidas, afectaciones, daños o perjuicios en cualquier lugar del trabajo. Se incluyen los daños causados por vandalismo, robo, paso del tráfico público y efectos del clima, que ocurran durante el tiempo del Contrato.

En los casos de fuerza mayor y casos fortuitos que imposibiliten la ejecución del contrato, el mismo podrá resolverse sin responsabilidad para ninguna de las partes.

#### **108.07 Obtención de derechos de vía.**

El Contratante obtendrá oportunamente todos los derechos de vía requeridos para la obra.

#### **108.08 Sanidad, salud y seguridad.**

Deben observarse los reglamentos oficiales de salud. No debe permitirse que los operarios trabajen en un ambiente o condiciones que sean antihigiénicas, arriesgadas o peligrosas.

Debe permitirse la actuación de cualquier inspector del Contratante involucrado en la seguridad y administración de la salud, para desempeño de sus funciones en el sitio del proyecto, sujeto a la presentación de las credenciales que lo identifiquen.

Debe informarse de inmediato al Contratante la ocurrencia de accidentes, por medio de formularios suministrados por éste o, con previa aprobación, en formularios usados por el Contratista para informar de accidentes a empresas aseguradoras. Debe mantenerse en el proyecto un "registro de lesiones profesionales y enfermedades," disponible para su inspección en cualquier momento.

#### **108.09 Relación legal entre las partes.**

Para la ejecución del contrato el Contratista es una persona física o jurídica independiente y ni él, ni nadie contratado o empleado por él, podrá ser agente, empleado o representante del Contratante. El estatus de independencia del Contratista no limita los derechos generales del Contratante derivados del contrato, incluyendo la inspección, la especificación de medidas de seguridad y la facultad para detener el trabajo.

#### **108.10 Protección del ambiente.**

El Contratista no debe operar equipo mecanizado, o descargar material, dentro del área de captación de cualquier sistema de aguas, conforme a la normativa vigente. En el evento de que se produzca una descarga accidental, el Contratista debe tomar las siguientes acciones:

- (a) De inmediato, prevenir una mayor contaminación.
- (b) Lo antes posible, notificar el accidente a las autoridades apropiadas.
- (c) Mitigar los daños según sea necesario.

El Contratista debe cumplir con los términos y condiciones establecidas en cualquier permiso para la ejecución del trabajo. Deben aislarse las áreas de trabajo, incluyendo las fuentes de materiales, mediante la construcción de diques u otras barreras satisfactorias que prevengan la contaminación con sedimentos, productos

del petróleo, sustancias químicas, u otros materiales líquidos o sólidos, de cualquier fuente de agua usada para suministro público. Debe tenerse cuidado al construir y quitar las barreras, evitando cualquier descarga de material dentro del agua. Debe quitarse y disponerse apropiadamente el sedimento u otro material retenido por la barrera construida.

#### ***108.11 Protección de bosques, parques y terrenos públicos.***

Deben cumplirse todos los reglamentos de los cuerpos de bomberos, comisiones de conservación, regulación forestal, parques nacionales y de cualquier otra autoridad que tenga jurisdicción o administre la protección del terreno del proyecto o adyacente a él.

### **Sección 109.) EJECUCIÓN Y PROGRESO**

En todo caso, deberán respetarse los plazos estipulados en la ley de Contratación Administrativa y sus reglamentos, así mismo los plazos definidos por normas específicas y solo en caso de omisión se aplicará lo establecido en este manual.

#### ***109.01 Inicio y ejecución del trabajo.***

Después de refrendado el Contrato y antes de la entrega de la orden de inicio, se llevará a cabo una reunión de pre-construcción. El Contratista debe suministrar previo a la orden de inicio, tres copias del programa preliminar de trabajo.

El propósito preliminar de trabajo en esta reunión es analizar y discutir los planos y especificaciones del proyecto, condiciones especiales existentes en el campo, programa y plan de ejecución propuestos por el Contratista, tipo, cantidad y ubicación del equipo propuesto, relación de documentos contractuales, fuentes y requerimientos de personal, programa de mantenimiento del tráfico, seguridad del público y de los trabajadores, canales de comunicación y cualquier otro tópico que el Contratante o el Contratista consideren conveniente de analizar para un mejor entendimiento entre ambas partes. Los acuerdos a que se llegue en la reunión de pre-construcción o pre-inicio se plasmarán en documento, cuyo contenido formará parte del Contrato.

Después de una suspensión de obra, debe entregarse al Contratista la orden de reasumir el trabajo con por lo menos 24 horas de antelación.

#### ***109.02 Subcontratos.***

El Contratista no podrá subcontratar trabajos sin aprobación escrita del Contratante. Antes de que sea dada la conformidad para subcontratar alguna parte de la obra, el Contratista deberá presentar pruebas de que el subcontratista propuesto está completamente capacitado para ejecutar el trabajo.

Los subcontratos no relevan al Contratista de las obligaciones y responsabilidades estipuladas en el contrato y no crean ninguna relación contractual entre subcontratistas y Contratante. El Contratista es responsable por cualquier acción o falta de acción de los subcontratistas.

El Contratista deberá ejecutar con su propia organización obras contractuales por un valor no menor del 50 por ciento del valor original del contrato. Cuando es subcontratado un rubro total de obra, por ejemplo, puentes, el valor total del trabajo subcontratado será computado usando los precios unitarios contractuales involucrados. Cuando el trabajo subcontratado sólo es una parte de un renglón de pago, su valoración se basa en un porcentaje estimado del valor de dicho renglón, computado con la información que suministre el Contratista, sujeta a la aprobación del Contratante y según lo indicado en el artículo 62 de la Ley de Contratación administrativa.

En condiciones especiales, a juicio de la Administración Contratante el límite de subcontratación indicado en el párrafo anterior puede sobrepasar el 50%.



### **109.03 Determinación y extensión del tiempo del Contrato.**

El número de días acordados para la construcción de la obra será el indicado en la oferta y el contrato. Este plazo podrá incluir un cierto número de días, de ser establecido en las especificaciones especiales del Contrato, previsto para suspensiones del trabajo por causa de mal tiempo.

Durante la ejecución del Contrato el Contratante podrá conceder ampliaciones, modificaciones y/o compensaciones del plazo según se estipula a continuación:

#### Ampliación de Plazo

(1) Ampliaciones por concepto de aumento de cantidades. El plazo de entrega indicado en el Contrato tiene su fundamento en las cantidades originales. Si el cumplimiento satisfactorio del Contrato requiriese efectuar trabajos en mayores cantidades que las que se indicaron en el cartel, el plazo del Contrato concedido originalmente podrá ser aumentado en proporción a la cantidad del trabajo adicional, a la dificultad de su ejecución y a las disminuciones que puedan haber ocurrido en otros conceptos de trabajo, para lo cual se debe tener en cuenta la ruta crítica del programa de trabajo (CPM), previamente aprobado por el Contratante.

(2) Compensación de plazos por el tiempo que por razones justificadas no se puede trabajar en el proyecto y trasladarlo a otro momento.

En caso de que el Contratista encontrase imposible, por motivos fuera de su control, completar la obra dentro del plazo especificado en el Contrato o modificado de acuerdo con las disposiciones de este artículo, podrá en cualquier momento, antes del vencimiento del término vigente del Contrato, presentar al Contratante un escrito en que solicite la extensión del plazo, dando a conocer las razones y aportando las pruebas que, a su criterio, justifican esa extensión. No será válido como justificación el argumento de que el plazo contractual es muy corto.

Si el Contratante comprobare que una demora en el trabajo fue debida a condiciones fuera del control del Contratista, podrá ampliar el plazo hasta donde las circunstancias lo justifiquen. En este caso, el plazo extendido deberá quedar por completo en vigor y efecto como si fuese el plazo original.

En las extensiones del plazo sólo serán consideradas las demoras o modificaciones que afecten a las actividades dentro de la ruta crítica del programa de trabajo o que causen que ciertas actividades no críticas pasen a serlo. No se concederán extensiones de tiempo por demoras o modificaciones que hagan uso de las holguras disponibles en el tiempo de ejecución, según aparezcan en la lista de actividades del programa de trabajo requerido como parte del contrato.

Para solicitar una extensión en el plazo de ejecución, el Contratista citará los artículos y cláusulas aplicables del contrato. La solicitud será por escrito y deberá incluir, por lo menos, lo siguiente:

- (a) Artículos y cláusulas del contrato con base en las cuales se hace la solicitud.
- (b) Descripción detallada de las razones para pedir el ajuste en el plazo contractual, incluyendo las siguientes:
  - 1) Causa del aumento en el plazo de ejecución.
  - 2) Fecha en que se inició el atraso.
  - 3) Duración del atraso.
  - 4) Actividades afectadas.
  - 5) Análisis de la ruta crítica del programa debidamente aprobado por el Contratante.
  - 6) Métodos que se emplearán para compensar el atraso.

(c) Sugerencia de una nueva fecha previa de terminación para completar la obra o indicación del número de días adicionales, basados en los programas de construcción original y modificado.

Toda extensión en el plazo del contrato será formalizada por medio de una orden de modificación, en la cual se expondrán las razones argumentadas por el Contratista y que el Contratante haya comprobado. Dicha orden será firmada por el Contratista y el Contratante.

Cuando la obra quede terminada y aceptada, cesará el cómputo diario del tiempo.

(2) Extensiones por concepto de lluvia. El Contratante podrá extender el plazo si comprueba, por medio de registros de precipitación y el diario del proyecto, que el tiempo lluvioso impidió la ejecución de las obras. Para los fines de una extensión de esta naturaleza, se considerará como día de lluvia aquel en que, por razones de la precipitación pluvial o de humedad de los materiales, según criterio aceptado por el Contratante, haya necesidad de suspender el trabajo, por lo menos, el 60% del personal y para más de cinco (5) horas normales de trabajo del equipo. En todos los casos debe indicarse en el diario del proyecto cada una de las actividades que se suspendieron por causa de la lluvia y se considerarán aquellas que afectan la ruta crítica del programa de trabajo.

Cualquier ampliación del plazo requerirá de una orden de modificación, y ésta servirá de base para realizar un addendum siguiendo las disposiciones normativas vigentes que rigen el tema.

ii. Modificación de la fecha de finalización de los trabajos.

Donde la ampliación de plazo se da por aumento del trabajo a realizar y la autorización de esta es vía Adenda al Contrato, y la modificación de la fecha de finalización se da como resultado de "eventos compensables", que son eventos que no permitieron al Contratista avanzar y no son responsabilidad de este siempre y cuando estos afecten actividades que definen la ruta crítica del programa de trabajo.

#### ***109.04. Incumplimiento del término del Contrato.***

El Contratista indemnizará al Contratante los costos de los daños y perjuicios por cada día de demora que transcurra hasta que la obra quede terminada. El monto total por daños será liquidado en conformidad a la legislación vigente o conforme a las especificaciones especiales de cada proyecto.

La deducción de multa diaria será hecha, sin previo aviso, a partir de la fecha en que expire el plazo contractual original o ampliado. Si el contrato es en dólares americanos, se deducirá en esta moneda. En el caso de ser en colones, las deducciones serán las equivalentes en esta moneda.

Permitirle al Contratista continuar y completar la obra, o cualquier parte de ella, después de que el plazo contractual haya expirado, en modo alguno constituirá una dispensa del Contratante a cualesquiera de los derechos que le corresponden de acuerdo con el contrato. La deducción que el Contratante haga al Contratista de las sumas por daños y perjuicios, no eliminará la posibilidad de aplicarle también las demás sanciones previstas en el contrato.

#### ***109.05 Recepción de la Obra y Finiquito del Contrato.***

##### ***109.05.01 Recepción de la Obra***

El procedimiento de recepción de la obra pública está contenido normativamente en la Ley de Contratación Administrativa y en su Reglamento.

Cuando el Contratista que ejecuta una obra por contrato considera que los trabajos están concluidos, deberá comunicárselo al Ingeniero de Proyecto o a la Unidad Ejecutora, según corresponda, para que se establezca

lugar, fecha y hora para la visita de recepción de la obra. Dicha comunicación podrá darse dentro o fuera del plazo contractual. El Contratista deberá adjuntar a este aviso la respectiva Constancia de Calidad Final de la Obra, según se indica en la Disposición de Supervisión, Calidad sobre Constancias de Calidad vigente.

El Ingeniero de Proyecto en un plazo no mayor de ocho días naturales, después de recibida la comunicación de conclusión del proyecto por parte del Contratista, deberá constatar la veracidad de la terminación personalmente, en una visita de preinspección.

Previo a la visita de preinspección deberá revisar la Constancia de Calidad Final e informar a sus superiores del recibo de la notificación del contratista.

El Ingeniero de Proyecto podrá, a su discreción, convocar a la visita de preinspección a los funcionarios cuya intervención considere necesaria a los efectos de la recepción. A esta visita no se solicitará la presencia del Contratista.

El Ingeniero de Proyecto anotará en la Bitácora del proyecto los resultados de la visita de preinspección y por escrito, convocará a la visita de Recepción de Obra.

Dicha convocatoria indicará la hora, fecha y lugar de partida, así como los funcionarios cuya presencia es requerida en ese acto de recepción. Sin embargo, la fecha definida deberá estar dentro del período de quince días hábiles posteriores a la fecha de la solicitud de recepción enviado por el Contratista.

La convocatoria se dirigirá también al Contratista para que asistan obligatoriamente el Director Técnico y el Ingeniero Residente de la Obra.

La visita de Recepción de Obra será dirigida por el Ingeniero de Proyecto, realizándose una inspección exhaustiva de la obra a recibir. Los técnicos convocados tendrán la función de asesorar al Ingeniero de Proyecto en cuanto a su competencia, es decir evaluarán si el proyecto en su apariencia reúne los objetivos de la contratación; sin embargo el Ingeniero de Proyecto tendrá la decisión final.

Si de la visita de Recepción de Obra se llega a la conclusión de que el proyecto se construyó de acuerdo a las estipulaciones y términos del compromiso adquirido por el contratista en su contrato y el recibo de la obra es a plena satisfacción de la Administración, su recepción se hará de manera "pura y simple"; en caso contrario el recibo de la obra se hará "bajo protesta".

En ambos casos se levantará un acta que suscribirán el (los) funcionario (s) representante (s) de la Administración y el Contratista, en donde se consignarán todas las circunstancias pertinentes en referencia al estado de la obra, si el recibo es a plena satisfacción de la Administración es decir, recepción "pura y simple" o si se hace "bajo protesta" y toda observación relativa al cumplimiento de las partes y la Constancia de Calidad Final. En el primer caso, recepción pura y simple, dicha recepción será definitiva. En el caso de la recepción bajo protesta, la recepción se tendrá como provisional y la Administración dispondrá de un plazo de dos meses (60 días naturales) contados a partir de la Recepción Provisional, para volver a convocar la Recepción Definitiva, indicándose en el Acta correspondiente la ejecución total o parcial de los trabajos pendientes salvo disposición en contrario del cartel.

La Administración solo podrá recibir definitivamente la obra, si cuenta con la Constancia de Calidad Final que contenga todos los estudios técnicos que acrediten el cumplimiento de los términos de la contratación, sin perjuicio de las responsabilidades correspondientes a las partes en general y en particular a las que se originen en vicios ocultos de la obra. Dicho estudio formará parte del expediente, lo mismo que el Acta a que se refiere el aparte anterior.

En el caso de la recepción "bajo protesta" y una vez transcurrido el plazo para la Recepción Final de la Obra, si persistiesen las discrepancias entre la Administración y el Contratista sobre el cumplimiento de los términos contractuales o sobre las condiciones de la obra, la Administración podrá recibirla "bajo protesta" y así se consignará en el Acta respectiva.

La discrepancia podrá resolverse en los términos que lo indique el cartel o mediante arbitraje, de conformidad con las regulaciones y los instrumentos de Derecho Internacional vigentes, sin perjuicio de las acciones legales que procedan, entre ellas la ejecución de la garantía de cumplimiento en sede administrativa, concediéndole el Debido Proceso al interesado.

La Recepción Definitiva de la Obra no exime de responsabilidad al contratista por incumplimientos o vicios ocultos de la obra.

A solicitud del Contratista, el Ingeniero de Proyecto podrá extender una nota de liberación del compromiso contractual.

#### **109.05.02 Finiquito del Contrato**

La confección del finiquito de obras viales construidas por contrato es de responsabilidad exclusiva de la Ingeniería de Proyecto. Se compone de los siguientes documentos:

- Orden de Modificación de Obra (finiquito).
- Estimación Final de Obra.
- Estimación Final de Reajustes (si proceden).

Dichos documentos deben ser elaborados y tramitados por el Ingeniero de Proyecto en un plazo máximo de 60 días naturales contados a partir de la fecha de Recepción Definitiva de la Obra. Siendo necesario tener el Comunicado de Aprobación de la Orden de Modificación de Obra (Finiquito) para tramitar las facturas correspondientes a la Estimación Final de Obra y de Reajustes.

#### **109.05.03 Orden de Modificación de Obra (Finiquito).**

La Orden de Modificación de Obra (Finiquito) debe ser elaborada por el Ingeniero de Proyecto, según el plazo indicado en el punto anterior, siendo su aprobación requisito indispensable para el posterior trámite de la Estimación Final de Obra y Reajustes.

La Orden de Modificación de Obra (Finiquito) deberá ser elaborada siguiendo los lineamientos generales establecidos para este tipo de documentos según la normativa indicada en el Manual de Construcción para Carreteras y Puentes (MC-83) vigente. Se considera fundamental que el documento de Orden de Modificación de Obra (Finiquito) contenga todos los siguientes aspectos:

- Aspectos varios usuales en una Orden de Modificación incluyendo la hoja de firmas.
- La "Descripción y Razón".
- El cuadro de Control de Ordenes de Modificación.
- El cuadro de Control de Ordenes de Servicio.
- Cuadro de Estado Financiero.
- Cuadro de Control de Tiempo.
- Cuadro de Variación.
- Además se debe incluir en sus Anexos al menos los siguientes documentos:
- Constancia Final de Calidad.
- Acta de Recepción Provisional (si existe).
- Acta de Recepción Definitiva.

Finalmente la Orden de Modificación de Obra (Finiquito) una vez firmada por los representantes legales de la Administración y del Contratista según corresponda y deben ser distribuidas a las partes interesadas mediante la emisión de un Comunicado de Aprobación.

En la Orden de Modificación de Obra (Finiquito) es posible aumentar o disminuir cantidades producto del cálculo del mismo.

La Orden de Modificación de Obra (Finiquito) no podrá incorporar costos por trabajos adicionales a los autorizados en el Contrato, las Ordenes de Modificación y Addendum correspondientes.

Nunca la Orden de Modificación de Obra (Finiquito) podrá exceder el monto del contrato más el 50% del mismo.

En caso de que la Orden de Modificación de Obra (Finiquito) produzca discrepancia entre las partes, que no se puedan resolver con oportunidad, el Contratista tendrá la posibilidad de firmar "bajo protesta" y resolver el

diferendo en otras instancias. Con el Finiquito firmado "bajo protesta" la Administración podrá dar el Comunicado de Aprobación.

## **Sección 110.) MEDICIÓN Y PAGO**

### **110.01 Métodos de medición.**

A menos de que se indique lo contrario, todas las mediciones del Contrato deben ser hechas de conformidad con el Sistema Internacional de Unidades, ASTM E 380.

A menos que fuera especificado de otra manera, la medición debe hacerse cuando el trabajo haya sido terminado y aceptado. Debe medirse el trabajo realmente ejecutado, con la excepción de que no debe tomarse en cuenta, para efectos de pago, el trabajo hecho fuera de los límites del diseño, o de otros límites fijados por el Contratante (límites señalados con estacas). Las estructuras deben medirse conforme a las líneas netas mostradas en los planos o ajustadas a las condiciones del terreno con la aceptación del Contratante.

La subdivisión de medición de cada sección puntualiza los detalles y excepciones para el cálculo del trabajo a pagar bajo cada renglón.

El Contratante verificará las medidas tomadas por el Contratista.

### **110.02 Unidades de medición y definiciones.**

A menos de que en otra parte sea indicado de manera diferente, las definiciones de estos términos son:

(a) Cantidades del contrato. Las cantidades a ser pagadas bajo los renglones del contrato son las indicadas en el formulario de la propuesta. Las cantidades que aparecen en el contrato serán ajustadas si se producen cambios autorizados que las afecten, o debido a errores incurridos en el cálculo de tales cantidades. Si hay evidencia de que una cantidad del contrato es incorrecta, deben realizarse cálculos, dibujos u otras acciones, que demuestren que la cantidad es errónea y ajustarse ésta por escrito, conforme a las estipulaciones del contrato.

(b) La siguiente es una relación de las unidades de obra que se someten a medición.

(1) Metro cúbico medido en sitio. Los volúmenes sólidos deben medirse por un método aprobado por el Contratante o por el método del área final promedio, como sigue:

(a) Deben tomarse secciones transversales del terreno original a efecto de compararlas con la plantilla de diseño, o la señalada por las estacas, para determinar las áreas finales. No debe medirse el trabajo realizado fuera de las líneas o taludes establecidos.

(b) Si cualquier porción del trabajo es aceptable pero no está terminada de conformidad con las líneas y taludes fijados, deben volverse a tomar secciones transversales de esa porción del trabajo para hacer los ajustes de cantidades procedentes. Debe restarse cualquier cantidad fuera de los límites del diseño o del terreno.

(c) Deben calcularse los volúmenes usando el promedio de las áreas extremas multiplicado por la distancia horizontal a lo largo de la línea centro, o de la línea de referencia entre las áreas extremas. Debe deducirse cualquier cantidad fuera de los límites del diseño o de las estacas.

(2) Metro cúbico medido en el vehículo de acarreo. El volumen en metros cúbicos en el vehículo de acarreo debe medirse tomando dimensiones tridimensionales en el punto de entrega. Debe estamparse en la carrocería de los vehículos una marca legible que establezca la capacidad de los vehículos, de

manera que los volúmenes reales sean comprobados prontamente y con precisión. Antes de usarse en el proyecto, el Contratante y el Contratista deben ponerse de acuerdo por escrito en cuanto al volumen de material que acarrea cada vehículo. Vehículos que lleven menos material que el volumen acordado, se rechazarán o se aceptarán con el volumen reducido.

Deben nivelarse cargas seleccionadas. Si la nivelación revela que el vehículo acarrea menos material que el volumen aceptado, debe reducirse la cantidad de todo el material recibido desde la última carga nivelada en la misma proporción en que el volumen real de la carga nivelada es al volumen acordado. No se hará pago por material en exceso al volumen acordado.

El material que contiene el vehículo de acarreo puede ser pesado y convertido a metros cúbicos para propósitos de pago si ambas partes están de acuerdo por escrito en el factor de conversión.

(3) Metro cúbico medido en la estructura. Medido según las líneas netas de la estructura mostradas en los planos, excepto los ajustes hechos por el Contratante como consecuencia de las condiciones encontradas en el campo. No debe hacerse ninguna deducción por el volumen ocupado por el acero de refuerzo, anclajes, agujeros de drenaje o ductos menores de 200 milímetros en diámetro.

(4) Metro cúbico medido con cinta. Debe usarse un sistema de medición aceptado.

(a) Unidad. Se determinará el número real de unidades completadas y aceptadas.

(b) Hectárea (ha). 10 000 metros cuadrados. Las medidas longitudinales y transversales para el cálculo de áreas deben hacerse horizontalmente a menos que se especifique que se harán sobre la superficie del terreno. No deben hacerse deducciones del cálculo del área por detalles individuales que tengan un área de 50 metros cuadrados o menos.

(c) Tiempo. La medición se hará por el número real de horas ordenadas por el Contratante y ejecutadas por el Contratista.

(d) Kilogramo (kg). 1000 gramos. La medida debe hacerse en conformidad con la Subdivisión 110.03. Si se suministra material ensacado o empaquetado, puede usarse el peso neto tal como fue empacado por el fabricante.

(e) Kilómetro (km). 1000 metros. La medida debe hacerse a lo largo de la línea de centro de la carretera, camino de acceso o rampa.

(f) Litro (L). La cantidad debe ser medida por cualquier de los métodos siguientes:

(1) Recipiente del volumen comprobado.

(2) Volumen medido, usando un sistema de medición aceptado.

(3) Volúmenes empacados comercialmente.

Los volúmenes de material asfáltico serán medidos a 15,6°C (60°F), o corregidos al volumen equivalente a esa temperatura, usando el método ASTM D 1250, por medio de la siguiente fórmula:

$$\text{Litros a } 15,6^{\circ}\text{C} = \frac{\text{Litros a } A^{\circ}\text{C}}{1 + 0.0045 (A^{\circ}\text{C} - 15,6^{\circ}\text{C})}$$

en donde A°C es la temperatura del material en el momento de ser medido su volumen.

(g) Metro. Medición de extremo a extremo paralela a la base o fundación que está siendo medida.

(h) Suma global. No es necesario hacer una medición directa. La cantidad indicada en la oferta corresponde al pago total por todo el trabajo descrito en el Contrato, necesario para completar ese

renglón. Se designa la cantidad como "total." Las cantidades estimadas para el trabajo a "suma global", mostradas en el Contrato, son aproximadas.

(i) Tonelada Métrica (tm). 1000 kilogramos. Medida de acuerdo con la Subdivisión 110.03. No se hará ningún ajuste a un precio unitario del Contrato como consecuencia de variaciones en las cantidades debidas a diferencias en la gravedad específica o contenido de humedad.

Los pesos netos medidos en la báscula de despacho, o los pesos determinados con base en volúmenes certificados en caso de embarques de ferrocarril, serán usados como base de medición, sujetos a corrección por pérdida del material bituminoso en el furgón o distribuidor, desperdiciado en el transporte o trasiego, o de alguna otra forma por la que se dejó de usar en la obra.

(j) Cuando la emulsión asfáltica se convierte de volumen a peso, debe usarse un factor de 1000 litros por tonelada métrica, sin importar la temperatura.

(k) Cuando el cemento asfáltico para pavimentos de concreto asfáltico es almacenado en tanques dedicados exclusivamente al proyecto, las cantidades base serán las consignadas en las facturas de compra de asfalto. Cuando este cemento asfáltico no es almacenado en tanques dedicados exclusivamente al proyecto, o cuando la validez de la cantidad requerida para pago está en duda, las cantidades base para el contenido de asfalto serán determinadas mediante ensayos de laboratorio.

(l) Metro Cuadrado (m<sup>2</sup>). Medida hecha en un plano paralelo a la superficie sujeta a medición.

### **110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje.**

Cuando se suministre o mida material que es pagado por peso, el Contratista debe suplir lo siguiente:

Sistema de pesaje comercial. Para los suministros de los proveedores, deben usarse balanzas comerciales certificadas, instaladas permanentemente en los lugares de despacho de los materiales.

(a) Facturas. Si material a granel es enviado por camión o ferrocarril, y no se procesa en una planta de mezclado del Contratista, éste debe suministrar la factura del proveedor con el peso neto, o el volumen convertido a peso. Se requerirá un chequeo periódico del peso.

(b) Sistema de pesaje del proyecto. Deben suministrarse, instalarse y mantenerse balanzas automáticas digitales aceptables. Deben proporcionarse balanzas que registren el peso (masa) por lo menos con una precisión de 50 kilogramos. Debe mantenerse la exactitud de la balanza dentro del 0,5 por ciento del peso correcto en todo el rango de uso.

No deben usarse balanzas de resorte.

Deben instalarse y mantenerse balanzas de plataforma el nivel de la plataforma nivelado con cabezas rígidas en cada extremo. La plataforma debe ser de longitud suficiente para permitir el pesaje simultáneo de todos los ejes cargados del vehículo de acarreo. Los vehículos de acople pueden ser pesados separadamente o juntos. Antes del inicio de la producción en el proyecto, después de una reubicación del equipo y por lo menos una vez por año, debe certificarse el sistema de pesado por la oficina nacional de pesos y medidas o por un organismo de calibración con competencia técnica para brindar este servicio. El sistema debe sellarse una vez calibrado para prevenir manipulaciones u otros ajustes después de la certificación.

Debe instalarse una impresora automática a la balanza en el momento de su programación, o equiparse de otra manera satisfactoria, para prevenir errores manuales en la información de los pesos consignados. Para las cantidades por peso a pagar, debe programarse la impresora a efecto de que proporcione en cada pesada la información siguiente:

- (1) Nombre del proyecto
- (2) Número del renglón de pago y descripción del mismo
- (3) Fecha
- (4) Hora
- (5) Número de comprobante
- (6) Número de la unidad de acarreo
- (7) Peso neto de la carga, con una precisión de por lo menos 50 kilogramos
- (8) Subtotal del peso neto para cada unidad de acarreo desde el inicio del turno
- (9) Peso neto total acumulado para todas las unidades de acarreo desde el inicio del turno

Si funciona mal o sale de operación la impresora de la balanza, el Contratista puede registrar manualmente las pesadas por un término de hasta 48 horas, asegurándose que el método de pesado cumple con todos los otros requisitos del Contrato.

Deben suministrarse operadores competentes para operar el sistema de pesaje.

Cuando se usan balanzas de plataforma, deben pesarse al azar unidades de acarreo vacías por lo menos dos veces por turno.

Debe utilizarse un formato aprobado para los registros del peso. Al final de cada turno debe suministrarse el registro original y una certificación escrita relativa a la exactitud de las pesadas.

El peso de una tanda de mezcla puede ser aceptable para la determinación de las cantidades a pagar cuando existe un sistema automático aprobado de pesado, mezclado y monitoreo, incluido como parte de la planta productora de mezcla.

Cuando se determina que un mecanismo de pesado indica una cantidad menor que el peso verdadero, no se hará ningún pago adicional por material previamente pesado y registrado. Cuando se determine que un dispositivo de pesaje indica un peso mayor al verdadero, todo el material recibido después del último peso correctamente medido conforme a un ensayo de exactitud, será reducido por el porcentaje de error cuando exceda el 0,5 por ciento.

#### **110.04 Procedimientos de recepción.**

Cuando el método de medición requiere pesada o medida del volumen en el vehículo de acarreo, debe suplirse una persona para dirigir la extensión y distribución del material y registrar la localización y colocación del material en el proyecto. Durante la colocación debe mantenerse un registro de cada entrega y documentarla en una manera aceptable. Debe incluirse la información siguiente como sea aplicable:

- a. Identificación del Proyecto
- b. Renglón de pago del Contrato y descripción
- c. Lugar donde fue colocado
- d. Fecha
- e. Número de la boleta
- f. Identificación del vehículo de acarreo
- g. Tiempo de llegada
- h. Peso o volumen
- i. Firma de la persona que recibe

Debe usarse un formato aprobado para el registro de la entrega (s). Debe suministrarse el registro original y una certificación escrita de las entregas del material al final de cada turno.



**110.05 Alcance del pago.**

El pago por todo el trabajo del Contrato es efectuado, directamente o indirectamente, mediante los renglones que se indican en el Cartel de la Licitación, como sigue:

(a) Pago Directo. Se realiza pago directamente dentro de un renglón de pago mostrado en el Cartel en los siguientes casos:

(1) Si la medición del trabajo se lleva a cabo de acuerdo con la subdivisión de medida de la sección mediante la cual se ordenó este trabajo y el cartel de la oferta contiene un renglón de pago para él en la sección correspondiente.

(2) Si la Subsección de medición de la Sección según la cual se ordenó el trabajo hace referencia a otra Sección para efectos de medir el trabajo, y el cartel contiene un renglón de pago para el trabajo de la sección referida.

(b) Pago Indirecto. El trabajo para el que no se prevé pago directo es una obligación subsidiaria del Contratista. La retribución por tal labor se incluye indirectamente bajo otros renglones de pago mostrados en el cartel. Esto incluye casos en que la sección mediante la cual se ordena el trabajo hace referencia a otra sección para su ejecución y éste no es señalado para pago en la subdivisión de medida en esta sección.

La compensación proporcionada por los artículos de pago incluidos en el Contrato corresponde al pago total para todo el trabajo por realizar según aquel, de una manera completa y aceptable. Todo riesgo, pérdida, daño o gasto que sobrevengan fuera de la naturaleza o ejecución del trabajo, está incluido en la compensación otorgada para los renglones de pago del Contrato.

El trabajo medido y pagado bajo un renglón de pago determinado no se pagará bajo ningún otro renglón.

Las cantidades incluidas en el cartel son aproximadas, a menos de que hayan sido designadas como una cantidad fija del Contrato. Las cantidades de pago están limitadas a las cantidades señaladas por estacas, ordenadas o por otro medio autorizado antes de la ejecución del trabajo. El pago será realizado para las cantidades reales del Contrato realizadas y aceptadas, o para el material suministrado de acuerdo con el Contrato. No se efectuará pago por trabajo llevado a cabo en exceso sobre el indicado por las estacas, o el ordenado o autorizado.

**110.06. Obras especiales u obras por administración.**

Cuando en un contrato aparezca el renglón de pago CR.110.06, para "Obras Especiales o por Administración", el contratista no debe considerar esa partida como una obligación de la Administración de ejecutarla parcial o totalmente.

Más bien debe entenderse que es una asignación presupuestaria de hasta el 5% del presupuesto de la obra para atender actividades imprevistas, dependiendo de la complejidad de la misma, debidamente justificadas mediante Órdenes de Servicio y aprobadas por la administración en todos los casos, y cumpliendo con las especificaciones de calidad vigentes. Las obras financiadas y ordenadas bajo esta Subsección no son objeto de reajustes y el contratista no debe considerar una ganancia devengada en el caso de que no se use del todo esta partida.

**110.06.01. Trabajos con cargo al Renglón de pago CR.110.06 "Trabajo a costo más porcentaje"**

Podrán ser ordenados y cancelados con cargo en el renglón de pago CR.110.06 "Trabajo a costo más porcentaje", todos aquellos trabajos de naturaleza imprevisible, que no tengan precios unitarios en el contrato, y

que se ajusten a la normativa vigente y a las directrices en vigor, emanadas por el Contratante con respecto a este renglón de pago.

Cuando se requiera la ejecución de este tipo de trabajos de naturaleza imprevisible, el Ingeniero de Proyecto solicitará una cotización de los trabajos requeridos al contratista. Dicha cotización debe ser proporcionarla por el Contratista dentro de los cinco días calendario posterior a la solicitud o del período que la Ingeniería de Proyecto haya determinado. El Ingeniero de Proyecto debe analizar la cotización, y contar con un soporte que constituya un análisis de racionalidad del precio; una vez conforme, se deberá proceder a elaborar la respectiva Orden de Servicio, que registrará una vez aprobada (con comunicado de aprobación), de acuerdo con el procedimiento establecido.

Para lo anterior, el Contratista debe proporcionar una cotización (en el formato estipulado en el cartel), con la estructura de precios que determine el precio unitario para el rubro pertinente de los trabajos de naturaleza imprevisible no contemplados en los renglones de pago del contrato. En todo caso la Ingeniería de Proyecto será responsable del precio que se determine.

Si la cotización del Contratista no es de aceptación para la Ingeniería de Proyecto, procede la demostración documental del costo real y efectivo de los trabajos a realizar, de forma tal que, el precio que prevalezca sea producto o resultado de estudios técnicos que así los justifiquen. Para ello se deberá demostrar mutuamente, a través de estimaciones de presupuestos de obra razonables, y así determinar cuál de los precios resulta el correcto y justo para las partes. De surgir divergencia en razón del precio propuesto por el Contratista y el precio de la Administración, lo que procede en estos casos es la demostración documental del costo real o efectivo de los trabajos a realizar, de forma tal que el precio que prevalezca sea producto o resultado de estudios técnicos que así los justifiquen. A mayor respaldo de lo procedente en estos casos, es que las partes se demuestren mutuamente -a través de estimaciones de presupuesto de obra razonables-, cuál de los dos precios resulta ser el correcto y justo para ellos.

Inicialmente y para cada línea el monto global del CR.110.06 estimado se calcula determinando el 5% de la integración de las cantidades del proyecto estimado al momento de realizar los inventarios de cada renglón de pago, multiplicadas por los precios unitarios del contrato (adjudicados) de cada renglón de pago i. Lo anterior según la siguiente fórmula:

$$M_{110.06\text{Estimado}} = \sum_{i=1}^n Pu_{Ai} \times Q_{Ei} \times 0,05$$

Donde:

$M_{110.06\text{Estimado}}$  = es el monto del renglón de pago CR.110.06 estimado.

$Pu_{Ai}$  = es el precio unitario adjudicado de contrato para cada renglón de pago

$Q_{Ei}$  = es la cantidad estimada de cada renglón de pago i

Para efectos de determinar el monto máximo del 110.06 requerido, que es el monto máximo que puede alcanzar este renglón de pago, se calcula determinando el 5 % de la integración de las cantidades del proyecto requerido al momento de realizar los inventarios de cada renglón de pago i, multiplicadas por los precios unitarios del contrato (adjudicados) de cada renglón de pago i. Lo anterior según la siguiente fórmula:

$$M_{110.06\text{Requerido}} = \sum_{i=1}^n Pu_{Ai} \times Q_{Ri} \times 0,05$$

Donde:

$M_{110.06\text{Requerido}}$  = es el monto del renglón de pago CR.110.06 requerido.

$Pu_{Ai}$  = es el precio unitario adjudicado de contrato para cada renglón de pago

$Q_{Ri}$  = es la cantidad requerida de cada renglón de pago i

Las obras por administración se harán de acuerdo con las provisiones siguientes:

(a) Mano de obra.

(1) Salarios. Por cada uno de los obreros y capataces empleados en operaciones específicas, el Contratista recibirá el pago correspondiente del salario, más los gastos de subsistencia y costos de viaje que se acuerden por escrito antes de comenzar la obra, por todo el tiempo que dichos obreros y capataces estén efectivamente ocupados en tal trabajo y requieren ser pagados específicamente para ese propósito. Las tarifas de salarios acordadas no serán superiores a las tarifas que se paguen por trabajos dentro de la obra.

(2) Costos de nómina. El Contratista recibirá compensación por todos los cargos sobre su nómina, primas por seguros y beneficios de empleo, generalmente aplicables a los empleados en proporción a los salarios pagados anteriormente. Cuando se establece un porcentaje fijo en las especificaciones especiales del Contrato, la cantidad de compensación será la resultante del porcentaje fijo y el costo real de los salarios que se paguen, excluyendo los beneficios marginales. Los beneficios marginales serán reembolsados por separado y en adición al porcentaje fijo. Cuando no se establece un porcentaje fijo en las especificaciones especiales del Contrato, la compensación será la cantidad real pagada por el Contratista por estas partidas.

(3) Compensación adicional. El Contratista también recibirá una compensación adicional equivalente al 15 por ciento de los salarios y costos de nómina estipulados anteriormente en (1) y (2).

(b) Materiales.

Por los materiales entregados y aceptados en la obra, el Contratista recibirá el costo efectivo de dichos materiales, incluyendo los gastos de transporte y excluyendo el alquiler de maquinaria según lo expuesto más adelante, a cuyo costo se añadirá un 15 por ciento.

(c) Equipo.

Por cualquier maquinaria o equipo especial (excepto herramientas pequeñas), cuyo uso haya sido autorizado, se pagarán al Contratista las tarifas de alquiler, gastos generales y ganancia que se hubiesen acordado por escrito antes de comenzar tal trabajo, excepto cuando las tarifas de alquiler de equipo estén establecidas en las disposiciones especiales del Contrato. Se efectuará el pago por el número real de horas que el equipo esté en operación en la obra, incluyendo costo de combustible y lubricantes.

Los gastos de transporte de equipo, hasta y desde el lugar de la obra, le serán pagados al Contratante sujetos a que, (1) el equipo sea obtenido del lugar más cercano aprobado, (2) los gastos por la devolución no sean mayores que los de la recepción, (3) las tarifas de acarreo no excedan las tarifas establecidas por transportadores autorizados, y (4) que tales gastos estén restringidos a las unidades de equipo que no se encuentren ya disponibles en o cerca del proyecto.

Cuando el equipo haya sido pedido para que permanezca en la obra en calidad de espera, se pagarán tarifas de medio tiempo por la espera durante las horas normales de trabajo, sin exceder 8 horas en un período de 24 horas.

Todo el equipo usado deberá encontrarse en buenas condiciones de funcionamiento. No se añadirá ningún porcentaje a las tarifas de equipo ni se pagará compensación adicional por reparaciones que el equipo pudiera requerir.

(d) Misceláneos.

No se hará ningún pago adicional por concepto de supervisión, uso de herramientas pequeñas u otros gastos para los cuales no se hubiese provisto una asignación específica.

(e) Subcontratación.

Como compensación de gastos administrativos relacionados con trabajos subcontratados aprobados, el Contratista recibirá un 5 por ciento del costo total de dichos trabajos, calculado como se establece anteriormente.

(f) Registros.

Cuando se ordene un trabajo con base en costo más porcentaje, el Contratista y el Contratante deberán comparar sus registros al final de cada día. Se harán copias de dichos registros en formularios adecuados proporcionados por el Contratante para este propósito, y serán firmadas por ambos, el Contratante y el representante

del Contratista, guardando cada parte su copia correspondiente.

(g) Informes.

No se hará ningún pago por concepto de trabajos realizados con base en costo más porcentaje mientras los registros firmados, exigidos, no hayan sido preparados en detalle como sigue:

- Nombre, clasificación, fecha, horas diarias, total de horas, tarifa y cálculo para cada obrero y supervisor.
- Designación, fechas, horas diarias, total de horas, tarifa de alquiler y cálculo, para cada unidad de maquinaria y equipo.
- Cantidades de materiales con sus precios y cálculos.
- Costo de transporte de materiales.
- Costo de impuestos sobre la mano de obra, primas por seguros y beneficios a los empleados, si no se ha señalado un porcentaje fijo en los requisitos especiales del Contrato.

Los informes deberán ser acompañados y justificados por facturas de todos los materiales usados y los costos de acarreo. Sin embargo, si los materiales usados con base en costo más porcentaje, no son adquiridos específicamente para dicho trabajo, sino tomados de las existencias del Contratista, en lugar de facturas el Contratista presentará una declaración jurada en que declare que dichos materiales fueron obtenidos de su almacén, que la cantidad declarada se usó efectivamente, y que el precio y flete reclamados representan su costo verdadero.

(h) Pago.

El pago por trabajo autorizado realizado de acuerdo con esta Subsección, será incluido en los pagos regulares en progreso. Las cantidades a ser pagadas se basarán en los registros diarios autorizados del trabajo realizado y en los informes del Contratista sobre costos, según se requiere en los puntos (f) y (g) arriba mencionados.

El pago adicional, basado en el porcentaje establecido en los puntos (a) y (b), constituirá la compensación total por todas las partidas de gastos no indicados específicamente.

Las obras financiadas y ordenadas, bajo el ítem CR.110.06 no son objeto de reajustes.

Todos los materiales y equipos adquiridos con cargo al renglón de pago CR.110.06 deben cumplir con los requisitos de calidad establecidos por el Contratante y están sujetos a la aplicación de cualquier otra metodología de pago cuando proceda, como la establecida en la Sección 107.05.

Este renglón de pago no debe ser utilizado para compensar las variaciones que se puedan presentar en las modificaciones de obra, así como para solventar problemas presentados en los renglones de pago existentes.

#### **110.07 Renglones de pago.**

Cuando por razones justificadas algún renglón de pago resulte innecesario para la debida terminación de la obra, el Contratante podrá eliminarlos mediante orden escrita. Tal acción no invalidará en ninguna forma el contrato vigente.

En este caso, las partidas individuales de pago eliminadas otorga el derecho al contratista de solicitar la compensación de los costos directos ocurridos antes de la fecha de su cancelación. Tal solicitud deberá hacerse con ajuste al procedimiento establecido en la normativa vigente en ese momento; aportando las pruebas suficientes y necesarias que justifiquen ese pago. La utilidad y los gastos generales de esos costos directos serán incluidos en la compensación, pero el pago no incluirá ninguna compensación por ganancias y gastos generales proyectados a futuro. Tampoco se harán ajustes en la duración del Contrato cuando esas partidas individuales sean eliminadas.

#### **110.08 Pagos de avance.**

Los pagos de avance se harán mensualmente, de acuerdo con las cláusulas correspondientes del contrato. Se podrán efectuar pagos más frecuentes cuando el Contratante determine que el valor del trabajo realizado es de suficiente magnitud como para justificar el cobro.

A menos que se especifique de otra forma en el contrato, los pagos por avance se girarán en su totalidad, sin ninguna retención, cuando el avance sea considerado satisfactorio y se pueda suponer razonablemente que el

trabajo se terminará dentro de la duración del contrato. Sin embargo, si el Contratista no cumple con puntualidad el programa de trabajo requerido y la entrega de certificados de seguros, certificaciones de subcontratos, nóminas e informes de mano de obra; u otros requisitos contractuales, el incumplimiento será justificación para retener los pagos por avance, total o parcialmente.

Podrán hacerse pagos parciales por materiales para ser incorporados en la obra, siempre que esos materiales cumplan los requisitos del contrato y sean entregados en el proyecto o en sus inmediaciones, o almacenados en lugares aceptables para el Contratante.

Estos pagos parciales no excederán el 85 por ciento del precio del contrato para cada partida, o la cantidad justificada con copias de facturas, notas de flete u otros documentos de apoyo requeridos por el Contratante, incluyendo una certificación de pago debidamente efectuada, en el lugar de la emisión de las facturas. La cantidad pagada no excederá la cantidad correspondiente estimada en el contrato.

La aprobación de pago parcial por materiales almacenados no constituirá una aceptación final de dichos materiales para su uso en la obra.

No se efectuará pago alguno por plantas vivientes o perecedoras hasta que hayan sido sembradas según se especifica en el contrato.

#### **110.09 Pago Final.**

Todas las estimaciones y pagos de avance previos estarán sujetos a ser corregidos en cualquier estimación subsiguiente, (incluyendo la estimación y pago finales).

El Contratante, luego de la aceptación final del proyecto y la verificación de los registros finales de pago, enviará al Contratista, los siguientes documentos debidamente certificados:

(a) Una estimación última de cantidades que autorice el pago final.

(b) Una declaración que establezca la exoneración por parte del Contratista de toda reclamación contra el Contratante que surja en virtud del Contrato.

El Contratista firmará ambos documentos y los devolverá al Contratante para que éste realice el pago final. La fecha de aprobación por parte del Contratante de la estimación final para pago, constituye la fecha final de liquidación del Contrato.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.110.06 Trabajo a costo más porcentaje</b>	Global (Gbl)

### **Sección 111.) DISPOSICIONES AMBIENTALES GENERALES**

#### **111.01 Aspectos Generales.**

La presente sección contiene disposiciones ambientales generales válidas para todo contrato de obra que celebre el Contratante, cualquiera que sea su naturaleza.

Para darle fortaleza administrativa a los requisitos y procedimientos generales por los cuales se determine la viabilidad (licencia) ambiental a las actividades, servicios, obras o proyectos nuevos, que por ley o reglamento se han determinado que pueden alterar o destruir elementos del ambiente o generar residuos, materiales tóxicos o peligrosos; así como las medidas de prevención, mitigación y compensación, que dependiendo de su impacto en el ambiente, tendrán que ser implementadas por el desarrollo de la obra o servicio.

Por su naturaleza y finalidad, el trámite de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) debe haberse completado y aprobado de previo al inicio de actividades del proyecto, obra, servicio o actividad.

El objetivo de las disposiciones ambientales generales es minimizar el impacto ambiental que las labores

propias de la construcción o conservación de las obras viales ocasionan a las condiciones del espacio físico, tanto natural como artificial, que circunda la obra. Con ello se evitan modificaciones innecesarias del medio, contaminación con residuos derivados de la construcción y otros efectos que atenten contra el ambiente.

Son aplicables al contrato todas las disposiciones que correspondan de la legislación nacional vigente y sus reglamentos. Estos cuerpos legales establecen una serie de exigencias para un determinado grupo de proyectos y sus actividades relacionadas. En este contexto, las presentes disposiciones ambientales generales regulan todas las obras viales, sin exclusión alguna, y conforman un cuerpo normativo específico complementario a la legislación ambiental existente y a sus reglamentos.

El Contratista, al margen de su propia responsabilidad legal y contractual, deberá acatar las instrucciones que imparta el Contratante con relación a la protección del medio ambiente, instrucciones que se efectuarán siempre por escrito y conforme a los términos y condiciones del contrato.

Al igual que el resto de las exigencias del proyecto, el cumplimiento de las disposiciones ambientales generales será controlado por el Contratante. Cuando se requieran autorizaciones de otros organismos técnicos, el Contratista deberá, antes de iniciar cualquier actividad, obtener dichas autorizaciones y presentarlas al Contratante.

Las obras que requieran de protección ambiental, según se indica en las presentes disposiciones ambientales generales, o en especificaciones ambientales especiales si las hubiere, sólo podrán iniciarse una vez satisfechas las acciones que el Contratante considere necesarias.

El costo en que el Contratista incurra para cumplir con las exigencias establecidas en las especificaciones ambientales, deberá incluirse en los gastos generales del contrato, salvo que en él se haya considerado en otra forma.

En caso de incumplimiento de cualquiera de estas disposiciones, el Contratante podrá ordenar su ejecución con cargo a las garantías del contrato, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones que correspondan.

Si persiste el incumplimiento de las Normas Ambientales, el Responsable Ambiental y el Contratante podrán ordenar la paralización temporal de las labores hasta tanto no se dé cumplimiento a ellas.

#### **111.02 Campamentos, plantas y manejo de materiales.**

El objetivo de las disposiciones ambientales generales es minimizar el impacto ambiental que las labores propias de la construcción o conservación de las obras viales ocasionan a las condiciones del espacio físico, tanto natural como artificial, cualquiera que sea su naturaleza.

##### **(a) Campamentos y áreas de trabajo**

La ubicación de las áreas destinadas a instalaciones necesarias en la obra, tales como campamentos, talleres, plantas de producción, oficinas, laboratorios u otros, deberá ser estudiada cuidadosamente por el Contratista con el objeto de quedar fuera de aquellos sectores más sensibles ambientalmente, para lo cual restringirá al mínimo la superficie de ocupación.

Antes de hacer uso de lugares para las instalaciones de faenas, el Contratista deberá presentar al Contratante, como mínimo:

- (1) Fotografías de las áreas de los emplazamientos antes de construir las instalaciones;
- (2) Planos de planta con la ubicación de las instalaciones proyectadas;
- (3) Planos complementarios en que se indique claramente dónde serán vertidos los desechos sólidos y líquidos, que resultan tanto del campamento como de las instalaciones a lo largo de todo el proyecto; y
- (4) Un informe técnico que contenga la siguiente información:
  - Características del medio en que se emplazarán las instalaciones: suelos, geomorfología, hidrología, tipo de vegetación si la hubiere (identificación de especies, valor de especies, cuantificación de especies) y sitios arqueológicos;
  - Valoración de la sensibilidad ambiental de dichas áreas;
  - Descripción de las instalaciones más importantes;

- Evaluación ambiental;
- Diseño de medidas de restauración mecánica y paisajística; y
- Definición del uso posterior que se dará al área, si corresponde.

El área de las instalaciones de obra y en general toda el área de la construcción, deberá conservarse en forma ordenada durante todo el transcurso de los trabajos. Para ello, deberá asegurarse la eliminación adecuada de desperdicios y basuras, a la vez que disponer de baños químicos, letrinas, fosas sépticas, pozos negros y otros elementos pertinentes.

Una vez terminados los trabajos de construcción, se deberá restituir rigurosamente el lugar a las condiciones previas a la iniciación de los trabajos. A lo menos se deberá:

- (1) Retirar absolutamente todo vestigio de ocupación del lugar, tal como chatarra, escombros, cercos, instalaciones eléctricas y sanitarias, estructuras, pavimentos, plataformas y otros;
- (2) Recuperar o restituir la cubierta vegetal autóctona en caso de que ésta hubiese sido alterada o retirada al instalar las obras temporales;
- (3) Rellenar los pozos que se hubieran excavado, de tal forma que no constituyan un foco de accidentes o un peligro para el ambiente;
- (4) Eliminar en su totalidad las rampas de carga y descarga, de cualquier naturaleza; y
- (5) Dejar en el lugar solamente los elementos que efectivamente signifiquen una mejora para el ambiente o presten utilidad práctica evidente, esto a criterio del Contratante.

(b) Plantas de producción de materiales

La ubicación e instalación de las plantas de mezcla asfáltica, hormigón, trituración, u otras similares, deberán responder a criterios ambientales, escogiéndose preferentemente lugares planos, desprovistos de cubierta vegetal y alejados lo más posible de áreas pobladas; no podrá ubicarse sobre mantos acuíferos, zonas de recarga, ni sitios donde el nivel freático sea muy superficial. Debe ubicarse lo suficientemente lejos de los cauces de los ríos de manera que un derrame no tenga posibilidades de llegar a ellos. Cuando se trate de obras en áreas urbanas o cercanas a éstas, deberá solicitarse a los organismos correspondientes la autorización respectiva para su ubicación.

Para la ubicación de la planta se deben tomar en cuenta los riesgos de deslizamientos, así como el riesgo sísmico.

Se deberá reducir al mínimo, durante el período de la construcción, la contaminación por ruido, residuos, gases, humo y partículas en suspensión y sedimentables, generados por las plantas de producción.

Para tal efecto, las emisiones se ceñirán a los límites establecidos por los organismos correspondientes y la legislación vigente.

El Contratista deberá especificar los métodos que usará para el control de emisiones atmosféricas y de ruido. Estos métodos deberán ser presentados al Contratante y aprobados por éste, antes de iniciar las labores.

Cuando se utiliza agua en el proceso se debe contar con una pila de sedimentación con dimensión suficiente para que trabaje eficientemente y se logre recuperar la mayor cantidad de sedimentos. Además se deben instalar trampas de aceite para retener cualquier contaminación de este tipo.

Se debe buscar una salida al agua utilizada. Esta puede ser hacia algún río o quebrada, siempre y cuando haya sido tratada previamente y no presente peligro de contaminación al sitio de descarga. No se permite el desagüe de agua caliente directamente a un cauce natural, debe dejarse enfriar primero.

Para el agua utilizada en labores propias del personal, se deben construir sistemas de tanques sépticos con su respectivo drenaje, para su tratamiento.

Todas las instalaciones deberán contar con dispositivos especialmente diseñados para evitar la

contaminación del ambiente, como por ejemplo, la producida por desechos sólidos, derrames de materias tóxicas o peligrosas, emisiones de gases, ruidos y partículas transportables por el viento.

Se debe contar con un plan de manejo de desechos, dentro del cual se deberá contemplar su cuantificación y procedencia, información básica para definir su recolección, acumulación y tratamiento.

Toda planta de mezcla asfáltica debe contar con un Plan de Mantenimiento Preventivo, establecido con base en los requerimientos del equipo según lo indique el fabricante, dentro de este plan se deben especificar los trabajos a realizar y su frecuencia.

En cada planta dedicada a la producción de mezcla asfáltica el Contratista, cuando se trate de contratos con el M.O.P.T., CONAVI ó C.N.C., debe nombrar a un Regente Ambiental acorde con lo solicitado al ser aprobado el Estudio de Impacto Ambiental correspondiente quien tendrá la responsabilidad de contribuir en el control del proceso de producción, particularmente en lo que se refiere a los elementos contaminantes mencionados.

En los casos de tanques de almacenamiento, sean estos de asfalto, diesel, aceite, productos combustibles, etc. se debe construir una barrera perimetral al tanque, que retenga cualquier tipo de derrame. Esta barrera debe tener capacidad, como mínimo, de contener 1,5 veces la capacidad del tanque. Se debe tomar en consideración la instalación de mecanismos de bombeo del material derramado y la posibilidad de un drenaje controlado de cualquier líquido que pueda almacenarse.

#### (c) Manejo y transporte de materiales peligrosos

El almacenamiento y transporte de materiales y elementos contaminantes, tóxicos o peligrosos, tales como explosivos, combustibles, lubricantes, asfaltos, aguas servidas no tratadas, desechos y basuras, deberán efectuarse respetando la normativa existente. Asimismo, deberán garantizarse las condiciones de seguridad necesarias y razonables para prever derrames, pérdidas y daños por lluvia o anegamientos, robos, incendios u otros.

En lo relativo a la manipulación de explosivos, el Contratista, se atenderá a lo dispuesto en las disposiciones de seguridad del proyecto y en las leyes y reglamentos que en esta materia rigen en el país.

### **111.03 Explotación de sitios de préstamos.**

#### (a) Disposiciones generales

La responsabilidad de la búsqueda, ubicación, explotación y abandono de los sitios de préstamos como fuente de materiales para la obra, será de entera y total responsabilidad del Contratista. La eventual información sobre préstamos que se entregue en los documentos de la licitación, es meramente informativa y no reviste ningún compromiso o responsabilidad del Contratante.

La explotación de áridos podrá generar efectos negativos ambientales de importancia, como pérdida de cobertura vegetal y suelo orgánico, erosión, alteraciones en el equilibrio erosión-sedimentación y quiebre paisajístico. Es deber del Contratista, restaurar las áreas dañadas por las labores de extracción, para lo cual deberá realizar todas las obras especiales que sean necesarias.

El Contratista sólo podrá hacer uso del material de préstamo que cuente con las autorizaciones pertinentes o de aquel cuyos volúmenes de extracción cumplan con lo establecido en el estudio de impacto ambiental (EslA). Si el Contratista desea usar un sitio de préstamo que cumpla con alguna de estas condiciones y no cuenta con el permiso respectivo, no podrá hacer uso de dicho sitio a menos que presente y sea aprobado el estudio de impacto ambiental.

La elección del o los sitios de préstamo que servirán a la construcción de la obra, deberá ser propuesta por el Contratista y aprobada por el Contratante, antes de que se inicien las labores de extracción.

Para cada sitio, el Contratista deberá presentar al Contratante lo siguiente:



- Plano de ubicación;
- Tipo de préstamo: fluvial, cantera, tajo;
- Distancia desde el inicio del proyecto;
- Volumen de la extracción: cálculo aproximado incluido el material de rechazo;
- Descripción del área por explotar y su entorno: suelo, geomorfología, hidrología, tipo de vegetación si la hubiere (identificación de especies, valor de especies, cuantificación de especies), sitios arqueológicos;
- Plano planimétrico y altimétrico del área en su estado previo a la explotación;
- Plano planimétrico y altimétrico de cómo se proyecta dejar el área después de explotada;
- Perfiles transversales, previos a la explotación, proyectados y, una vez finalizadas las obras, con los resultados de la extracción;
- Diseño de medidas de restauración mecánica y paisajística;
- Definición del uso posterior que se dará al área explotada, si corresponde;
- Permisos de explotación por las instituciones correspondientes, incluyendo el cambio de uso del suelo, si es el caso;
- Contrato con el propietario del sitio de préstamo; y
- Fotografías que comprendan toda el área de explotación: previa, durante y terminada la explotación.

El Contratista deberá realizar por su cuenta y a su propio cargo las negociaciones para adquirir los terrenos o derechos de las áreas por usar como préstamos. También serán de su cargo la adquisición de los derechos de explotación, la construcción de las instalaciones necesarias para adecuar las áreas a los propósitos señalados y, en general, la ejecución de todas las acciones y la obtención de las autorizaciones que se requieran para explotar préstamos, en conformidad con la legislación vigente y estas disposiciones ambientales generales. Una vez terminados los trabajos en un sitio de préstamo, se deberán retirar todos los escombros y basuras y desarmarse las instalaciones de trabajo y estructuras, hasta dejar el área completamente limpia y despejada. Los materiales de desecho deberán trasladarse a botaderos autorizados.

(b) En cauces naturales de agua

El uso de cauces naturales para extraer material árido, relleno integral u orgánico, deberá enmarcarse dentro de la normativa legal existente. El Contratista deberá solicitar previamente a las instituciones correspondientes los requisitos técnicos para la explotación de los cauces naturales y en un aforo histórico del volumen de agua según el radio hidráulico del cauce.

Para la extracción mecanizada de material fluvial, que considere la remoción de un volumen significativo con relación a las condiciones hidráulicas del escurrimiento del cauce, situación que será evaluada por el Contratante, el Contratista deberá presentar necesariamente un plan de extracción del material fluvial. Dicho plan deberá demostrar, mediante procedimientos de hidráulica fluvial aceptables, que la modalidad de extracción y el volumen son compatibles con el normal escurrimiento del cauce. El plan deberá basarse en el levantamiento topográfico del cauce y del área propuesta para la extracción y en un aforo histórico del volumen de agua según el radio hidráulico del cauce.

No deberán efectuarse excavaciones que profundicen sólo parcialmente un cauce y que dejen depresiones localizadas, o cualquier trabajo que, en alguna forma, pueda impedir, desviar o entorpecer el normal escurrimiento de las aguas. Tampoco deberán usarse sitios de préstamo en las cercanías de puentes, tomas de canales, riberas protegidas u otras estructuras que pudieran verse afectadas por las excavaciones, tanto desde el punto de vista de su estabilidad como de su operación, o debido a incrementos de la turbidez del agua. En lo posible, debe evitarse la introducción de maquinaria en las corrientes de agua para evitar la contaminación por aceites y otras sustancias contaminantes. La extracción no está permitida en una longitud de cauce de 100 m a ambos lados de los puentes para evitar daños a la estructura o aumentos en su vulnerabilidad. El acceso al sitio de

la extracción debe cerrarse al finalizar la obra. Cuando se explote material cercano a un puente, debe presentarse un estudio que demuestre que no se está alterando la estabilidad del puente ni de los rellenos de aproximación.

(c) En cortes de caminos

No se permitirá la extracción de materiales de los siguientes sitios, salvo que el Contratante lo apruebe expresamente por escrito:

(1) Ensanche de un corte del camino fuera de los límites definidos por el perfil tipo del proyecto; y

(2) Explotaciones existentes contiguas a la faja del camino, salvo que no haya otro préstamo alternativo, y que esta extracción genere una mejora definitiva del área (drenaje o paisaje) y que no origine un impacto visual significativo.

En cambio, se podrán utilizar como préstamos los vestigios remanentes de cerros originados en la apertura original de faja, y que generen un impacto visual significativo.

Será de cuenta y cargo del Contratista la adquisición de los terrenos adicionales que se requieran, así como el diseño y construcción de todas las obras derivadas que resulten necesarios para dejar el área perfectamente drenada y para evitar los riesgos de deslizamientos y erosión, mediante plantaciones, drenes, cunetas, escalonamiento del talud u otro tipo de tratamiento. Será también de cuenta del Contratista la instalación de cercas y otras obras de seguridad, una vez terminada la explotación, o la habilitación de miradores o barreras visuales entre otros, como parte del plan de mejoramiento ambiental, si ese fuera el caso.

(d) En áreas de préstamo

Cuando el Contratista desee abrir una zona de explotación cercana al camino en construcción o cercana a un camino ya existente, ésta deberá ubicarse a una distancia no inferior a 200 m del eje de la calzada, de tal modo que no pueda ser vista desde el camino, y a una distancia no inferior a 500 m del eje de la calzada, si corresponde a zonas de relieve muy plano, donde no se pueda evitar su visión.

No se aceptará, sin autorización, la explotación de préstamos en áreas especialmente sensibles, tales como suelos agrícolas, bosques y áreas con vegetación autóctona. En estos casos, el Contratista deberá presentar al Contratante, la clasificación del tipo de suelo por explotar junto con la autorización del organismo respectivo.

Será de responsabilidad y cargo del Contratista diseñar y construir todas las obras que permitan, una vez terminados los trabajos de explotación, que el lugar quede con adecuadas condiciones estéticas y de drenaje, de tal modo que no se generen zonas indeseables de aguas estancadas y se evite el riesgo de deslizamiento y erosión de los taludes de la explotación. Asimismo, será de cuenta del Contratista la instalación de obras de seguridad, de modo que las explotaciones no representen peligro para personas y animales.

Al finalizar la obra, no deben dejarse en condición precaria viviendas o terrenos que podrían causar erosión y obstruir el paso de corrientes de agua, todo esto a criterio del Contratante.

El Contratista debe remover suelo fértil antes de comenzar la extracción y reemplazarlo después de finalizar la obra para facilitar la regeneración natural del área o su uso posterior para cultivos.

El dueño del terreno debe recibir compensación justa por el uso de su propiedad y debe garantizarse el derecho a que el terreno quede en las condiciones que él desea al finalizar el trabajo.

#### **111.04 Botaderos.**

Como lugares de botaderos, el Contratista deberá escoger, bajo su exclusiva responsabilidad, áreas fuera de la vista de los usuarios, a una distancia no inferior a 200 m del eje del camino y preferentemente con mínimo valor edafológico, donde no se altere en forma significativa la fisonomía original del terreno y no se

interrumpan o contaminen los cursos de aguas superficiales o subterráneos (Debe encontrarse lejos de fuentes de agua, a 30 m mínimo de sus orillas). También se deberán considerar las condiciones geológicas (no ubicarlo en zonas de falla), las áreas protegidas aledañas y la posibilidad de acceso.

Los botaderos ubicados en propiedades particulares, deberán contar con una autorización previa y expresa por escrito del propietario, la cual deberá ser presentada al Contratante.

Podrán usarse para estos efectos depresiones naturales o artificiales, que se rellenarán en capas de manera ordenada, sin sobrepasar los niveles de los terrenos circundantes y permitiendo el drenaje en forma adecuada.

Al escoger el lugar de botadero, el Contratista deberá procurar que en el sitio no existan procesos evidentes de arrastre por aguas de lluvias y erosión, de tal modo que no se exponga el material depositado a procesos naturales de lixiviación, que puedan afectar cuerpos de agua próximos al lugar.

Para la disposición de los desechos químicos éstos deberán ser previamente envasados en depósitos adecuados a las características propias de cada tipo de sustancia, y enterrados a profundidades y en terrenos adecuados, según lo señale el ordenamiento jurídico vigente.

Los materiales estériles, tales como piedras de gran tamaño y escombros deberán ser recubiertos con suelos orgánicos provenientes de los escarpes, con otra vegetación de crecimiento natural en la zona, tales que permitan superficies razonablemente parejas para favorecer el desarrollo de la vegetación. Este recubrimiento deberá tener un espesor mínimo de 20 cm.

Todos los botaderos que use el Contratista deberán contar con la aprobación del Contratante, y cumplir con los requerimientos exigidos por las entidades competentes. El lugar del botadero será escogido por el Contratista y para su aprobación se presentará al Contratante la siguiente información:

- Plano de ubicación;
- Tipo de materiales a depositar;
- Volumen del depósito;
- Descripción del área por rellenar y su entorno: suelos, geomorfología, hidrología, tipo de vegetación si la hubiere (identificación de especies, valor de especies, cuantificación de especies), sitios arqueológicos;
- Plano planimétrico y altimétrico del área en el estado previo y después del depósito proyectado;
- Pendiente y longitud de las paredes terminadas del depósito;
- Procedimientos de depósito de los materiales;
- Medios de control de erosión hídrica y eólica, derrumbes y deslizamientos;
- Diseño de medidas de restauración mecánicas y paisajísticas;
- Definición del uso posterior del área afectada;
- Copia del convenio de autorización para la instalación de los botaderos, detallando las condiciones exigidas por el propietario; y
- Fotografías del área total: previo, durante y finalizado el relleno.

Una vez elegido y aprobado el sitio a utilizar como botadero, su manejo debe minimizar los siguientes impactos:

- Emisión de partículas
- Destrucción innecesaria de la vegetación existente
- Compactación del suelo existente
- Generación de procesos erosivos y de sedimentación
- Afectación de infraestructura existente
- Alteración del paisaje

- Alteración del medio ambiente circundante
- Contaminación de aguas, suelo y aire
- No afectar centros poblacionales
- No afectar humedales ni áreas de alta productividad agrícola
- No afectar áreas protegidas por leyes

Una vez finalizada la utilización del botadero, se debe constatar que el terreno no presente problemas de estabilidad y de drenajes. De ser necesario, se debe construir contracunetas que busquen las corrientes naturales más cercanas. La superficie debe contar con una pendiente tal que permita el drenaje de las aguas evitando la infiltración, pero que a su vez, asegure que no va a ser erosionada. Se deben densificar las últimas dos capas para evitar la infiltración, esta densificación puede obtenerse dándole más pasadas de tractor y se puede utilizar el material de la capa vegetal que se eliminó al inicio de las operaciones del botadero a fin de cubrir el material depositado en el botadero.

#### **111.05 Precauciones durante los trabajos.**

##### **(a) Protección de la Flora y Fauna**

Cuando los trabajos se realicen en zonas donde exista peligro potencial de incendio de la vegetación circundante, y en especial cuando las labores estén dentro o cerca de áreas protegidas, áreas ambientalmente sensibles, o bien, cerca de plantaciones naturales o artificiales importantes, el Contratista deberá tener un permanente cuidado y vigilancia, evitando el encendido de fogatas u otra acción que pudiera originar un incendio.

Asimismo, si se descubrieran durante la construcción áreas o ecosistemas biológicos (flora, fauna) sensibles, que estén expuestos a sufrir una modificación directa por las actividades de la obra, se suspenderán de inmediato y temporalmente los trabajos, dando cuenta del hecho al Contratante.

Todas las áreas destinadas a la construcción de las obras y las áreas restrictivas que señalen las bases, deberán quedar claramente identificadas y delimitadas en un plano, de tal forma que todo el personal que labora en las labores de construcción, cuente desde el inicio de las obras con instrucciones precisas de las restricciones que presenta cada área. Esta información deberá estar en un lugar visible dentro del campamento.

El Contratista deberá adoptar todas las medidas necesarias para evitar que sus empleados efectúen actividades invasivas sobre la vegetación de especies nativas, caza u otros. También deberá dotar todos sus equipos e instalaciones con elementos adecuados para asegurar que se minimice la probabilidad de propagación del fuego.

- En particular se deberá evitar:
  - Colocar clavos, cuerdas, cables, cadenas u otros elementos similares en los árboles y arbustos;
  - Encender fuego cerca de árboles y arbustos;
  - Manipular combustibles, aceites y productos químicos en zonas de vegetación;
  - Apilar materiales contra los troncos de los árboles;
  - Almacenar materiales en zonas de vegetación o estacionar maquinaria fuera de los lugares previstos;
  - Cortar ramas y raíces importantes si no se cubren los cortes con material adecuado;
  - Enterrar la base del tronco de árboles;
  - Dejar raíces sin cubrir y sin protección en las zanjas y destronques; y
  - Realizar revestimientos impermeables en zona de raíces.

En aquellos entornos donde se hubiera señalado o detectado la presencia de fauna de valor ecológico, se valorará la necesidad de realizar talas y desbroces según la época del año a fin de disminuir la pérdida de animales y no interferir con épocas de reproducción y crianza, para permitir la recuperación de las poblaciones animales en plazos más cortos.

En el caso de que se produzca un accidente que cause herida y/o muerte de ejemplares importantes de la fauna local, se tomarán las siguientes acciones:

- En el caso de que el ejemplar sólo quede herido, se correrá con los gastos de rehabilitación del animal.
- En caso de muerte del ejemplar, se estará obligado a informar sobre la forma en que ocurrió el suceso, además de proceder a tomar medidas para evitar se repita el accidente.

Por ejemplares importantes de la fauna se entienden todas aquellas especies que son básicas para que cumplan papeles fundamentales en el desarrollo y reproducción del ecosistema; aquellas que están en vías de extinción, las endémicas y los grandes mamíferos y aves.

Se entiende por rehabilitación el proceso que culmina con la instalación del ejemplar en su nicho ecológico original, con sus plenas facultades para la supervivencia.

El desbroce del terreno se ejecutará previamente a la extracción de la tierra vegetal y en toda la zona comprendida en la faja del camino.

Se debe evitar la corta, destrucción o daño de cualquier ejemplar de especie arbórea o arbustiva que se determine deba ser preservado o protegido, atendidas sus características o estado de conservación.

El Contratista señalará los árboles y zonas arbustivas existentes dentro de la faja del camino que no vayan a interferir manifiestamente con el buen desarrollo de los trabajos ni con la visibilidad de los usuarios del camino. Estos árboles y masas arbustivas deberán conservarse y someterse a trabajos de limpieza y poda (raleo), apropiados a cada caso.

#### (b) Uso y resguardo de cursos de agua

El uso de agua requerida para las diversas faenas de construcción, que sea obtenida de fuentes naturales, deberá ser autorizado por las dependencias correspondientes y el Contratante.

Para usar los recursos de agua existentes en el área del proyecto, el Contratista deberá presentar al Contratante una gestión de aprovechamiento de agua que muestre la autorización para usar dichos recursos. Para ello deberá proceder de la siguiente forma:

(1) Realizar las averiguaciones en la oficina correspondiente, respecto al estado legal de los recursos hídricos, vale decir, si los derechos de aprovechamiento de las aguas que pretende usar el Contratista están legalizados o no. Si así fuera, el Contratista deberá solicitar autorización al dueño de dichos recursos, estableciendo con éste un Contrato o convenio de uso.

(2) Si los recursos que considera el Contratista no estuviesen legalizados, deberá elevar la solicitud de derechos de aprovechamiento a la oficina administrativa correspondiente, quien definirá el caudal disponible para ser usado.

El costo de uso de los recursos de agua estará incluido en los gastos generales del Contrato.

En casos de canales y acequias del sistema de riego que fueron intervenidos al interior del derecho de vía, deben realizarse todas las obras necesarias a fin de garantizar el suministro normal de agua, en cantidad y calidad originales.

La calidad de las aguas, tanto superficiales como subterráneas, puede ser afectada por derrames de aceite, grasa combustible, asfalto u otras causas. No se permitirá bajo ninguna circunstancia que estos residuos tóxicos o cualquier otro elemento contaminante sea vertido en captaciones de ríos, canales, esteros o embalses, como tampoco en las proximidades de ellos. Asimismo, deberá evitarse el lavado o enjuague de equipos que puedan producir escurrimiento o derrames de contaminantes cerca de los cursos de agua (por ejemplo, hormigoneras o tanques distribuidores de asfalto). Si por circunstancias particulares se hace necesario el trasiago de algún tipo de combustible o materia contaminante, se debe evitar el derrame o contacto de éstos con el suelo natural, cubriendo

el área con materiales absorbentes como aserrín, arena o tierra suelta, de modo que se pueda retirar por completo el material contaminado para que sea depositado en un botadero apropiado, aprobado por el Profesional Ambiental o el Contratante.

(c) Recuperación de la vegetación

Cuando se produzca un daño que afecte a una cubierta vegetal importante en zonas de préstamos, botaderos e instalaciones de trabajo, no contemplado en las obras contratadas, será de cuenta y cargo del Contratista la recuperación de la cubierta vegetal, creando las condiciones óptimas que posibiliten en corto plazo la plantación de especies herbáceas y en el largo plazo, la recuperación de la vegetación nativa inicial.

La vegetación que sea alterada según lo señalado en el párrafo anterior, será reemplazada con especies nativas, propias de la zona. En este caso la tasa de replantación será de dos a una, es decir, que por cada árbol o arbusto que se retire se plantarán dos, a los cuales se les darán los cuidados necesarios para entregarlos al finalizar la obra en condiciones aceptables de supervivencia. El lugar adonde se destine cada especie y su tipo deberá ser aprobado por el Contratante.

Cuando el proyecto lo contemple, la vegetación que se use para el recubrimiento vegetal en taludes de cortes y terraplenes deberá ser de rápido crecimiento y regeneración, para así minimizar los efectos indirectos de los procesos de erosión incipientes.

Cuando el proyecto contemple la plantación de especies arbóreas, aquellas que puedan alcanzar gran tamaño serán plantadas a distancias tales que su posible caída no represente un peligro para el tránsito o alguna instalación futura.

No deberán plantarse árboles en áreas con permanente humedad.

Con previa autorización del Contratante, los taludes de los terraplenes terminados podrán ser cubiertos con material de escarpe y suelos vegetales extraídos de la obra, con el fin de crear condiciones óptimas para el surgimiento espontáneo de vegetación. En dicho caso, los materiales deberán ser acopiados en forma separada hasta ser usados.

(1) Restos históricos o arqueológicos

Si durante el transcurso de las operaciones de construcción se descubrieran restos de civilización histórica o arqueológica, el Contratista deberá suspender de inmediato y temporalmente los trabajos en dicha área, y dar cuenta del hecho al Contratante, para que ésta informe a las autoridades competentes.

Debe tenerse en cuenta que si en la zona de influencia del proyecto se encuentran monumentos históricos, públicos, arqueológicos o zonas típicas, deberá evitarse la circulación con carga por los lugares adyacentes a éstos. En caso de que éstos se encuentren inmediatamente adyacentes al lugar de las obras, deberán ser debidamente protegidos y señalados con el objeto de evitar cualquier daño.

(2) Transporte durante las obras y movimiento de maquinarias

Durante la fase de construcción, y especialmente con motivo de los movimientos de tierra que haya que ejecutar para cumplir las condiciones de diseño del proyecto, ya sea durante las etapas de extracción, carga, transporte o de colocación de materiales, se deberá evitar que estas faenas produzcan contaminación atmosférica por acción de las partículas de polvo, debiendo el Contratista tomar todas las precauciones necesarias para evitar tal efecto (por ejemplo, regar el área afectada o colocar revestimientos asfálticos).

El Contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias para evitar el derrame de material durante el transporte, como por ejemplo, contar con lonas de recubrimiento, envases herméticos u otros. El Contratante podrá ordenar el retiro de los camiones que no cumplan con esta disposición.

Los trabajos de transporte de materiales para la obra, sean o no producidos por el Contratista, deberán programarse y adecuarse de manera de evitar todo daño a caminos públicos y servicios de utilidad pública.

Cuando para realizar el transporte se deban usar sectores de calles o caminos públicos, el Contratista deberá procurar medios para asegurar que los vehículos no excedan los pesos por eje máximos autorizados.

En caso de tener que usar alguna estructura en estado precario de estabilidad, el Contratante podrá exigir al Contratista la colocación de balanzas, que permitan verificar el tonelaje total o por eje que se esté transportando. El Contratante ordenará retirar de los trabajos cualquier vehículo que reincida en transportar más peso que el legalmente autorizado, ello sin perjuicio de que el Contratista responda por los daños que fueran causados por ese vehículo.

El Contratista deberá evitar la compactación de suelos debido al tránsito innecesario de maquinaria, sobre todo en aquellas áreas que no formen parte de la infraestructura básica de la obra vial. Para tal efecto, los cuidados deberán apuntar a reducir al mínimo estas superficies y en lo posible seleccionar para el caso de acopios de materiales, las áreas con menor valor edafológico. Una vez terminadas las faenas, estas áreas deberán recuperarse mediante descompactación, despeje de escombros y reforestación.

El Contratante podrá ordenar por cuenta y cargo del Contratista la recuperación de las áreas que hayan sido innecesariamente transitadas.

La señalización de los trabajos deberá regirse por lo dispuesto en las disposiciones de seguridad.

Se deberá hacer un mantenimiento estricto y periódico de toda la maquinaria que sea usada en la construcción. Los residuos, producto de este mantenimiento deberán ser envasados en recipientes adecuados a las características propias de cada tipo de sustancia y, dispuestos según lo señalado en la Subsección 111.04 de estas especificaciones.

#### (3) Caminos de desvío

Sólo se podrá desviar el tránsito usual del camino hacia rutas alternativas cuando haya sido estipulado previamente en el proyecto, o bien, cuando el Contratante lo autorice. Los desvíos deberán ajustarse a los requisitos señalados en la sección que corresponde a disposiciones de seguridad.

### **111.06 Precauciones durante la suspensión temporal de los trabajos.**

Previo a la suspensión temporal de los trabajos por períodos prolongados, el Contratista deberá agotar las medidas conducentes a evitar que la erosión afecte la obra y sus áreas marginales durante el período de interrupción, así como las áreas circundantes del proyecto. Cuidará en especial el dejar todos los rellenos bien compactados y en condiciones adecuadas para facilitar el escurrimiento de las aguas con un mínimo de erosión. En trabajos localizados en suelos muy erosionables y con intensas precipitaciones, deberá tomar medidas temporales para controlar la erosión y la sedimentación, tales como la construcción de descargas, cunetas y fosos, formación de pretilles de tierra, construcción de pequeños tanques de sedimentación y otros que el Contratante estime necesarios. Salvo que taxativamente se indique en el proyecto de otro modo, las obras temporales para el control de la erosión y la sedimentación serán de cargo exclusivo del Contratista y su costo deberá estar incluido en los gastos generales del Contrato.

### **111.07 Protección de la propiedad y servicios.**

El Contratista será responsable de la conservación de toda la propiedad pública o privada que pudiera verse afectada por la construcción, por lo que deberá tomar precauciones para evitar daños innecesarios, tanto en las áreas de emplazamiento de las obras, como en las zonas marginales.

Si por efecto de la construcción se causan daños o perjuicios, directos o indirectos a terceros debido a acción, omisión, descuido o mal manejo en la ejecución de las obras, el Contratista deberá, por cuenta propia, reponer o restaurar el daño para obtener una condición similar a la existente previamente, o deberá indemnizar al propietario por el perjuicio causado.

Una situación similar a la señalada para la propiedad se aplicará, también, al caso de los servicios. En efecto, el Contratista será responsable de cualquier deterioro que se produzca en los servicios existentes, tales como tuberías de agua potable, alcantarillado, desagüe, gas, líneas de teléfonos, electricidad, cables de fibra óptica u otros, como consecuencia de las actividades constructivas desarrolladas. Todos los servicios que se encuentran

dentro de los límites de las obras por ejecutar deberán ser buscados, señalizados, afianzados, apuntalados, apoyados o protegidos de manera adecuada, y a satisfacción del propietario o autoridad de quien dependan, con el fin de evitar perjuicios. Cualquier daño ocasionado a los servicios existentes deberá ser subsanado por el Contratista sin cargo adicional para el Contrato.

Especial importancia se deberá asignar a la protección y cuidado, durante la construcción, de conductos mayores tales como: acueductos, emisarios de alcantarillado, gasoductos, oleoductos u otros. Para estos efectos, el Contratista deberá informarse detalladamente de su ubicación y estado con el objeto de evitar daños o accidentes.

#### ***111.08 Acabado, aseo y presentación final de la obra.***

Una vez concluidas las operaciones de construcción, toda el área comprendida dentro del derecho de vía deberá terminarse y limpiarse de manera que presente un aspecto ordenado y limpio.

Para los efectos señalados, se deberán retirar todos los escombros, chatarra, acopios y restos de materiales, instalaciones auxiliares y todo objeto que no haya quedado incorporado a la obra.

Los taludes de cortes y terraplenes deberán ser conformados y terminados de acuerdo con los perfiles indicados en el proyecto. Las contracunetas, canales y cunetas, dentro de la faja del camino, deberán despejarse de escombros, derrumbes y obstrucciones. Se limpiarán todas las alcantarillas y demás obras de drenaje. Se verificará que toda la señalización y defensas camineras se encuentren en buen estado, limpias y en posición adecuada.

Se retirará toda la señalización provisoria de faenas que hubiere sido colocada durante la construcción

En caminos pavimentados, las áreas revestidas deberán quedar completamente libres de materiales extraños, suciedad o polvo.

Todos los materiales desechados que resulten de las operaciones descritas anteriormente deberán trasladarse a escombreras autorizadas, donde se dispondrán de acuerdo con lo señalado en la Sección 111.04.

Asimismo, los sitios de empréstito y botaderos usados por el Contratista deberán quedar ordenados, limpios y en conformidad con las disposiciones de esta Sección.

En caso de incumplimiento de estas disposiciones, el Contratante ordenará la ejecución de los trabajos necesarios, los que serán pagados con cargo a las garantías del Contrato.



# Requisitos del Proyecto

# División 150

## **Sección 151.) MOVILIZACIÓN**

### *151.01 Descripción.*

Esta Sección incluye la movilización de personal, equipo, materiales y otros elementos al sitio del proyecto y la ejecución de todas las acciones necesarias antes de comenzar los trabajos en el sitio de la obra. La movilización incluye la obtención de permisos, seguros y garantías.

### *151.02 Medición.*

Cuando así se indique en el cartel, la movilización se mide como una suma global.

### *151.03 Pago.*

La cantidad global aceptada será pagada al precio de contrato desglosado en los renglones de pago señalados más adelante, cuando así se indique en el cartel. En caso contrario, el Contratista debe asumir el costo de esta actividad como subsidiario de los demás renglones de pago. El pago será la compensación total para los trabajos incluidos en esta Sección. Como referencia remítase a la Subsección 110.05 de estas Especificaciones.

La suma global por movilización será pagada de la siguiente manera:

-El 50 % de esa suma global, que no exceda el 5 % del monto total del contrato, será pagado una vez que se haya completado el 5 % del monto total del contrato, sin incluir la movilización en dicho monto.

-La porción remanente de la suma global y hasta el 10 % del monto total del contrato, será pagada una vez que se haya completado el 10 % del monto total del contrato, sin incluir la movilización.

-Cualquier porción de la suma global en exceso sobre el 10 % del monto total del contrato será pagada después de la aceptación final.

El pago será hecho bajo:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.151.01 Movilización	Suma global (gbl)

## Sección 152.) TOPOGRAFIA PARA LA CONSTRUCCIÓN

### 152.01 Descripción.

Este apartado incluye el suministro del personal calificado, equipo y material necesarios para la ejecución de la topografía, colocación de estacas, cálculo y registro de los datos para el control del trabajo.

El personal, equipo y material deberán conformarse a las siguientes condiciones:

-Personal. Deberán usarse cuadrillas de topografía técnicamente calificadas, capaces de realizar el trabajo en el tiempo previsto y con la debida precisión. Mientras esté en ejecución la labor de topografía, deberá mantenerse en el proyecto un supervisor de cuadrillas debidamente calificadas.

-Equipo. Deberán usarse instrumentos y equipo de soporte aptos para alcanzar las tolerancias especificadas.

-Material. Deberán proporcionarse herramientas, suministros y estacas del tipo y calidad normalmente usados en trabajos de topografía y apropiados para el uso específico propuesto. Las estacas deberán ser de suficiente longitud para obtener un empotramiento firme en el terreno, con suficiente largo sobre la superficie para efectuar las anotaciones necesarias de manera legible.

### 152.02 Requerimientos para la construcción.

El Contratante fijará las líneas de referencia iniciales, establecerá los puntos de control horizontal y vertical y suministrará los datos necesarios para obtener un control adecuado del trabajo. Se entregará toda la información relativa a las alineaciones horizontal y vertical, los puntos teóricos de las estacas de talud, así como cualquier otro detalle del diseño que sea de necesidad para el Contratista.

Antes del inicio de la construcción, el Contratista deberá informar al Contratante sobre cualquier línea, punto de control o estacas que se hayan perdido. El Contratante restablecerá todos esos elementos antes del inicio.

Deben llevarse a cabo los cálculos adicionales necesarios para el mejor uso de los datos suministrados por el Contratante. En el caso de que se encuentren errores aparentes en el estacado inicial o en la información suministrada, debe notificarse esos hechos de manera inmediata al Contratante.

Deben preservarse todos los puntos de control y de referencia iniciales. Luego del inicio de la construcción, el Contratista por su cuenta debe reemplazar todas las referencias iniciales, o puntos de control necesarios para el trabajo, que hubieran sido destruidos o perturbados.

-Antes de iniciar la topografía, debe discutirse y coordinarse con el Contratante lo siguiente:

-Métodos topográficos y de estacado.

-Anotaciones que se inscribirán en las estacas.

-Control de la gradiente en las diferentes capas de materiales.

-Puntos de referencia.

-Control de estructuras existentes.

-Cualesquiera otros procedimientos y controles necesarios para el trabajo.

La topografía y los controles que se establezcan deberán estar dentro de las tolerancias mostradas en la Tabla 152-1.

Las anotaciones de campo deberán realizarse en el formulario aprobado por el Contratante. Las

anotaciones topográficas de campo deben remitirse a la oficina del proyecto al menos una vez a la semana. Asimismo, deben elaborarse los datos necesarios para fundamentar las cantidades de pago. Todas las anotaciones de campo y la documentación de soporte son propiedad del Contratante hasta la conclusión del proyecto.

El trabajo no se podrá iniciar hasta que el estacado haya sido aceptado por el Contratante. La topografía de la construcción y el trabajo de estacado deben ser revisados aleatoriamente para efectos de precisión y las porciones inaceptables del trabajo deben ser rechazadas. El trabajo de topografía rechazado debe ser rehecho dentro de las tolerancias especificadas en la Tabla 152-1 que se muestra más adelante.

La aceptación de las estacas de construcción no releva al Contratista de la responsabilidad de corregir los errores descubiertos durante el trabajo y de cubrir todos los costos adicionales asociados con el error.

Deben removerse y eliminar todas las marcas, cavidades, estacas y cualquier otro material de estacado, inmediatamente después de la conclusión del proyecto y antes de su recepción, con excepción de los monumentos permanentes y mojones.

### **152.03 Requerimientos de la topografía.**

(a) Puntos de Control. El Contratista debe relocalizar los puntos de control iniciales, tanto horizontales como verticales, que estén en conflicto con la construcción, trasladándolos a áreas que no serán perturbadas por las operaciones de construcción. El Contratante debe suministrarle las coordenadas y las elevaciones de los puntos que serán relocalizados, antes de que los puntos iniciales sean eliminados.

(b) Secciones transversales. Las secciones transversales deben ser tomadas normalmente en la línea de centro. El espaciamiento de las secciones transversales en la línea de centro no debe exceder 20 metros. Deben tomarse secciones transversales adicionales en los quiebres topográficos y en los cambios de la sección típica. Para cada sección transversal deben medirse y registrarse todos los quiebres topográficos, al menos cada 5 metros. Deben medirse y registrarse puntos al menos en las pendientes anticipadas y puntos de referencia. Todas las distancias entre las secciones transversales deben reducirse a distancias horizontales de la línea de centro.

(c) Estacas de talud y referencias. Las estacas de talud y las de referencia deben colocarse a ambos lados de la línea de centro, en las mismas ubicaciones de las secciones transversales. Las estacas de talud deben colocarse como el punto real de intersección de la gradiente de diseño de la carretera con la línea del terreno natural. Las referencias de las estacas de talud deben ubicarse fuera de los límites de limpieza del terreno. Toda la información de los puntos de referencia y de las estacas de talud debe anotarse en las estacas de referencia. Cuando se suministren puntos de referencia iniciales, las estacas de talud deben ser establecidas con base en esos puntos, con la respectiva verificación de la ubicación de las éstas respecto a medidas de campo. El Contratista debe reponer las estacas de talud de cualquier sección que no estén acordes con las tolerancias establecidas en la Tabla 152-1. Deben tomarse los datos de las secciones transversales de la vía entre la línea de centro y la nueva estaca de talud. Deben establecerse referencias adicionales aún en el caso de que se hayan dado puntos de referencia iniciales.

(d) Límites de la limpieza, chápea y destronque. Los límites de limpieza, chápea y destronque deben señalarse a ambos lados de la línea de centro, en las ubicaciones de las secciones transversales de la vía.

(e) Remarcación de la línea de centro. La línea de centro debe marcarse con instrumento desde los puntos de control. El espaciamiento entre los puntos de la línea de centro no debe de exceder 20 metros. La línea de centro debe ser restablecida tantas veces como sea necesario para la construcción de la obra.

(f) Estacas de acabado. Las estacas de acabado deben colocarse de conformidad con las elevaciones

de la gradiente y el alineamiento horizontal, en la línea de centro y en cada espaldón de la carretera, en los mismos sitios en que fueron tomadas las secciones transversales. Estas estacas deben señalar el nivel superior de la subrasante y el de cada una de las capas de agregados.

Cuando se construyan áreas de giro, las estacas se colocarán en la línea de centro, sobre cada uno de los espaldones normales de la vía, y en el espaldón del área de giro. En áreas de parqueo, las estacas deben colocarse en el centro y a lo largo de los bordes del área. Deben colocarse estacas en todas las cunetas que serán revestidas.

El espaciamiento máximo entre estacas en cualquier dirección es de 20 metros. Deben usarse estacas de referencia para cada una de las estacas de trabajo. Las estacas de acabado deben restablecerse tantas veces como sea necesario durante la construcción de la subrasante y de cada una de las capas de agregado.

(g) Estructuras de drenaje. Deben colocarse estacas en las estructuras de drenaje para que se ajusten a las condiciones del campo.

Si la ubicación de las estructuras difiere de los planos se efectuará lo siguiente:

- Levantar y anotar el perfil del terreno a lo largo de la línea de centro de la estructura.
- Establecer la pendiente en los puntos de entrada y salida de la estructura.
- Fijar los puntos de referencia y anotar la información necesaria para determinar el largo de la estructura y las obras que deben ejecutarse al final de ésta.
- Estacar las zanjas o gradientes necesarias para hacer funcional la estructura.
- Trazar el perfil a lo largo de la línea de centro de la estructura para mostrar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la vía y la estructura misma.
- Someter el plano con el diseño de campo de la sección transversal de la estructura a la aprobación del Contratante de la longitud y alineamiento finales.

(h) Puentes. Deben establecerse puntos de control vertical y horizontal, así como referencias adecuadas, para todos los componentes de la subestructura y superestructura de los puentes. Se demarcarán y colocarán referencias para la cuerda o tangente del puente, así como para las líneas de centro de curvas, bastiones y pilas.

(i) Muros de retención. Se anotarán las mediciones del perfil a lo largo de la cara del muro propuesto y a 2 (dos) metros frente de la superficie de éste. Cada 5 (cinco) metros, a lo largo de la longitud del muro y en todos los quiebres mayores del terreno, se tomarán secciones transversales dentro de los límites designados por el contratante. Para cada sección transversal, se medirán y registrarán puntos cada 5 (cinco) metros, así como para todos los quiebres del terreno. Se establecerán referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.

(j) Sitios de préstamo. Se establecerán claramente el estado inicial y los datos topográficos necesarios para la posterior medición del sitio de préstamo. Se demarcarán una línea base referenciada, los linderos del sitio y los límites de la limpieza y desbosque. Se medirán y registrarán secciones transversales iniciales y finales.

(k) Monumentos permanentes y mojones. Se efectuarán todas las mediciones y estacados necesarios para registrar los monumentos permanentes y mojones. Se registrarán los monumentos permanentes de acuerdo con la Sección 621.

(l) Topografía miscelánea y estacado. Se efectuarán todas las mediciones topográficas, estacados y registro de datos esenciales para establecer los esquemas, control y medición de los siguientes elementos, cuando sea aplicable:

- Capa de suelo vegetal que debe removerse.
- Desperdicios.
- Caminos de acceso.
- Cunetas especiales.
- Enzacatados.

(m) Mediciones topográficas intermedias y colocación de estacas. Deben llevarse a cabo todas las mediciones, estacados, registro de datos y cálculos necesarios para construir el proyecto, conforme al esquema básico y a los controles establecidos en los puntos (a) al (l) arriba enumerados. Debe realizarse la topografía y el estacado adicionales, según sea necesario, para la ejecución de algunos renglones de trabajo individuales. Debe hacerse una nueva medición de las cantidades correspondientes a excavaciones realizadas en la calzada, si se determina que una porción del trabajo es aceptable pero no se ha terminado en conformidad con las líneas, gradientes y dimensiones mostradas en los planos o establecidas por el Contratante.

Tabla 152-1

**Tolerancias en las Mediciones para la Construcción y el Estacado**  
**Fase del estacado Horizontal Vertical**

Fase del estacado	Horizontal	Vertical
Puntos de control	1:10 000	± 5 mm
Puntos de la línea de centro (1) (PC), (PT), (POT), y (POC), incluyendo las referencias	1:5 000	± 10 mm
Otros puntos de la línea de centro	± 50 mm	± 100 mm
Puntos de las secciones transversales y estacas de talud (2)	± 50 mm	± 100 mm
Referencias de las estacas de talud (2)	± 50 mm	± 20 mm
Estructuras de alcantarillas, cunetas y drenaje menor	± 50 mm	± 20 mm
Muros de retención	± 20 mm	± 10 mm
Subestructura de puentes	1:5 000 NTE (3) ± 20 mm	± 10 mm
Superestructura de puentes	1:5 000 NTE (3) ± 20 mm	± 10 mm
Límites de limpieza y desbosque	± 500 mm	± 10 mm
Estacas de acabado de la subrasante de la carretera	± 50 mm	± 10 mm
Estacas de acabado de la rasante de la carretera	± 50 mm	± 10 mm

Nota (1) PC – Puntos de la línea de centro, PT – Punto de curva, POT – Punto de tangente, POC – Punto en la curva.

Nota (2) Tomar las secciones transversales normales a la línea de centro  $\pm 1$  grado.

Nota (3) No exceder.

**152.04 Aceptación.**

Las mediciones topográficas de la construcción y el estaqueado se realizarán de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**152.05 Medición.**

El Contratante colocará las estacas iniciales en el terreno, para establecer alineamientos, taludes y perfiles de rasantes, así como líneas de referencia y puntos de cota fija en las obras de puentes, alcantarillas,

estructuras e instalaciones protectoras y accesorias que estime necesarias, y proporcionará al Contratista toda la información relativa al alineamiento, taludes y rasantes. Las estacas y marcas constituirán el control en el terreno a partir de las cuales el Contratista deberá establecer otros controles necesarios y ejecutar el trabajo.

Se entenderá que las líneas de referencia y gradientes que establezca el ingeniero para la vía, puentes, alcantarillas, protecciones y estructuras accesorias, serán solamente las necesarias como puntos de control, y el Contratista tendrá que establecer todas las otras líneas, puntos, gradientes y marcas necesarias para la ejecución del trabajo.

El Contratista será responsable de la conservación de todas las estacas y marcas. Cuando las estacas o marcas iniciales de construcción colocadas por la Administración, sean descuidadas, destruidas o alteradas por el Contratista, y su sustitución se considere necesaria para la continuación del trabajo, el costo que le origine a la Administración reponerlas será cargado al Contratista y le será descontado de los pagos por concepto de estimación de obra.

En el caso de que haya renglón de pago en el contrato para la actividad de topografía, el estacado de construcción, de puentes y de muros de retención se medirá con base en una suma global. Las estacas de talud, referencias y de demarcación de limpieza, chapeo y destronque se medirán por kilómetro. Caso contrario, el Contratista debe hacerlo por su cuenta, considerándose obligación subsidiaria de todos los renglones de pago del contrato.

El restablecimiento de la línea de centro se medirá por kilómetro, y se llevará a cabo una sola vez. La topografía y estacas para las estructuras de drenaje se medirán por unidad.

Las estacas de acabado de la rasante se medirán por kilómetro solo una vez, tanto para la subrasante, como para cada una de las capas de agregados. Los monumentos permanentes y los mojones se medirán por unidad.

La topografía y el estacado misceláneos se medirán por hora de cuadrilla, conforme al trabajo ordenado, o por suma global. El tamaño mínimo de la cuadrilla será de 2 personas. No debe tomarse en cuenta el tiempo gastado en preparativos, viaje a y del sitio del proyecto, ejecución de los cálculos, dibujo de las secciones transversales y otros datos, procesamiento de los datos en computadora y otras labores necesarias para ejecutar con éxito la topografía de construcción y el estacado. La topografía y el estaqueado intermedios no deben medirse para efectos de pago.

#### **152.06 Pago.**

Las cantidades aceptadas y medidas, serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medición, mediante los renglones de pago listados más adelante, según estén indicados en el cartel del proyecto. En caso contrario, el Contratista debe asumir el costo de la topografía como subsidiario de todos los renglones de pago. El pago constituirá compensación plena por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

El renglón global de pago para la topografía de construcción y el estacado será cubierto como sigue:

-El 25 por ciento de la suma global, sin exceder el 0,5 por ciento del monto original del contrato, será pagado una vez que se haya completado el 10 por ciento del monto original del contrato, sin incluir movilización y pago por el material apilado.

-El pago de la porción remanente de la suma global será prorrateado según la porción del trabajo total completado.

El renglón de suma global por topografía y estacado de puentes y muros de retención será pagado con base en prorrateo, como sea procedente según el progreso del trabajo.

Los pagos serán hechos mediante los siguientes renglones de pago:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.152.01</b> Topografía de construcción y estacado	Suma global (gbl)
<b>CR.152.02</b> Estacas de talud, referencias y limpieza, chapeo y destronque	Kilómetro (km)
<b>CR.152.03</b> Restablecimiento de la línea de centro	Kilómetro (km)
<b>CR.152.04</b> Topografía y estaqueado de estructuras de drenaje	Unidad (unid)
<b>CR.152.05</b> Topografía y estaqueado para puentes	Suma global (gbl)
<b>CR.152.06</b> Topografía y estaqueado para muros de retención	Suma global (gbl)
<b>CR.152.07</b> Estacas de acabado de la rasante	Kilómetro (km)
<b>CR.152.08</b> Monumentos y mojones permanentes	Unidad (unid)
<b>CR.152.09</b> Topografía y estacado misceláneo	Hora (hr)
<b>CR.152.10</b> Topografía y estacado misceláneo	Suma global (gbl)

## **Sección 153.) CONTROL DE CALIDAD DEL PROYECTO**

### **153.01 Descripción.**

La calidad de los materiales, productos y procesos del trabajo contratado, es responsabilidad exclusiva del Contratista, y designará un Consultor de Calidad como responsable de la llevar a cabo la gestión de control de calidad. Dicha gestión será respaldada mediante las constancias de calidad generadas a partir de las pruebas pertinentes realizadas por uno o más organismos de ensayo debidamente aceptados por el Contratante, que apoyan la labor del Consultor de Calidad.

### **153.02 Consultor de Calidad.**

En todo proyecto el Contratista debe designar un Consultor de Calidad, que debe estar inscrito en el Registro que el Contratante tenga habilitado para tales propósitos. El Consultor de Calidad puede ser una persona física o jurídica con competencia técnica para llevar a cabo la gestión de control de calidad requerida.

Dependiendo de la duración, magnitud y complejidad del proyecto, el Contratante podrá establecer que dicha gestión debe ser realizada exclusivamente por un Consultor de Calidad. Cuando es una persona física o un profesional designado; o cuando es una organización con responsabilidad legal (con cédula jurídica), dedicando tiempo completo a ejercer dicha función, en cuyo caso no podrá tener asignado(s) otro(s) proyecto(s).

### **153.03 Organismo de ensayo.**

Para el cumplimiento de sus funciones el Consultor de la Calidad debe disponer de uno o más organismos de ensayo, que tengan competencia técnica para la ejecución de los ensayos de materiales requeridos.

El(os) organismo(s) de ensayo deberá(n) tener alcances acreditados ante el ECA; al menos los ensayos relacionados con los Parámetros de Pago.

Por tanto dicho organismo de ensayo debe contar con un sistema de gestión de la calidad implantado, además de cumplir con los requisitos de gestión y técnicos de la Norma INTE-SO/IEC 17025:2005, "Requisitos generales para la competencia de laboratorios de ensayo y calibración", o versión más reciente, específicamente en los ensayos cubiertos por el alcance de la acreditación.

El organismo de ensayo debe instalar un laboratorio temporal en una ubicación cercana al principal centro de producción, debiendo considerar los siguientes aspectos:

- Trabajar igual que el laboratorio permanente.
- Control de documentos y registros en el sitio.
- Procedimientos de transporte del equipo.
- Verificación del equipo.
- Declaración del equipo, trazabilidad y calibración.

- Personal que realiza en ensayo, si fueron evaluados y acreditados para realizar actividades en el laboratorio temporal. Cadena de supervisión durante las jornadas de trabajo.
- Verificación o control de condiciones ambientales y su registro, si aplica.

Una vez instalado el laboratorio temporal se debe notificar al ECA, para efectos de la ampliación del alcance de la acreditación, a excepción de que el alcance comprenda las instalaciones temporales o de proyecto, en cuyo caso siempre se debe notificar al ECA.

#### **153.04 Plan de control de calidad.**

En la reunión de pre-inicio, el Contratista deberá proponer para aceptación del Contratante, un Programa de Control de Calidad, como instrumento para planificar y dar seguimiento a la calidad de todos los renglones de pago de la obra, incluyendo los trabajos realizados por subcontratistas, con el fin de controlar la conformidad de los procesos y del producto final con los planos y las especificaciones técnicas pertinentes, en lo que respecta a materiales, mano de obra, equipo, procedimiento constructivo, acabado, rendimiento funcional, e identificación.

El Contratante podrá realizar inspecciones, muestreos y pruebas adicionales de verificación de la calidad, en cualquier momento, etapa y proceso de ejecución del proyecto. Los muestreos adicionales serán hechos por triplicado (muestra para el control de calidad, verificación de la calidad y testigo).

El Plan de Control de Calidad debe incluir al menos los siguientes elementos:

- Ensayos para control de los procesos. Lista de los materiales que serán ensayados, parámetros a evaluar, método de ensayo, frecuencia mínima y localización de los puntos de muestreo.

- Plan de muestreo aleatorio. Junto al Programa de control de calidad se deberá proponer para su aceptación un plan de muestreo que asegure la aleatoriedad de la escogencia de las muestras, de manera tal, que se garantice que cualquier instante de la producción o punto puede ser muestreado (en centro de producción o en sitio de las obras).

Procedimientos de inspección y control. En las diferentes fases de la construcción, deben realizarse las siguientes acciones:

- Fase preparatoria.
  - Revisar todas las especificaciones técnicas del contrato.
  - Asegurarse de que todos los materiales por usar cumplen con las exigencias del contrato.
  - Coordinar todas las entregas de las constancias de calidad, cuando sea procedente.
  - Asegurarse de la capacidad del equipo y del personal para cumplir con las exigencias del contrato.
  - Asegurarse del cumplimiento de las especificaciones para los ensayos preliminares.
  - Coordinar el trabajo de topografía y colocación de estacas.
- Fase de inicio.
  - Revisar las exigencias del contrato respecto al personal que lo realizará.
  - Inspeccionar el trabajo en su inicio.
  - Establecer normas para el uso de la mano de obra.
  - Suministrar el entrenamiento que sea necesario al personal.
  - Establecer un programa de muestreo detallado basado en la producción contemplada en el programa de trabajo.
- Fase de producción.
  - Conducir la inspección ocasional o continua, durante la construcción, para identificar y corregir deficiencias.



- Inspeccionar las fases terminadas antes de la aceptación programada con el Contratante.
- Proveer retroalimentación y cambios al sistema para prevenir que se repitan deficiencias.

Pueden requerirse modificaciones en cualquier parte del Programa de Control de Calidad del Contratista por trabajos que no estén adecuadamente cubiertos. La aceptación de dicho programa está basada en la inclusión de toda la información requerida y no implica una garantía para el Contratante, de que el programa dará como resultado un cumplimiento consistente del contrato. Así las cosas, se mantiene la responsabilidad del Contratista de demostrar tal cumplimiento.

No deben iniciarse los trabajos hasta que el Programa de Control de Calidad sea aceptado por el Contratante.

#### **153.05 Constancias de calidad.**

Todas las Constancias de Calidad deben ser referidas a las bitácoras de muestreo, además deben reportar los ensayos de todas las muestras tomadas de acuerdo al Programa de Control de Calidad y las fechas de su ejecución. Estos documentos deben ser firmados por el profesional destacado por el organismo de ensayo o por el Consultor de la Calidad. Deben indicar el período y los estacionamientos o referencias necesarias. El Contratante, cuando considere necesario, tendrá acceso directo a las memorias de cálculo del organismo de ensayo, que dieron origen a los resultados de laboratorio.

Sin ninguna excepción, previo a la estimación de pago mensual y/o al uso de materiales producidos de acuerdo al programa de trabajo, el Contratista debe suministrar al Contratante las constancias de calidad de conformidad con lo que a continuación se establece:

- (a) Constancias de Calidad para materiales manufacturados fuera del proyecto e incluidos en la obra (asfalto, emulsión, tubos, pinturas, señales, cemento, entre otros)
- (b) Constancias de Calidad de los agregados pétreos. El Contratista debe presentar al Contratante, constancias de calidad de todos los materiales pétreos a utilizar en la obra, donde conste, mediante la inclusión de los ensayos correspondientes, el cumplimiento de los requisitos o especificaciones contractuales. Tal es el caso de los materiales pétreos de préstamo, subbase, base, tratamientos superficiales, concretos asfálticos e hidráulicos, subdrenajes, entre otros.
- (c) Constancias de Calidad de materiales procesados en plantas mezcladoras. El Contratista debe presentar al Contratante, constancias de calidad de los materiales procesados en plantas mezcladoras, donde conste, mediante la inclusión de los ensayos correspondientes, el cumplimiento de los requisitos o especificaciones contractuales.

Las mezclas resultado del proceso en planta que generalmente se utilizan en obras viales son las siguientes: mezclas asfálticas en caliente, mezclas asfálticas en frío, bases estabilizadas, concreto hidráulicos, otras mezclas de aplicación en el Proyecto, para los cuales existan términos contractuales.

- (d) Constancia de Calidad de materiales procesados en sitio. El Contratista debe presentar al Contratante, constancias de calidad de todos los materiales procesados en sitio, donde conste mediante la inclusión de los ensayos correspondientes el cumplimiento de los requisitos o especificaciones contractuales.

Los materiales procesados en el sitio en obras viales dan como resultado lo siguiente: mejoramientos de subrasante, subbase, base granular, tratamientos superficiales bituminosos, bases estabilizadas,

reciclados, otros procesos en sitio de aplicación en el Proyecto, para los cuales existan términos contractuales.

(e) Constancia de Calidad de los procesos constructivos. El Contratista debe presentar al Contratante, constancias de calidad de todos los procesos constructivos ejecutados en la obra y que estos cumplan con las especificaciones contractuales. Aplican a los equipos utilizados, en los diferentes procesos, como en las prácticas constructivas y resultados de ensayos y mediciones especificados. Estas constancias complementan las indicadas en los apartados (a), (b) y (c).

Las constancias de calidad de los procesos constructivos podrán estar asociadas a las siguientes características, según sea el caso: compactación, espesores, niveles, resistencia, textura superficial y regularidad superficial, acabados, otros procesos constructivos de aplicación en el Proyecto, para los cuales existan términos contractuales que el cartel especifique.

#### **153.06 Informe mensual de control de calidad.**

El informe mensual de Control de Calidad deben presentarse en documento original, en papel membretado del organismo de ensayo, las Constancias de Calidad selladas y firmadas por el profesional responsable. Las constancias deberán indicar los valores centrales del diseño de mezcla aceptado y utilizado en la producción (N° de informe), así como hacer referencia a las bitácoras de muestreo correspondiente, en caso contrario éste no será aceptado. Es responsabilidad del Contratista exigir al Consultor de Calidad y al organismo de ensayo que ejecutan su control de calidad, que envíen a tiempo estos informes.

El informe mensual debe contener como mínimo:

- Actividades realizadas por Consultor de Calidad
- Actividades realizadas por el organismo de ensayo
- Emisión de las Constancias de Calidad
- Resumen de resultados obtenidos durante el periodo en cada uno de los parámetros
- Gráficos de tendencia de los parámetros de pago.
- Análisis de los resultados obtenidos.
- Análisis estadístico de los resultados obtenidos utilizando el método de análisis de nivel de calidad-desviación estándar.
- Conclusiones y recomendaciones, las cuales deberán ser acordes con los resultados obtenidos y respaldándolas técnicamente.
- Anexos

#### **153.07 Aceptación.**

El Sistema de Control de Calidad del Contratista debe ser evaluado según la Subsección 107.02 con base en la habilidad demostrada por éste para realizar un trabajo que cumpla con las exigencias del contrato.

Si los ensayos e inspección del Contratante indican que el Sistema de Control de Calidad del Contratista no es efectivo, éste debe hacer las mejoras necesarias para corregir estas deficiencias. El Contratante remitirá notificación escrita al Contratista sobre las modificaciones y mejoras inmediatas por realizar al sistema.

#### **153.08 Medición.**

Con respecto a la medición para efectos de pago, dado que el costo del control de calidad debe ser incluido por el Contratista en cada renglón de pago del proyecto, no debe hacerse ninguna medición.

## Sección 154.) RESERVADA

## Sección 155.) PROGRAMAS DE TRABAJO PARA LOS CONTRATOS DE CONSTRUCCIÓN

### 155.01 Descripción

Esta labor consiste en la programación y seguimiento de todas las actividades de construcción.

### Requerimientos para la Construcción

#### 155.02 General.

Deben someterse a aprobación por el Contratante 3 copias del programa preliminar de construcción, por lo menos 7 días antes de la reunión de pre-inicio.

Un programa preliminar de trabajo de la construcción es una descripción escrita, con un desglose detallado de todas las actividades del contrato para efectuarse en los primeros 45 días siguientes a la emisión de la orden de inicio. Dentro de los 7 días posteriores a la reunión de pre-inicio, el programa preliminar de construcción será aceptado o rechazado. Si es rechazado, debe someterse a revisión un nuevo programa dentro de los siguientes 3 días. No pueden iniciarse las labores de construcción, con excepción de la movilización, el control del tránsito y las operaciones establecidas en la Sección 637, sin una aprobación preliminar del programa de trabajo de la obra.

Para desarrollar el programa de trabajo total de la obra, puede usarse cualquiera de estos procedimientos:

- Método del Diagrama de Barras (BCM)
- Método de la Ruta Crítica (CPM).
- Debe incluirse en cada programa parcial de trabajo la información siguiente:

- Nombre del proyecto
- Número de contrato
- Contratista
- Tiempo total autorizado para ejecutar el contrato y fecha de su conclusión
- Tipo de programa de trabajo (inicial o actualización)
- Fecha efectiva de inicio del programa
- Porcentaje del trabajo completado anteriormente.
- Porcentaje del tiempo utilizado anteriormente.

Deben entregarse 3 copias del programa total de trabajo dentro de los 30 días siguientes a la emisión de la orden de inicio. El plazo para aceptación o rechazo de este programa, o de sus revisiones, es de 14 días. Si es rechazado, debe someterse a aprobación un programa revisado dentro de los 7 días siguientes. No deben aparecer conflictos entre ninguna de las actividades programadas y el orden de los trabajos, conforme a las exigencias del contrato.

El programa debe mostrar la conclusión del trabajo dentro del tiempo autorizado en el contrato.

#### 155.03 Método del Diagrama de Barras (BCM).

El programa de trabajo de la obra presentado mediante este método (BCM) consiste en un diagrama de barras de progreso de las diferentes actividades y una descripción escrita.

(a) Diagrama de barras de progreso. Lo siguiente se aplica a la presentación inicial y a todas las actualizaciones:

- Una escala de tiempo que muestre el porcentaje del trabajo programado que será completado dentro del término del contrato.
- Definir y relacionar las actividades con los renglones de pago del contrato.
- Mostrar todas las actividades en el orden en que se realizará el trabajo, incluyendo fabricación y entregas.
- Mostrar todas las actividades críticas (mayores) que constituyan factores que determinan la terminación del trabajo.
- Mostrar el lapso necesario para llevar a cabo cada una de las actividades y su relación en el tiempo con las otras actividades.
- Mostrar el tiempo total programado para completar todo el trabajo.
- Contener suficiente espacio en cada una de las actividades para permitir 2 trazos adicionales, paralelos a la barra originalmente dibujada. Uno de los espacios será usado para la revisión del tiempo programado y el otro para mostrar el tiempo realmente utilizado en las diversas actividades.

(b) Descripción escrita. Debe entregarse una descripción escrita de las actividades mostradas en el diagrama de barras.

#### **155.04 Método de la Ruta Crítica (CPM).**

El programa de trabajo de la obra CPM consiste de un diagrama, un programa tabulado y una narración escrita.

(a) Diagrama. Se usa el formato "actividad-en-flecha" para el diagrama de flechas, o el formato "actividad-en-nodo" para los diagramas de precedencia. Lo siguiente se aplica a la emisión inicial y a todas las actualizaciones:

- Utilizar una escala de tiempo que muestre gráficamente el porcentaje del trabajo programado para ser completado en una fecha dada durante el tiempo del contrato.
- Definir y relacionar las actividades con los renglones de pago del contrato.
- Mostrar la secuencia e independencia de todas las actividades incluyendo fabricación y entregas.
- Mostrar todos los nodos de actividad, la descripción de las actividades y las duraciones de cada una.
- Mostrar toda la red de elementos, aún los no operacionales (sólo para diagramas de flechas).

Identificar la ruta crítica.

(b) Programa Tabulado. Los siguientes requerimientos se aplican al programa tabulado:

-En los diagramas de flechas, la actividad mostrada comienza y termina en un nodo numerado. En los diagramas de precedencia, se elabora una lista de las actividades y se muestran los tiempos mínimo y máximo de ejecución de cada una de ellas. En estos diagramas deben mostrarse:

- La duración de cada actividad.
- Descripciones de las actividades.
- Fechas de inicio y conclusión.
- Fechas finales de inicio y conclusión.
- Condición (crítica o no).
- Holgura total.

(c) Descripción escrita. Debe suministrarse una descripción escrita de las actividades mostradas en el diagrama del programa de trabajo.

#### **155.05 Descripción escrita.**

La descripción escrita debe contener la siguiente información:

- Estimación de las fechas de inicio y conclusión de cada actividad.
- Descripción del trabajo por ser realizado dentro de cada actividad, incluyendo el tipo y la cantidad de equipo, mano de obra y materiales que serán usados.
- Ubicación en el proyecto del sitio en donde ocurre cada actividad.
- Descripción del ritmo de producción planeado para las cantidades de los renglones de pago (p.e., metro cúbico de excavación por día / semana).
- Descripción de los días de trabajo por semana, días feriados, número de turnos por día y número de horas por turno.
- Estimación de cualquier período durante el cual una actividad estará inactiva o parcialmente inactiva; fechas de inicio y finalización para los casos de producción reducida o paralizada.
- Fechas esperadas y críticas para la entrega del equipo o material que puedan afectar el tiempo para la conclusión del proyecto.
- Fechas críticas de ejecución para mantener el programa de construcción.
- Identificación del vendedor, proveedor, o subcontratista que realizarán alguna actividad. Manifieste todos los supuestos hechos en la programación del subcontratista o proveedor del trabajo.

#### **155.06 Actualización del programa.**

El Programa de Trabajo de la obra debe ser revisado para verificar las fechas de terminación de todas las actividades, la duración remanente de las actividades incompletas y cualquier propuesta lógica y/o revisiones del tiempo estimado. Debe mantenerse informado al Contratante del Programa vigente de Trabajo de la obra y todos los cambios que se efectúen.

Deben entregarse 3 copias del Programa de Construcción actualizados al menos cada 8 semanas o cuando:

- Ocurra un atraso en la conclusión de una actividad crítica (mayor).
- Ocurra un atraso que cause un cambio en la ruta crítica del diagrama CPM o un cambio en una actividad crítica del diagrama BCM.
- El proceso real del trabajo sea diferente al mostrado en el Programa vigente de la Obra.
- Se produzca una adición, disminución o revisión de las actividades a causa de una modificación del contrato.
- Se efectúa un cambio lógico en el Programa de Trabajo.

### **Sección 156.) TRÁNSITO DEL PÚBLICO**

#### **156.01 Descripción.**

Esta actividad se refiere al control y protección del tránsito del público en lugares adyacentes a y dentro del proyecto.

#### **156.02 Materiales.**

Se pagarán en conformidad al renglón:

- Control del tránsito temporal

635

## Requerimientos para la construcción

### **156.03 Acomodo del tránsito durante el trabajo.**

El tránsito debe acomodarse de acuerdo con el plan de control del tráfico del contrato, Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, Sección 635, y esta Sección. El Contratista puede someter a aprobación una propuesta alterna para el control del tránsito, de acuerdo a la Subsección 104.03, la que debe ser entregada al menos 30 días antes del uso pretendido.

El tránsito debe efectuarse de manera que asegure la seguridad y conveniencia del público y la protección de los residentes y la propiedad adyacentes al proyecto. El tráfico del público debe acomodarse en caminos adyacentes o dentro del proyecto hasta que éste sea aceptado de acuerdo con la Subsección 107.09(b).

### **156.04 Mantenimiento de los caminos durante el trabajo.**

El mantenimiento de los caminos involucrados en la construcción debe realizarse como sigue:

- Construir y remover, además de mantener caminos y puentes de desvío según sea requerido por el plan de control del tránsito.
- Mantener en adecuadas condiciones de tránsito las intersecciones con ferrocarriles, caminos, calles, negocios, lotes de aparcamiento, residencias, garajes, fincas y otros lugares semejantes como aceras.
- Mantenerse la vía de paso del tránsito razonablemente libre de polvo, huecos y baches.
- Remover las acumulaciones de tierra, agua y otros materiales de la vía de paso del tránsito y peatones.

Los caminos, aceras y los desvíos relacionados con la obra deben mantenerse permanentemente en condición segura y aceptable. Si en alguna de ellos se requiere una acción correctiva perentoria y ésta no es ejecutada inmediatamente por el Contratista, el problema puede ser enmendado directamente por el Contratante y el costo de la operación deducido de los montos adeudados por pagar al Contratista.

Debe mantenerse y reponerse la señalización vial temporal de control en obra.

### **156.05 Mantenimiento de los caminos durante los períodos de paralización.**

En los períodos en que el trabajo está suspendido, cualquiera que sea la razón, el Contratista debe continuar de igual manera con el mantenimiento de los caminos relacionados con la obra y con el control del tránsito para el público usuario.

### **156.06 Limitaciones en las operaciones de construcción.**

Cuando la carretera está abierta al público, las operaciones deben restringirse como sigue:

- El Contratista debe maniobrar el equipo únicamente en la dirección del tráfico, cuando esto sea práctico y posible.
- El Contratista debe instalar barreras permanentes para el tráfico dentro de los 30 días siguientes a la terminación de la superficie de rodamiento.
- Cuando los espaldones estén en proceso de construcción y la calzada se encuentre en servicio, y temporalmente ellos tengan un desnivel que exceda 50 milímetros con relación a la superficie de rodamiento, el Contratista debe colocar señales de alerta que así lo indiquen. Cuando la diferencia sea superior a 100 mm, el Contratista debe hacer un relleno en cuña con un talud de 1:3, con las correspondientes señales de advertencia de "Espaldón bajo". En todo caso, la construcción de los espaldones adyacentes a los carriles de tránsito en uso debe ser terminada con la misma elevación de la vía, dentro de los 14 días siguientes a la fecha en que ésta fue puesta en servicio.

-Deben proporcionarse carriles con un ancho mínimo de 3,0 metros. El Contratista debe utilizar barricadas, barriles u otros dispositivos aceptables según normativa de referencia, para delimitar los carriles de tránsito a través de las áreas en donde el borde del pavimento, o la ruta proyectada, ha desaparecido como consecuencia de las operaciones de construcción.

-El Contratista puede localizar áreas de depósito al menos a 10 metros de la vía usada por el tránsito, o detrás de las barreras protectoras colocadas. Debe obtener aprobación del Contratante para ubicar y acceder a esas áreas. El Contratista debe almacenar en estas áreas los dispositivos para el control del tránsito, cuando no estén en uso.

-El estacionamiento del equipo debe ser efectuado por lo menos a 10 metros de la vía de tránsito o detrás de barreras aceptables para el tránsito.

-Deben preverse radios de dos vías para la comunicación entre los abanderados y entre éstos y los carros guía, a menos que los abanderados puedan verse uno al otro y comunicarse por otro medio.

-Cuando se pase el tránsito de un carril restringido a la vía completa, debe suministrarse previamente personal adecuado para actualizar o relocalizar los dispositivos de control del tráfico.

-Las demoras causadas por el tránsito del público por las actividades de construcción, deben limitarse a un máximo de 30 minutos, la supervisión velará por el cumplimiento de lo anterior.

#### **156.07 Operaciones nocturnas.**

Las operaciones de construcción deben llevarse a cabo básicamente durante las horas de luz natural (½ hora después del amanecer a ½ hora antes de la puesta del sol).

Cuando sean permitidas operaciones nocturnas, el Contratista debe someter a aprobación del Contratante un sistema de iluminación. Debe incluir los tipos de luminarias, localización y manera que las luces serán manejadas. El sistema propuesto debe someterse a aprobación al menos con 14 días de antelación al uso pretendido. Debe utilizarse una fuente independiente de iluminación que no sea las luces de los vehículos. No deben usarse luces incandescentes. El sistema de iluminación aprobado debe proveerse e instalarse de manera que cubra el área completa de trabajo. Las luces deben colocarse de manera que no encandilen a los motoristas que transitan en cualquier dirección. Si la operación cambia de lugar, las luces deben moverse al nuevo lugar. Debe proveerse iluminación en cada sitio donde haya un abanderados. Todos los equipos deben contar con un domo de luz exterior amarilla destellante. El personal en obra debe portar chaleco retroreflectivo en todo momento

#### **156.08 Supervisor del tránsito y de la seguridad.**

El Contratista debe mantener un supervisor de tránsito y seguridad suficientemente calificado, que no debe ser el superintendente de la construcción. En la reunión de pre-construcción el Contratista deberá dar el nombre de éste supervisor, su dirección y el número (s) telefónico donde puede ser localizado durante las 24 horas del día. En todo momento, durante la vigencia del contrato, incluyendo los períodos de suspensión y paros en la obra, debe llevarse a cabo lo siguiente:

-Implementar los planes de control del tránsito.

-Coordinar las operaciones de control del tránsito y peatones, incluyendo las de los contratistas y proveedores.

-Asegurar la condición, posición y aplicabilidad de los dispositivos de control del tránsito en uso.

-Corregir inmediatamente las deficiencias en el control del tránsito.

-Coordinar el mantenimiento de las operaciones de control del tránsito con el Contratante.

-Asegurar que los elementos de control de tránsito que no estén en uso, sean manejados y almacenados apropiadamente.

-Conducir reuniones semanales de control del tránsito con los trabajadores de la construcción e invitar a ellas a representantes del Contratante.

-Suministrar una certificación semanal de que las inspecciones y revisiones fueron realizadas y que los implementos de control del tránsito cumplen con las exigencias del contrato, incluir el número y tipos de implementos en uso e informar, todos los cambios o acciones correctivas tomadas para garantizar el paso seguro del público a través del proyecto.

#### **156.09 Aceptación.**

El trabajo concerniente al tránsito del público será evaluado bajo la Subsección 107.02 y los implementos de control y los servicios, bajo la Sección 635.

#### **156.10 Medición y pago**

La medición y pago de lo relativo al tránsito se hará como sigue (Ver Subsección 110.05):

- Medir el control del tránsito según la Sección 635.
- Medir la disminución del polvo según la Sección 158 o 306.
- Medir la construcción de desvíos, cuando es requerido por el contrato, según los renglones de pago aplicables.

### **Sección 157.) CONTROL DE LA EROSIÓN DEL SUELO**

#### **157.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro, construcción y mantenimiento permanente y temporal de las obras para el control de la erosión y del arrastre de sedimentos.

#### **157.02 Materiales.**

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Fertilizantes	713.03
Geotextiles	714.01
Cubierta vegetal	713.05
Revestimiento de plástico	725.19
Escolleras	251.02
Semillas	713.04
Agua	725.01

#### **Requerimientos para la construcción**

#### **157.03 General.**

Deben ejecutarse medidas de control, permanentes y temporales, para minimizar la erosión y sedimentación durante y después de la construcción de acuerdo con el plan de control de la erosión del proyecto, permisos del contrato, Sección 108 y esta Sección. El contrato permite modificaciones a las exigencias de esta Sección. No debe modificarse el tipo, tamaño o localización de cualquier control o práctica sin la aprobación del Contratante. El plan de control de la erosión del contrato debe reflejar especial preocupación y medidas para proteger los recursos naturales e infraestructur existente. Puede someterse a aprobación del Contratante una propuesta



alternativa para el control de la erosión, con todos los permisos necesarios, de acuerdo con la Subsección 105.03. Las propuestas para el control de la erosión deben presentarse al menos 30 días antes de su uso pretendido.

Cuando las medidas y obras para el control de la erosión no funcionan satisfactoriamente, deben tomarse inmediatamente las acciones correctivas.

#### **157.04 Controles y limitaciones en el trabajo.**

Antes de remover la maleza y construir la explanación, deben llevarse a cabo todos los trabajos necesarios para controlar la erosión alrededor del perímetro del proyecto, incluyendo barreras filtrantes, desviaciones y estructuras para asegurar dicho control.

Para la ejecución de las medidas de control de la erosión y de los sedimentos debe procederse como sigue:

- Implementar controles temporales de la erosión en etapas progresivas, conforme progrese la construcción.
- Construir obras temporales como drenajes en las laderas, canales de desvío y bermas de tierra para proteger áreas y pendientes perturbadas.
- A menos que en el contrato se identifique una estación climática para la siembra, se colocará césped de manera permanente en los taludes terminados, a las zanjas y cunetas dentro de los 30 días siguientes a su construcción, de acuerdo con las Secciones 624 y 625.
- Colocar recubrimientos temporales, u otras medidas aprobadas, para estabilizar el suelo en áreas alteradas, que vayan a permanecer expuestas por más de 30 días.
- Construir protecciones a la salida de alcantarillas y otras estructuras tan pronto como estén terminadas.
- Construir obras de control permanentes para la erosión, incluyendo revestimiento de canales y tratamientos de las laderas tan pronto como sea practicable o en el momento en que se termine el pavimento o capa de terreno sobre la que se cimentará.
- Construir y mantener controles de la erosión en y alrededor de los apilamientos de suelo para prevenir la pérdida de material.
- Al final de las operaciones de excavación de cada día, debe conformarse el área en que se está realizando el movimiento de tierra para minimizar y controlar la erosión a consecuencia de corrientes de agua producto de eventuales tormentas.

#### **157.05 Barreras Filtrantes.**

Deben construirse barreras para filtrar el sedimento arrastrado por las escorrentías, las que pueden consistir en vallas de retención de sedimentos, fardos de maleza y ramas de árboles, producto de las operaciones de limpieza, chapeo y destronque, para construir estas barreras.

#### **157.06 Estructuras de retención de sedimentos.**

Deben construirse estructuras de retención de sedimentos de los siguientes tipos:

- (a) Trampas temporales de sedimentos. Deben construirse trampas temporales de sedimentos para detener la escorrentía de áreas alteradas y detener el sedimento. Debe proveerse protección a la salida del agua.

(b) Estanques para sedimentos. En áreas grandes de drenaje, deben construirse estanques para almacenar las escorrentías y asentar los sedimentos. Los estanques para sedimentos deben construirse de conformidad con la Sección 204. Las tuberías necesarias de acuerdo con la Sección 602. A la salida de las aguas debe proveerse la debida protección.

**157.07 Protección de la salida de la corriente.**

Deben construirse recubrimientos de escollera o estanques para reducir la velocidad del agua y prevenir el deterioro del terreno a la salida de la corriente en las estructuras temporales y permanentes de control de la erosión. La escollera debe construirse conforme a la Sección 251.

**157.08 Pasos de agua.**

Deben construirse alcantarillas de tubo provisionales en los sitios en donde los vehículos empleados en la construcción atraviesan temporalmente una vía fluvial.

**157.09 Desvíos.**

Deben construirse canales y alcantarillas temporales, bermas de tierra o colocar sacos de arena para desviar el agua alrededor de áreas perturbadas o taludes. Deben utilizarse canales y alcantarillas temporales, bombas, sacos de arena u otros métodos para desviar el flujo de corrientes a las instalaciones permanentes de alcantarillas y otras obras. Los canales deben estabilizarse de acuerdo a lo establecido en la Subsección 157.10. Debe proveerse protección a la salida del agua.

**157.10 Corrientes de agua, Protección y Estabilización de Taludes.**

Deben utilizarse revestimientos de plástico, escolleras, diques de control, colchonetas, esteras de control de erosión y drenajes temporales de los taludes, de acuerdo con lo siguiente:

(a) Revestimientos de plástico. Deben usarse revestimientos de plástico para proteger el suelo subyacente de la erosión. Colocar el revestimiento de plástico flojamente sobre una superficie de suelo lisa, libre de proyecciones o depresiones que puedan causar agujeros o rasgaduras. Las juntas transversales deben traslaparse un mínimo de 1 metro en la dirección del flujo. No deben usarse juntas longitudinales. El revestimiento debe anclarse en el lugar usando escolleras.

(b) Escolleras. Las escolleras para el recubrimiento de los canales deben construirse de acuerdo con la Sección 251.

(c) Diques de control. Deben utilizarse escolleras, sacos de arena o bermas de tierra para presas temporales para reducir la velocidad de la escorrentía en zanjas y cunetas.

(d) Colchonetas y esteras. Deben utilizarse colchonetas y esteras de paja para el control de la erosión, esteras para revegetación, revestimientos con fibra de vidrio y mallas tejidas con paja o material sintético para estabilizar las vías de agua y las pendientes antes o después de que se ha hecho la siembra definitiva de césped u otra vegetación. Debe instalarse de acuerdo con la Sección 629.

(e) Drenaje temporal de taludes. Deben utilizarse tubos drenantes, escolleras o recubrimientos plásticos en las vías de agua para el drenaje temporal de taludes a los canales de conducción de la escorrentía. Canalice el agua al drenaje del talud con una berma de tierra construida en la parte superior del corte

o relleno. Los drenajes del talud deben anclarse a la ladera. Debe proveerse protección a la salida del agua.

#### 157.11 Plantación Temporal de Césped.

Debe aplicarse semilla, fertilizantes y recubrimiento con pajote para proteger al suelo de la erosión en la proporción mostrada en la Tabla 157-1. Las áreas sembradas deben protegerse y cuidarse, incluyendo el riego de agua, hasta que el césped permanente se establezca en su lugar.

Tabla 157-1

#### Proporciones de Aplicación para Colocación de Césped Temporal

Material	Porción de la Aplicación Kg/ha
Semillas	40
Fertilizantes	375
Pajote 10 ± 10 mm profundidad	1500

#### 157.12 Inspección y Reporte.

Todas las obras para el control de la erosión deben inspeccionarse al menos cada 7 días, dentro de las 24 horas siguientes a la caída de 50 milímetros de lluvia en un período de 24 horas, y cuando sea requerido por los permisos concedidos a causa del contrato.

Dentro de las 24 horas, entregue los reportes de inspección a la Oficina Contratante, los que deben incluir lo siguiente:

- (a) Resumen de la inspección.
- (b) Nombres del personal que realizó la inspección.
- (c) Fecha y hora de la inspección.
- (d) Observaciones hechas.
- (e) Acción correctiva necesaria, acción tomada y fecha y hora de la acción.

#### 157.13 Mantenimiento y Limpieza.

Las medidas de control temporal de la erosión deben ser mantenidas en condiciones de trabajo hasta que el proyecto sea terminado o las medidas no sean más necesarias.

Las facilidades para el control de la erosión deben limpiarse cuando estén llenas de sedimento hasta la mitad.

Pueden utilizarse los sedimentos en la obra, si fueran aceptables, o disponerse de ellos de acuerdo con la Subsección 204.14.

Aquellas medidas para el control de la erosión que no pueden ser mantenidas deben ser reemplazadas, al igual que aquellas que son dañadas por las operaciones de construcción.

Deben removerse y disponerse de las medidas para el control temporal de la erosión cuando el césped está satisfactoriamente establecido y las cunetas y los canales de drenaje están recubiertos y estabilizados. La remoción y disposición de las medidas de control de la erosión deben ser hechas de acuerdo con la Subsección 203.05. Debe restaurarse el terreno a su condición natural o proyectada y proveer medidas de control de la erosión permanentes.

#### **157.14 Aceptación.**

El material para las medidas de control de la erosión será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03. La construcción, mantenimiento y remoción de las medidas de control de la erosión del suelo serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. El geotextil será evaluado bajo la Sección 207.

#### **157.15 Medición.**

Deben medirse los siguientes renglones de pago, cuando sea ordenado así por la Oficina Contratante y hayan sido instalados o construidos. No deben medirse para efectos de pago los renglones que hayan sido reemplazados.

Medir las vallas de retención de sedimentos, barreras de vegetación (matorrales), drenajes de taludes, bermas de tierra y alcantarillas de tubo temporales por metro.

Medir los fardos, presas de control, sacos de arena, trampas de sedimentos y empaques para juntas de tubería por unidad.

Medir el revestimiento de plásticos por metro cuadrado, excluyendo los traslapes.

Medir la colocación de césped por hectárea sobre la superficie del terreno, o por kilogramo. Cuando la medición es por kilogramo, debe pesarse la semilla en kilogramos.

Medir la excavación para los canales de desvío y estanques de sedimento bajo la Sección 204.

Medir la escollera bajo la Sección 251.

Medir los canales pavimentados permanentemente bajo la Sección 608.

Medir los taludes pavimentados permanentemente bajo la Sección 723.

Medir el suelo vegetal bajo la Sección 624.

Medir el césped colocado de manera permanente bajo la Sección 625.

Medir las colchonetas bajo la Sección 629.

#### **157.16 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica arriba, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago listado abajo cuando estén indicados en el cartel de licitación. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Ver la Subsección 110.05.

Los pagos por progreso por las medidas para el control de la erosión serán hechos como sigue:

(a) 50 por ciento del precio unitario del contrato para cada uno de los renglones de pago en el momento de la instalación.

(b) 25 por ciento del precio unitario del contrato para cada uno de los renglones de pago será pagado cuando se complete el 50 por ciento del monto del contrato.

(c) El pago de la porción remanente del precio unitario del contrato para cada uno de los renglones de pago será pagado cuando las medidas de control de la erosión temporales sean removidas del proyecto.

Los pagos serán hechos bajo:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.157.01</b> Plantación temporal de césped	Kilogramo (kg)
<b>CR.157.02</b> Plantación temporal de césped	Hectárea (ha)
<b>CR.157.03</b> Valla de retención de sedimentos	Metro lineal (m)
<b>CR.157.04</b> Barreras de maleza	Metro lineal (m)
<b>CR.157.05</b> Drenajes de taludes	Metro lineal (m)
<b>CR.157.06</b> Bermas de tierra	Metro lineal (m)
<b>CR.157.07</b> Tubo de alcantarilla temporales	Metro lineal (m)
<b>CR.157.08</b> Fardos (describir)	Unidad (unid)
<b>CR.157.09</b> Presas de control	Unidad (unid)
<b>CR.157.10</b> Sacos de arena	Unidad (unid)
<b>CR.157.11</b> Trampas de sedimento	Unidad (unid)
<b>CR.157.12</b> Empaques para juntas de tubería	Unidad (unid)
<b>CR.157.13</b> Revestimientos de plástico	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

## **Sección 158.) APLICACIÓN DE AGUA PARA CONTROL DEL POLVO**

### **158.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro y aplicación de agua para el control del polvo causado por el trabajo y el tránsito del público.

### **158.02 Materiales.**

Conformes con la siguiente Subsección:

Agua 725.01

### **Requerimientos de la Construcción**

### **158.03 General.**

Debe proveerse un suministro adecuado de agua y el riego cuando sea necesario a cualquier hora (incluyendo noches, fines de semana y períodos de no trabajo) para el control del polvo. El agua debe aplicarse uniformemente usando distribuidores del tipo de presión, con tubería equipada con sistemas de rocío o mangueras con boquillas.

(a) Control de polvo del proyecto para beneficio del público. Debe controlarse el polvo dentro de los límites de la construcción a todas horas mientras el proyecto esté abierto al tránsito del público. Cuando el proyecto no está abierto al tránsito del público, debe controlarse el polvo en las áreas del proyecto en donde existan viviendas habitadas en la vecindad o lugares de negocios. El control del polvo también debe ejecutarse en desvíos aprobados activos, habilitados para el proyecto. El agua debe aplicarse en los lugares, cantidad y frecuencia ordenados por el Ingeniero.

(b) Otros sitios de control del polvo. El polvo debe controlarse también en los caminos de acarreo activos, en tajos y en áreas de estacionamiento del equipo; y en el proyecto, durante todos los períodos no cubiertos en el apartado anterior (a).

**158.04 Aceptación.**

El suministro y riego del agua será evaluado bajo la Subsección 107.02.

**158.05 Medición.**

Cuando el riego de agua para el control del polvo sea hecho de acuerdo con la Subsección 158.03(a), la medición se hará por metro cúbico en el vehículo de acarreo o mediante aforo durante el suministro. No se medirá para pago el agua aplicada según la Subsección 158.03(b).

**158.06 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se establece arriba, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medición según la lista de renglones de pago mostrada en el cartel de la obra. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago será hecho bajo:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.158.01</b> Riego de agua para el control del polvo	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

# Movimientos de tierra

# División 200

## **Sección 201.) LIMPIEZA Y DESMONTE**

### **201.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el desmonte, tala, remoción y eliminación de toda la vegetación y desechos dentro de los límites señalados en los planos o indicados por el Contratante, excepto los elementos que permanezcan en su lugar, según criterio del Contratante, o que deban ser eliminados de acuerdo con otras secciones de estas Especificaciones. Este trabajo incluirá la conservación adecuada de toda la vegetación y objetos destinados a permanecer en el sitio, debiendo evitarse su daño o destrucción. Además deberá efectuarse un manejo de los desechos que preserve el medio ambiente y que cuide de la vegetación remanente de acuerdo con las normas ambientales vigentes. La labor de limpieza y desmonte deberá realizarse de acuerdo con las normas de seguridad vigentes que sean aplicables a la obra.

### **201.02 Materiales.**

Se efectuará de acuerdo con las siguientes subsecciones:

Material de Relleno	704.03
Material misceláneo para plantas	713.08

Requerimientos para la limpieza y desmonte

### **201.03 General.**

Se tomarán las medidas necesarias para el control de la erosión de los suelos, de acuerdo con la Sección 157. El trabajo se realizará dentro de los límites designados contractualmente. El Contratante establecerá los límites de la obra y especificará todos los árboles, arbustos, plantas y objetos que deben permanecer en el sitio y que el Contratista deberá preservar. Cuando un árbol que se desee conservar sufra cortaduras, deberá recubrirse el área dañada con algún elemento específico para tal fin, de conformidad con el criterio del Contratante. Si se destruye accidentalmente vegetación o árboles que deben permanecer, serán reemplazados de conformidad con lo que el Contratante requiera.

#### **201.04 Limpieza.**

Dentro de los límites del área de limpieza se eliminarán árboles, matorrales, madera tumbada y otra vegetación como se indica a continuación:

(a) Los árboles se cortarán de modo que caigan dentro de los límites del área de limpieza.

(b) En áreas de talud de corte redondeadas, los troncos serán cortados a nivel o debajo de la rasante final.

(c) En áreas fuera de la excavación, en terraplenes y límites de redondeo de taludes, se cortarán los troncos a no más de 150 mm sobre el nivel del terreno.

(d) Se podarán las ramas de árboles que sobresalgan sobre la calzada y espaldones de la carretera, para que quede una altura libre de 6 m. Si es necesario, se removerán otras ramas para obtener una buena apariencia. La poda debe realizarse con prácticas adecuadas de corte de ramas. Los daños a los árboles deben ser tratados con recubrimiento de protección especial. En todo momento se deben aplicar métodos seguros de corte y desrame, que no pongan en peligro a los usuarios de la vía ni a los obreros del Contratista.

#### **201.05 Desmorte.**

El desmorte se efectuará hasta una profundidad suficiente para remover raíces, troncos enterrados, musgo, césped y otros escombros vegetales, como se indica a continuación:

(a) En todas las áreas por excavar, excepto en áreas de redondeo de taludes de corte.

(b) Realice el desmorte en todas las áreas de terraplenado. Los troncos de árbol podrán quedar en sitio si no tienen más de 150 mm sobre la superficie del terreno original, y siempre que se aplique al menos un metro de relleno como mínimo.

(c) El destronque y desmorte de bancos de préstamo, cambios de cauce y zanjas, será necesario solamente hasta la profundidad requerida dentro de dichas áreas.

(d) Los hoyos de los troncos y otros que resulten del desmorte, se rellenarán con material adecuado hasta el nivel del terreno en sus alrededores, de acuerdo con la Subsección 209.10 y el relleno se compactará, según la Subsección 209.11.

#### **201.06 Desechos.**

La madera aprovechable que se encuentre dentro del área a ser despejada es propiedad del Contratante. El Contratista debe disponer la limpieza y el desmorte de escombros de acuerdo con la Subsección 203.05. En el caso donde las Especificaciones Especiales o el Cartel de Licitación diga lo contrario, la madera será aprovechada por el Contratista.

#### **201.07 Aceptación.**

La limpieza y el desmorte se evaluarán en conformidad con la Subsección 107.02.

Los materiales para proteger árboles dañados (recubrimientos) se evaluarán según se dispone en la Subsección 107.02 y 107.03.

El relleno y compactación de los hoyos de desmorte y destronque se evaluarán según indica la Sección 209.

#### **201.08 Medición.**

La medida de la limpieza y desmorte se efectuará por hectárea o por suma global. No se harán reducciones del área a menos que existan áreas excluidas que estén identificadas en el Contrato.

La limpieza y el desmorte de fuentes de materiales de préstamo no se incluirán en la medición para efectos de pago.

La remoción de árboles de gran tamaño se medirá por unidad.



**201.09 Pago.**

La cantidad de trabajo aceptada por el ingeniero del contrato, medida como se indica en la Subsección 201.08, se pagará de acuerdo con el precio unitario del Contrato usando los renglones de pago indicados a continuación. Este pago compensará totalmente al contratista por los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

El pago se hará del siguiente modo:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.201.01</b> Limpieza y desmonte	Hectárea (ha)
<b>CR.201.02</b> Limpieza y desmonte	Suma global (gbl)
<b>CR.201.03</b> Remoción de árboles de gran tamaño*	Unidad (unid)

\*Árboles de gran tamaño: Cuyas dimensiones constituyan un riesgo para su eliminación con maquinaria usual.

**Sección 202.) LIMPIEZA Y DESMONTE ADICIONAL****202.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la limpieza y desmonte efectuados fuera de los límites especificados en la Sección 201, mediando autorización formal del ingeniero de proyecto. Incluye la limpieza, la eliminación de vegetación que no obstacule la visibilidad, el raleo de la vegetación y el retiro de árboles y troncos que resulte pertinente. Además, se incluye en esta labor, el manejo apropiado de los desechos de la limpieza conforme a las normas ambientales vigentes y el uso de equipos apropiados para garantizar la seguridad de los obreros y usuarios de la vía.

**202.02 Definiciones.**

(a) Limpieza seleccionada. Limpieza donde se haya decidido que permanezcan algunos árboles y/u otra vegetación.

(b) Limpieza y desmonte seleccionados. Limpieza y desmonte donde se ha determinado la permanencia de algunos árboles y/u otra vegetación.

(c) Limpieza y desmonte especial. Limpieza y desmonte en que todos los árboles y/o la vegetación son removidos.

(d) Remoción de árboles individuales o de troncos. Remoción de árboles individuales o troncos fuera de los límites de limpieza señalados en la Sección 201 o fuera de las áreas señaladas en los incisos (a) (b) y (c) de esta subsección.

**Requerimientos para la construcción****202.03 General.**

Se limpiará y se realizará el desmonte según la Sección 201 exceptuando los cambios que se describen en esta Sección. No se deberá empujar, tirar o derribar árboles de forma que puedan dañar a otros árboles designados para permanecer en el sitio. Se removerán los escombros señalados usando métodos que prevengan daños a la vegetación que no será removida. Se procederá a la limpieza y desmonte de los escombros según la Subsección 203.05.

#### **202.04 Limpieza seleccionada.**

Se limpiará y dispondrá de todos los árboles, nudos, madera tumbada y de toda vegetación seleccionada que deba ser removida.

#### **202.05 Limpieza y desmonte seleccionados.**

Se limpiará, se realizará el desmonte y la disposición de todos los árboles, nudos, madera tumbada, troncos, raíces, registros enterrados, musgo, césped, hierba y otra vegetación, que deban ser removidos.

#### **202.06 Limpieza y desmonte especial.**

Se limpiará, se realizará el desmonte y la disposición de todos los árboles, nudos, madera tumbada, troncos, raíces, registros enterrados, musgo, césped, hierba y de otra vegetación.

#### **202.07 Remoción de árboles individuales o de troncos.**

Se limpiará y dispondrán los restos de todos los árboles o troncos indicados.

#### **202.08 Aceptación.**

La limpieza adicional y el desmonte se evaluarán bajo la Subsección 107.02 y Sección 201.

#### **202.09 Medición.**

Se medirá la limpieza seleccionada, la limpieza y el desmonte seleccionados, y la limpieza y desmonte especial por hectárea, conforme a la Sección 110.02.

Se medirá la remoción de árboles individuales mediante el diámetro promedio de cada uno. No se tomarán en cuenta los árboles cortados de menos de 150 mm de diámetro para efecto de pago. Se debe medir la remoción de troncos individuales por unidad.

#### **202.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas por el ingeniero de proyecto, de acuerdo con la Subsección 202.09, se pagarán al precio de Contrato, usando la unidad de medida para los renglones de la siguiente lista y que fueron indicados en los documentos de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.

El pago se hará bajo los siguientes renglones de pago:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.202.01</b> Limpieza seleccionada	Hectárea (ha)
<b>CR.202.02</b> Limpieza seleccionados y desmonte	Hectárea (ha)
<b>CR.202.03</b> Limpieza especial y desmonte	Hectárea (ha)
<b>CR.202.04</b> Remoción individual de árboles	Unidad (unid)
<b>CR.202.05</b> Remoción individual de troncos	Unidad (unid)

### **Sección 203.) ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS**

#### **203.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la remoción y eliminación de construcciones, vallas, estructuras, pavimentos, tuberías abandonadas, alcantarillas, aceras y otras obstrucciones. Incluye además la recuperación de estructuras designadas para ser utilizadas en otro sitio. La eliminación de todos los desechos sólidos deberá cumplir las normas ambientales vigentes.

**203.02 Materiales.**

Conforme a la Sección y Subsección siguientes:

Material de relleno	704.03
Estructuras menores de concreto	601

**Requerimientos para la construcción****203.03 Material recuperado.**

Se deberán recuperar, con razonable cuidado, todos los materiales indicados por el Contratante o el ingeniero de proyecto. Preferentemente, la recuperación se puede aplicar en secciones o piezas que sean transportables. Se deberán reponer todas las tuercas, pines, miembros, placas o piezas que sean dañadas, se pierdan o destruyan durante la recuperación. Se deben amarrar todas las partes sueltas junto con las piezas principales y utilizar cajas para empacar los componentes. Estas cajas deben ser rotuladas indicando su contenido, fecha y lugar de procedencia.

Deben marcarse los miembros y piezas para realizar el armado posterior de la estructura y se suministrará un plano de armado al contratante. Se almacenará y resguardará apropiadamente el material recuperado en el área designada para este objetivo en el proyecto.

**203.04 Material removido.**

Los puentes, alcantarillas, pavimentos y otras estructuras para desagüe que estén en servicio para el paso (o tránsito) no deberán ser removidos hasta tanto no se hayan hecho los arreglos y facilidades para no interrumpir el tránsito normal. Deberá utilizarse sierra de corte para hacer recuperación o demolición parcial de aceras, bordillos, pavimentos y otras estructuras.

A no ser que el Contratante o las Especificaciones Especiales lo dispongan, los cimientos de las estructuras existentes deberán ser demolidos hasta el fondo natural o lecho del río o arroyo y las partes de la subestructura que se encuentren fuera de la corriente, se demolerán hasta por lo menos 0,50 m por debajo de la superficie natural del terreno.

En el caso de que tales elementos estructurales existentes se encuentren, ya se sea en su totalidad o en parte, dentro de los límites de la construcción de la nueva estructura, serán demolidos hasta donde indique el Contratante, para permitir la construcción de la estructura nueva.

Los puentes de acero o madera, cuya recuperación esté especificada, deberán ser desmantelados, desarmados y desmontados cuidadosamente sin causar daño a las partes para facilitar su montaje en el nuevo sitio. La operación de señalamiento de las partes podrá eliminarse por autorización del Contratante. Todo el material rescatado deberá almacenarse según queda especificado en la Subsección 202.02.

Excepto en áreas de excavación y rellenos compactados al nivel de terreno terminado en sitios donde se removieron estructuras, se hará de acuerdo con la Subsección 209.10. La compactación de los rellenos deberá realizarse según se establece en la Subsección 209.11.

**203.05 Material de desecho.**

Cuando sea económica y prácticamente factible, se debe indicar al Contratista que el material debe ser reciclado. Se debe disponer de los escombros y del material en exceso y no adecuado del siguiente modo:

(a) Material removido del proyecto. Se debe reciclar o disponer del material fuera del proyecto, en apego a la legislación vigente. Se suministrará una declaración documentada sobre la naturaleza y cantidad del material procesado o vendido para reciclar. De forma alternativa, se suministrará una copia firmada del acuerdo sobre la disposición del material por el Ingeniero de Proyecto o quien el autorice.

(b) Quema de materiales. Deberán obtenerse los permisos necesarios para realizar la quema de

materiales. Se suministrará una copia de estos permisos antes de iniciar ese proceso.

Se efectuará la quema de materiales usando procesos de alta intensidad de quemado que produzcan pocas emisiones. Por ejemplo, incineradores, altos apilamientos o trincheras y diques para quemado con entradas suplementarias de aire a presión. Se deberá proveer un inspector competente durante las operaciones de quemado.

Cuando el quemado se complete, se extinguirá el fuego de modo tal que no permanezcan escombros encendidos. Se debe disponer del material no quemado de acuerdo con el punto (a) anterior.

(c) Material enterrado. Se enterrarán los escombros en trincheras o zanjas en áreas aprobadas dentro del derecho de vía. No se deberán enterrar escombros dentro de los límites del prisma de la vía, debajo de diques de drenaje o ningún área sujeta a flujo libre de agua.

Se colocarán los escombros en capas intercaladas con suelo. Las capas intercaladas consisten en 1 m de escombros cubiertos con 0,5 m de suelo. Se deben distribuir los troncos y otras piezas grandes formando una masa densa y minimizando los vacíos de aire. Se llenarán todos los vacíos con suelo. Se cubrirá la capa enterrada superior de escombros con al menos 0,5 m de suelo compactado. Se nivelará y conformará el área.

(d) Material peligroso. Se suministrará una copia de los permisos para disponer del material. Se debe disponer del material de acuerdo con las regulaciones nacionales o locales.

#### **203.06 Aceptación.**

La remoción de estructuras y obstáculos se evaluarán bajo la Sección 209. El concreto se evaluará según la Sección 601.

#### **203.07 Medida.**

La remoción de estructuras y obstáculos se hará en cada caso por metro lineal, por metro cuadrado, por unidad o por suma global. Se debe medir la remoción por metro o por metro cuadrado antes de que esta se realice.

#### **203.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica en la Subsección 203.07, se pagarán de acuerdo con el precio unitario de Contrato usando los renglones de pago indicados a continuación y según los documentos de licitación. El pago compensará totalmente los trabajos descritos en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se hará del siguiente modo:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.203.01</b> Remoción (descripción)	Unidad (unid)
<b>CR.203.02</b> Remoción (descripción)	Metro Lineal (m)
<b>CR.203.03</b> Remoción (descripción)	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.203.04</b> Remoción (descripción)	Suma Golbal (gbl)
<b>CR.203.05</b> Remoción de estructuras y obstáculos	Suma Golbal (gbl)

### **Sección 204.) EXCAVACIÓN Y TERRAPLENADO**

#### **204.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la excavación de material y la construcción de terraplenes. Esto incluye el suministro, acarreo, acopio, colocación, desecho, formación de taludes, conformación, compactación y acabado de material de tierra y material rocoso.

#### 204.02 Definiciones.

(a) Excavación en la vía: Se refiere a todo el material excavado dentro de los límites del derecho de vía o dentro de las áreas de servidumbre, exceptuando la subexcavación descrita en el inciso (i) y la excavación estructural tratada en las Secciones 208 y 209. La excavación en la vía incluye todo el material encontrado independientemente de su naturaleza o características.

(b) Excavación en roca: La excavación en roca consistirá en toda aquella excavación realizada en materiales de procedencia ígnea, metamórfica, sedimentaria, o en formaciones geológicas firmemente cimentadas o litificadas, en cuya excavación se requiera, en forma imprescindible, sistemática y permanente, del uso de explosivos. También, se clasificará como excavación en roca la extracción y remoción de rocas o piedras aisladas que requieran del uso de explosivos para su remoción.

Además, el material excavado se podrá clasificar como roca por medio de métodos geofísicos, si en las especificaciones especiales se determina como excavación en roca aquel material que tenga una determinada combinación de designación de calidad de roca (RQD) y resistencia a la compresión confinada de roca (RCS), una determinada velocidad de onda compresional (VP) o un determinado índice de excavabilidad (IE). También podrán utilizarse martillos hidráulicos de gran tonelaje.

(c) Excavación común: La excavación común comprenderá aquellos materiales cuya excavación no requiera el uso de explosivos, aunque sea preciso el empleo de escarificadores pesados (rippers). También, el material excavado podrá clasificarse como excavación común por medio de métodos geofísicos si en las especificaciones especiales se define como excavación común aquel material que tenga una determinada combinación de designación de calidad de roca (RQD) y resistencia a la compresión confinada de roca (RCS), una determinada velocidad de onda compresional (VP) o un determinado índice de excavabilidad (IE) menores que los especificados para la excavación en roca. No se incluirá dentro de este tipo de excavación ninguna otra que esté clasificada de otro modo en el contrato.

(d) Excavación no clasificada: Si no se especifica en el Cartel de Licitación una cantidad determinada para excavación en roca, excavación común o de cualquier otro tipo, todos los trabajos de excavación comprendidos en esta sección se considerarán excavación no clasificada, sin tomar en cuenta la cantidad ni calidad de los materiales encontrados durante las excavaciones.

(e) Excavación en fango o escombros: Esta clase de excavación consistirá en la remoción y evacuación de mezclas de tierra y materia orgánica, saturadas o no, que no sean adecuadas para usarlas en rellenos o terraplenes o como fundación de estos.

Cuando en el Cartel de Licitación no se incluya este renglón y aparezcan los renglones de pago "excavación en roca" y "excavación común", la excavación en fango o en escombros se pagará como excavación común.

(f) Excavación de derrumbes: Este trabajo consistirá en eliminar materiales provenientes de desprendimientos en los taludes excavados o en las laderas naturales.

Cuando en el Cartel de Licitación no se incluya este renglón, pero sí aparezcan los renglones de pago "excavación en roca" y "excavación común", cualquier excavación realizada conforme con este artículo se pagará como excavación común o de acuerdo con la Subsección 110.04, según lo determine el ingeniero.

(g) Excavación de zanjas o canales: Este trabajo consistirá en la excavación de zanjas o canales de desagüe que no pueda ejecutarse con el equipo convencional de movimiento de tierras y que requiera el uso de

equipo especial (retroexcavadoras, máquinas zanjeadoras, etc.), o cuya construcción se realice a mano.

Cuando en el Cartel de Licitación no se incluya este renglón, pero sí los renglones de pago de "excavación en roca" y "excavación común", cualquier excavación realizada conforme con este artículo se pagará como excavación en roca o como excavación común, según los requisitos que apliquen en cada caso.

(h) Excavación de préstamo: El préstamo consistirá de material aprobado necesario para la construcción de terraplenes, rellenos u otras partes de la obra, que deberá obtenerse de fuentes aprobadas por el ingeniero y clasificadas como sigue:

(1) Préstamo caso 1: el préstamo caso 1 consistirá en la excavación de materiales provenientes de fuentes de materiales indicadas en los planos o en las especificaciones especiales, o marcadas por el ingeniero.

(2) Préstamo caso 2: el préstamo caso 2 consistirá en la excavación de materiales provenientes de fuentes de materiales elegidas por el Contratista y aprobadas por el ingeniero, de acuerdo con lo dispuesto en la Subsección 107.02, y deberá tener un valor de soporte (CBR) igual o mayor al utilizado en el diseño del pavimento.

(3) Préstamo seleccionado para acabado: cuando así se indique en los planos o en el Cartel de Licitación, las partes superiores del pavimento u obra básica del camino, tanto en los cortes como en los terraplenes, se construirán en capas de material de préstamo seleccionado para acabado proveniente de fuentes de préstamo caso 1 o caso 2. El material de acabado deberá cumplir con los requisitos de la tabla 204-1.

Tabla 204-1.

**Requisitos para préstamo seleccionado para acabado**

<b>Descripción</b>	<b>Especificación</b>
Pasando la malla de 76,2 mm	100 %
Valor de soporte CBR	De acuerdo con Cartel de Licitación, pero no menor de 10 %
Límite líquido	Máximo 35 %
Índice plástico	Máximo 10 %
Grado de compactación	95 % mínimo del AASHTO T-99

(4) El Contratista deberá notificar al ingeniero, con suficiente anticipación, la apertura de cualquier zona de préstamo, con el objeto de que este último pueda ordenar la medición y acotamiento del área mediante la obtención de secciones transversales después de efectuada la limpieza o el destape, y se pueda muestrear el material para su análisis y aprobación antes de usarlo, según lo establecido en la Tabla 204-2.

No se reconocerá el pago por excavaciones que se realicen sin haberse tomado las secciones transversales iniciales en una zona de préstamo, por no habersele comunicado al ingeniero.

(i) Subexcavación. Se refiere al material excavado por debajo del nivel de la subrasante, en tramos de corte, por debajo del terreno original, en tramos de terraplén. La subexcavación no incluye el trabajo requerido en las Subsecciones 204.05, 204.06 (b) y 204.06 (c).

(j) Construcción de terraplenes. La construcción de terraplenes consiste en la colocación y compactación de los materiales excavados en la vía o en bancos de préstamo. Este trabajo incluye:

- (1) Preparación de la fundación de terraplenes.
- (2) Construcción del terraplén de la vía.
- (3) Construcción de escalones (hamacas) para terraplenes a media ladera.
- (4) Construcción de diques, rampas, y bermas.
- (5) Rellenado de áreas subexcavadas, hoyos, fosos y otras depresiones.

(k) Material para terraplenes. Los materiales para la construcción de terraplenes son:

- (1) Roca. Se entiende por roca el material que contiene 25% o más, en volumen, de pedazos de roca mayores de 100 mm de diámetro.
- (2) Tierra. Se le aplica este término al material que contiene menos del 25%, en volumen, de pedazos de roca de más de 100 mm de diámetro.

(l) Tierra vegetal conservada. Este es el material excavado y conservado de la excavación en la vía y de las áreas de la fundación del terraplén, que es apropiado para el crecimiento de hierba, siembras de cobertura o vegetación nativa. Este material debe ser razonablemente libre de suelo duro, roca, arcilla, sustancias tóxicas, basura y otros materiales perjudiciales.

(m) Desperdicio. Se llama así al material sobrante (o residual) del balance entre excavación y terraplenado, o material inadecuado o material de subexcavaciones que no se puede usar en otro trabajo del proyecto.

#### **204.03 Materiales.**

Los materiales deberán cumplir con lo estipulado en las siguientes Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Préstamo selecto	704.07
Material selecto para capa superficial	704.08
Capa superficial	704.05
Préstamo no clasificado	704.06
Agua	725.01

### **Requerimientos para la Construcción**

#### **204.04 Preparación para la excavación en la vía y la construcción de terraplenes.**

El área deberá ser despejada de vegetación y obstrucciones de acuerdo con las Secciones 201 y 202.

#### **204.05 Conservación de tierra vegetal.**

La tierra vegetal procedente de la excavación de la vía y de las áreas de la fundación de los terraplenes, deberá ser conservada de acuerdo con las instrucciones del Contratante. La tierra vegetal conservada será amontonada en camellones de baja altura ubicados inmediatamente después de los límites de redondeo de los taludes de corte y terraplenes, o en otros lugares aprobados. La tierra vegetal será separada de todo otro material excavado. La tierra vegetal conservada será colocada sobre los taludes terminados, de acuerdo con la Sección 624.

#### **204.06 Excavación de la vía.**

Se excavará en la forma siguiente:

(a) Generalidades. No se deberá perturbar el material o la vegetación existente fuera de los límites de la construcción.

El material adecuado para rellenar estructuras, acabado de la superficie de la vía, coronamiento de la

terracería u otros propósitos, se deberá excavar en una secuencia que permita la colocación del material excavado directamente en su posición final o en apilamientos para su posterior colocación.

Se incorporará en los terraplenes sólo material adecuado. Se reemplazará cualquier faltante de material adecuado causado por la disposición prematura de material excavado en la vía. Se desechará el material inadecuado o excavado en exceso de acuerdo con la Subsección 204.14.

Al final de cada día de operaciones, se deberán conformar y compactar las áreas trabajadas para proveer un medio de drenaje y una sección transversal uniforme. Se eliminará todo surco y puntos bajos que pudieran retener agua.

(b) Cortes en roca. La roca será volada de acuerdo con la Sección 205. Los cortes en roca serán excavados hasta 150 mm por debajo de la subrasante del proyecto, para conformarla debidamente dentro de los límites de la corona de la vía. Se rellenará hasta el nivel de la subrasante con material adecuado. Se compactará el material de acuerdo con la Subsección 204.11.

(c) Cortes en tierra. Los cortes en tierra serán escarificados hasta una profundidad de 150 mm debajo de la subrasante, para conformarla debidamente dentro de los límites de la corona de la vía. Se compactará el material escarificado de acuerdo con la Subsección 204.11.

#### ***204.07 Subexcavación.***

Se excavará el material existente dentro de los límites mostrados en los planos o designados por el Contratante. Cuando sea aplicable, se tomarán secciones transversales de acuerdo con la Sección 152. Se debe evitar que el material inadecuado llegue a mezclarse con el material de relleno. Se desechará el material inadecuado de acuerdo con la Subsección 204.14. Se rellenará la subexcavación con material adecuado. Se compactará el material de acuerdo con la Subsección 204.11.

#### ***204.08 Excavación de préstamo.***

Todo el material adecuado excavado en la vía deberá ser utilizado en la construcción de terraplenes. El Contratista no deberá usar excavación de préstamo si ello va a resultar en una excavación extra en la vía. Si el Contratista contraviene esta disposición, la excavación extra de préstamo que resulte, le será deducida de la cantidad total de excavación de préstamo.

El Contratista deberá obtener la aprobación de la fuente del material de préstamo de acuerdo con lo estipulado en la Subsección 106.02 y desarrollar y restaurar los bancos de préstamo según lo estipulado en la Subsección 106.03. El Contratista no deberá excavar más allá de los límites establecidos. Cuando sea aplicable, el Contratista deberá conformar el banco de préstamo para permitir la medida exacta cuando la excavación haya sido completada.

#### ***204.09 Preparación de la fundación para la construcción del terraplén.***

Se procederá en la forma siguiente:

(a) Terraplén de menos de 1 metro de altura sobre el terreno natural. Se deberá desmenuzar completamente la superficie del terreno despejado hasta una profundidad mínima de 150 mm, arándola o escarificándola. Se compactará la superficie del terreno de acuerdo con la Subsección 204.11.

(b) Terraplén de menos de 500 milímetros de altura sobre una superficie de camino existente de concreto hidráulico, concreto asfáltico o de grava. Se escarificará el camino de grava hasta una profundidad mínima de 150 mm. Se escarificará o pulverizará la superficie de caminos asfálticos o de concreto hidráulico hasta una profundidad de 150mm, por medio de un arado o escarificador para obtener un material uniforme. Se compactará la superficie del terreno de acuerdo con la Subsección 204.11.

(c) Terraplén sobre terreno incapaz de soportar el equipo. Se construirá la superficie de soporte del



terraplén mediante descargas sucesivas de material apropiado creando capas uniformes y capaces de soportar el equipo de construcción. Se limitará el espesor de la capa al mínimo necesario para soportar el equipo.

(d) Terraplén sobre una pendiente mayor de 1:3 (1V/3H). Se cortarán bancos o escalones en la pendiente existente con un ancho suficiente para acomodar el equipo y las operaciones de colocación y compactación. Se harán los escalones a medida que se vaya colocando y compactando el terraplén en capas (terrazas). Se debe comenzar cada banco en la intersección del terreno original y el corte vertical del banco anterior.

#### **204.10 Construcción del terraplén.**

Se incorporará en el terraplén solamente material excavado en la vía que sea adecuado. Cuando se agote el material adecuado de la excavación en la vía, se suministrará material de préstamo no clasificado para completar el terraplén. Se construirá el terraplén de la siguiente manera:

(a) Generalidades. Al final de las operaciones de cada día, se deberá conformar, sellar y compactar la superficie del terraplén para que drene y quede con una sección transversal uniforme. Se eliminará todo surco y puntos bajos que puedan retener agua.

Durante todas las etapas de la construcción se fijarán rutas y se distribuirá la circulación del equipo de acarreo y nivelación en todo el ancho y longitud de cada capa de material.

Se compactarán los taludes laterales del terraplén con un rodillo del tipo de impacto (apisonador) o con pasadas de un tractor. Para taludes de 1:1,75 o más, en el sentido vertical, se compactarán los taludes a medida que progresa la construcción del terraplén.

(b) Pedraplenes. Se colocará la roca en capas horizontales de no más de 300 mm de espesor compacto. Los materiales compuestos predominantemente de "bolones" o fragmentos de roca demasiado grandes para ser colocados en capas de 300 mm, pueden ser colocados en capas de hasta 600 mm de espesor. Los "bolones" o fragmentos de roca de sobretamaño se deberán incorporar en capas de 600 mm, reduciéndolos de tamaño o bien colocándolos individualmente según se indica en (c) más adelante. Las capas de roca se deberán colocar con suficiente tierra, incorporando rocas de menor tamaño para llenar los vacíos. Se compactará cada capa de acuerdo a la Subsección 204.11, antes de colocar la capa siguiente.

Se construirán los 300 mm superiores del pedraplén con material para corona u otro material adecuado.

(c) Construcción de pedraplén con fragmentos de roca y bolones individuales. Los fragmentos de roca y bolones individuales mayores de 600 mm de diámetro, serán colocados de la siguiente forma:

(1) Se reducirán los pedazos de roca a menos de 1200 mm en su dimensión más grande.

(2) Se distribuirán las rocas dentro del pedraplén de forma que se produzca un acuíñamiento y rellenado de vacíos entre ellas con material más fino.

(3) Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 204.11.

(d) Terraplén. La tierra se deberá colocar en capas horizontales que no excedan los 300 mm de espesor compactado. Los bolones y fragmentos de roca de sobretamaño, se deberán incorporar en las capas de 300mm mediante reducción de tamaño o colocándolos individualmente, según se indicó en (c).

Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 204.11, antes de colocar la capa siguiente.

(e) Terraplén fuera del prisma de la vía. Cuando se coloquen terraplén fuera de las estacas que delimitan el prisma de la vía, se colocará el material en capas horizontales que no excedan 600 mm de espesor compactado. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 204.11 (b).

(f) Otros terraplén. Cuando se coloquen terraplén a un lado de los bastiones o estribos de un

puede, aletones, pilas o cabezales de alcantarilla, el material se deberá compactar usando métodos que eviten las presiones excesivas contra la estructura.

Cuando se coloque un material de terraplén en ambos lados de un muro de concreto o estructura de una caja, se conducirán las operaciones de manera que el material del terraplén compactado esté al mismo nivel en ambos lados de la estructura.

Cuando se hinquen pilotes estructurales en lugares de un terraplén, se limitará el tamaño máximo de partículas a 100 mm.

#### **204.11 Compactación.**

Se compactará de la siguiente forma:

(a) Pedraplén. El contenido de humedad del material se deberá ajustar a un valor apropiado para la compactación. Cada capa de material será compactada, a todo el ancho, de acuerdo con uno de los siguientes métodos:

- Cuatro pasadas de aplanadora de rodillos de 45 toneladas, del tipo de compresión.
- Cuatro pasadas de una aplanadora de rodillos vibratorios que tengan una fuerza dinámica mínima de 180 kilonewtons de impacto por vibración y una frecuencia mínima de 16 hertzios.
- Ocho pasadas de una aplanadora de rodillos de 20 toneladas del tipo de compresión.
- Ocho pasadas de un rodillo vibratorio que tenga una fuerza dinámica mínima de 130 kilonewtons de impacto por vibración y una frecuencia mínima de 16 hertzios.
- El esfuerzo de compactación para capas de más de 300 mm de espesor, será proporcionado como sigue:

sigue:

- Por cada 150 mm adicionales o fracción, se aumentará en cuatro el número de pasadas de aplanadora, en los casos (1) y (2) antes mencionados.
- Por cada 150mm adicionales o fracción, se aumentará en ocho el número de pasadas de aplanadora, en los casos (3) y (4) antes mencionados.
- Se debe operar las aplanadoras del tipo de compresión a velocidades menores a dos metros por segundos y los rodillos vibratorios a velocidades menores de un metro por segundo.

(b) Terraplenes. Se debe clasificar el material de acuerdo a AASHTO M 145. Para material clasificado A-1 ó A-2-4, se determinará la densidad máxima de acuerdo con AASHTO T 180 método D. Para otras clasificaciones de material, se determinará el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima, de acuerdo con AASHTO T 99 método C.

Se ajustará el contenido de humedad del material clasificado A-1 hasta A-5 al contenido de humedad apropiado para la compactación. Se ajustará el contenido de humedad del material clasificado como A-6 y A-7, dentro de un margen del 2% del contenido óptimo de humedad.

El material colocado en todas las capas del terraplén y el material escarificado en los tramos en corte se deberá compactar por lo menos al 95% de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad en el sitio se deberán determinar de acuerdo con AASHTO T 238 y T 239 u otros procedimientos de ensayo aprobados.

#### **204.12 Cunetas y zanjas.**

Se deberán hacer los taludes, la pendiente y formar las cunetas laterales. Se removerán todas las raíces, troncos, rocas o materiales similares que sobresalgan. Se deben mantener abiertas las cunetas y zanjas, libres de hojas, estacas y toda clase de detritos.

Se formarán las contracunetas por medio de arado u otros métodos aceptables, para construir un surco continuo. Se colocará todo el material excavado al lado bajo del talud de tal manera que el fondo de la contracuneta quede aproximadamente 0,50 m debajo de la cresta del material suelto. Se limpiará la contracuneta usando una

pala de mano, un zanjeador u otro método apropiado. Se conformará la contracuneta de manera que el flujo del agua no se desborde según la Sección 663.

#### **204.13 Taludes, conformado y acabado.**

Antes de colocar las capas superficiales de agregados se deberán completar los taludes, cunetas, zanjas, alcantarillas, empedrados, zampeados y otras estructuras menores subterráneas. Se cortará, conformará y dará acabado a los taludes de conformidad con lo siguiente:

(a) Taludes. Todos los taludes de tierra se deberán dejar con superficies ásperas uniformes, excepto lo que se describe en (b) más adelante, sin quiebres notables vistos desde la vía. Excepto en roca sólida, se redondearán las partes superior e inferior de todos los taludes, incluyendo los taludes de las cunetas y zanjas de drenaje. Se redondeará el material que recubre la roca sólida hasta el grado en que sea práctico. Se eliminarán los salientes en todo talud de roca.

Si ocurre un deslizamiento o derrumbe en un talud de corte o terraplén, se removerá o reemplazará el material y se reparará o restaurará todo daño sufrido por la obra. Se deberá banquetear o bloquear el talud para estabilizar el deslizamiento. Se deberá reconformar el talud del corte o terraplén a una condición aceptable.

(b) Taludes en escalones. Cuando así lo requiera el Contrato, se deberán construir escalones en los taludes de 1,3:1 ó 1:2. Se construirán los escalones de aproximadamente 50 cm de altura. Se combinarán los escalones en el terreno natural al final del corte. Si el talud contiene afloramientos de roca no desgarrable, se combinarán los escalones dentro de la roca. Se deberá remover el material suelto encontrado en el área de transición. Exceptuando la remoción de rocas grandes que puedan caer, no será requerido eliminar los salientes en los taludes de roca escalonados.

(c) Conformación. La subrasante se deberá conformar hasta dejar una superficie lisa y de acuerdo con la sección transversal requerida. Los taludes se deberán conformar siguiendo una transición gradual, realizando los acomodos de taludes sin quiebres apreciables. En los extremos de los cortes y en las intersecciones de cortes y terraplenes, se acomodarán los taludes en los planos horizontal y vertical a fin de fundirse el uno con el otro o con el terreno natural.

(d) Acabado. Se deberá remover todo material de más de 150 mm de tamaño de la superficie de la vía. Se removerá todo el material inestable de la superficie de la vía y será reemplazado con material adecuado. Se dará un acabado a las superficies de tierra de la vía con una tolerancia de  $\pm 15$  mm y las superficies de roca, dentro de  $\pm 30$  mm de la línea y rasante estaqueadas. Se debe construir la sección transversal de las cunetas dentro de  $\pm 30$  mm de la línea y rasante estaqueadas. Se mantendrá un drenaje adecuado de las cunetas y zanjas.

#### **204.14 Disposición de materiales inadecuados o excedentes.**

Los materiales inadecuados y excedentes, o de deshecho del Proyecto, serán responsabilidad total del Contratista y deberán ser ubicados fuera del proyecto bajo entera responsabilidad del Contratista, previa aprobación del Ingeniero de Proyecto.

#### **204.15 Aceptación.**

El material para terraplenes y tierra vegetal conservada serán evaluados visualmente de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación y construcción de terraplenes serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayos, de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver Tabla 204-2 que muestra los requerimientos mínimos para muestreo y ensayo.

La limpieza será evaluada bajo las Secciones 201 y 203.

La colocación de tierra vegetal conservada será evaluada bajo la Sección 624.

#### **204.16 Medida.**

La medida será como se indica a continuación:

(a) Excavación en la vía. Cuando en el pliego de licitación aparece el concepto de pago por excavación en la vía y no aparece el concepto de pago por construcción de terraplenes, el material excavado se medirá en metros cúbicos, en su posición original, como sigue:

(1) Se incluirán como excavaciones en la vía los siguientes volúmenes:

-Excavación en el prisma de la vía definido por las secciones típicas del Proyecto.

-Material rocoso excavado y removido de debajo de la subrasante en tramos de corte.

-Cuando no exista en el pliego de licitación el concepto de pago para subexcavación, se incluirán el material inadecuado extraído debajo de la subrasante y el material inadecuado debajo de las áreas de terraplén. Cunetas y zanjas, exceptuando las contracunetas, que son medidas bajo concepto de pago separado.

-Tierra vegetal conservada.

-Material de préstamo usado en la obra, cuando en el Pliego de Licitación no exista el concepto de pago para préstamo.

-Rocas sueltas dispersas removidas y colocadas en la vía según se requiera.

-Material conservado tomado de los montículos y usado en las obras de la Sección 204, exceptuando la tierra vegetal medida bajo la Sección 624.

-Material de deslizamientos y derrumbes no atribuibles al método de operación del Contratista.

(2) La excavación en la vía no deberá incluir lo siguiente:

-Descortezado (descapote) y otros materiales de desecho de los bancos de préstamo.

-Sobreexcavación en los taludes de corte en excavación en roca.

-Agua u otro material líquido.

-Material usado en trabajos diferentes a los requeridos en el pliego de especificaciones del Proyecto.

-Material de la capa superficial de la vía escarificado en su lugar y no removido.

-Material excavado al escalonar los taludes de corte.

-Material excavado al redondear los taludes de corte.

-Preparación de la fundación para la construcción de terraplenes.

-Material excavado para hacer banqueos y construir terraplenes.

-Material de deslizamientos o derrumbes atribuibles al método de operación del Contratista.

-Material conservado amontonado por opción del Contratista.

-Material excavado fuera de los límites establecidos para el talud.

(b) Subexcavación. Cuando en el pliego de licitación aparece el concepto de pago para subexcavación, ésta será medida en metros cúbicos en su posición original.

(c) Préstamo no clasificado, préstamo selecto y material selecto para la capa superficial de la corona de la vía. Cuando en el Pliego de Licitación aparece el concepto de pago para excavación de préstamo, ya sea

préstamo no clasificado, préstamo selecto o préstamo selecto para capa superficial, el volumen será medido en metros cúbicos en su posición original o en toneladas. No se medirá la excavación de préstamo cuando ésta haya sido hecha en vez de utilizar los excedentes de la excavación en la vía. Si la excavación de préstamo es medida en metros cúbicos, se tomarán las secciones transversales del terreno original después de descortezarlo o descapotarlo. Al completar la excavación y después de devolver el material de desperdicio al banco, se tomarán las secciones transversales finales antes de colocar de nuevo el material de descapote. Las secciones transversales finales serán tomadas en los mismos puntos de las originales.

(d) Construcción de terraplenes. Cuando en el Pliego de Licitación aparece el concepto de pago para la construcción de terraplenes, la medida se hará en metros cúbicos en su posición final. No se medirá la excavación en la vía, excepto según lo descrito en (3) más adelante. No se harán deducciones de la cantidad de construcción de terraplenes por el volumen ocupado por estructuras menores.

(1) Se incluirá en la cantidad por construcción de terraplenes, los siguientes volúmenes:

- Terraplenes de la vía.
- Material usado para rellenar áreas subexcavadas, hoyos, fosos y otras depresiones.
- Material usado para restaurar -a su relieve original- caminos o calles que estaban abandonados.
- Material usado en diques, rampas, promontorios y bermas.

(2) No se incluirá en el volumen de construcción de terraplenes, lo siguiente:

- Volúmenes de preparación de fundaciones para la construcción de terraplenes.
- Ajustes por asentamiento del terraplén o de la fundación sobre la cual está colocado.
- Material usado para redondear los taludes del relleno.

(3) Cuando en el pliego de licitación aparecen conceptos de pago para construcción de terraplenes y de excavación en la vía, se medirá la excavación en la vía en metros cúbicos en su posición original y serán incluidos solamente los siguientes volúmenes:

- Material inadecuado subexcavado en cortes y material inadecuado extraído debajo de los terraplenes, cuando en el Pliego de Licitación no existe el concepto de pago para subexcavación.
- Material de deslizamientos y derrumbes no atribuibles al método de las operaciones del Contratista.
- Zanjas de drenaje, cambios de canal y zanjas de desviación.

(e) Contracunetas. Las contracunetas se medirán en metros lineales.

(f) Redondeo de los taludes de corte. El redondeo de los taludes de corte se medirá en metros lineales horizontalmente a lo largo de la vía y a cada lado de la misma.

(g) Desecho. Se medirá el desecho o desperdicio en metros cúbicos en su posición final. Se medirán las secciones transversales iniciales de la superficie del terreno después de descapotar el área. Al concluirse la colocación del material de desecho, se medirán de nuevo las secciones transversales antes de volver a colocar el material de descapote. Las secciones transversales serán tomadas usando los mismos puntos de referencia antes y después del desecho.

(h) Descamado de taludes. El descamado de taludes se medirá en metros cúbicos en los vehículos de acarreo.

#### **204.17 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas según lo descrito en la Subsección 204.16, serán pagadas al precio contractual por unidad de medida para los conceptos de pago enlistados más adelante que aparezcan en el Cartel

de Licitación. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección y de conformidad con la Subsección 110.05.

El pago será hecho bajo los siguientes conceptos de pago:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.204.01</b> Excavación en la vía	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.204.02</b> Subexcavación	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.204.03</b> Préstamo no clasificado	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.204.04</b> Préstamo no clasificado	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.204.05</b> Préstamo selecto (*)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.204.06</b> Préstamo selecto (*)	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.204.07</b> Material selecto para la capa superficial de la vía	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.204.08</b> Material selecto para la capa superficial de la vía	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.204.09</b> Construcción de terraplenes	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.204.10</b> Contracunetas	Metro lineal (m)
<b>CR.204.11</b> Redondeo de taludes de corte	Metro lineal (m)
<b>CR.204.12</b> Desecho	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.204.13</b> Descamado de taludes	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

(\*) Préstamo selecto es de Clase 1 ó de Clase 2.

Tabla 204.2  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Métodos de ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Localización del muestreo	Muestra cuarteada	Reporte	
Material superficial (704.05)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Clasificación	AASHTO M 145	1 por tipo de suelo	Procesamiento de material antes de incorporarlo al trabajo	Sí, cuando se requiera	Antes de iniciar el trabajo	
		Humedad-densidad	AASHTO T 180, método D(1) o T 99, método C(1)	1 por tipo de suelo pero no menos de 1 por cada 10 000 m <sup>3</sup>	“	“	“	
		Compactación	AASHTO T 130 u otros procedimientos aprobados	1 por 5000 m <sup>2</sup> pero no menos de 1 por capa	En Sitio	---	---	
Material selecto para capa superficial (704.08)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Clasificación	AASHTO M 145	1 por tipo de suelo pero no menos de 1 por cada día de producción	Procesamiento de material antes de incorporarlo al trabajo	Sí, cuando se requiera	Antes de iniciar el trabajo	
		Graduación	AASHTO T 27 & T 11	“	“	“	“	
		Límite líquido	AASHTO T 89	“	“	“	“	
		Humedad-densidad	AASHTO T 180, método D(1) o T 99, método C(1)	1 por tipo de suelo pero no menos de 1 por cada 10 000 m <sup>3</sup>	“	“	“	“
		Compactación	AASHTO T 130 u otros procedimientos aprobados	1 por 5000 m <sup>2</sup> pero no menos de 1 por capa	En Sitio	“	Antes de colocar la siguiente capa	

Tabla 204.2 (Continuación)  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Métodos de ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayo	Localización del muestreo	Muestra cuarteada	Reporte
Préstamo sin clasificar (704.06)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Clasificación	AASHTO M 145	1 por tipo de suelo	Procesamiento de material antes de incorporarlo al trabajo	Sí, cuando se requiera	Antes de iniciar el trabajo
		Humedad-densidad	AASHTO T 180, método D(1) o T 99, método C(1)	1 por tipo de suelo pero no menos de 1 por cada 10 000 m <sup>3</sup>	"	"	"
		Compactación	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 3000 m <sup>2</sup> pero no menos de 1 por capa	En Sitio	---	Antes de colocar la siguiente capa
Préstamo selecto (704.07)	Conformidad determinada o ensayada (107.04)	Clasificación	AASHTO M 145	1 por tipo de suelo pero no menos de 1 por cada día de producción	Procesamiento de material antes de incorporarlo al trabajo	Sí, cuando se requiera	24 horas
		Graduación	AASHTO T 27 & T 11	"	"	"	"
		Límite líquido	AASHTO T 89	"	"	"	"
		Humedad-densidad	AASHTO T 180, método D(1) o T 99, método C(1)	1 por 3000 m <sup>2</sup> pero no menos de 1 por capa	"	"	"
		Compactación	AASHTO T 310 u otro procedimiento aprobado	1 por tipo de suelo pero no menos de 1 por cada día de producción	En Sitio	"	Antes de colocar la siguiente capa



Tabla 204.3  
**Muestreo y ensayo**

<b>Material o producto</b>	<b>Propiedades o características del ensayo</b>	<b>Métodos de ensayo o especificación</b>	<b>Frecuencia de ensayo</b>	<b>Localización del muestreo</b>
Material de relleno, banco del material, estructuras y préstamo no clasificado	Clasificación	AASHTO M 145	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Humedad-Densidad	AASHTO T 180, método D(1) o T 99, método C(1)	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y 239 u otros métodos aprobados	1 por cada 4000 m <sup>2</sup> pero no menos de 1 por cada capa	Material tomado de la carretera
Material de préstamo	Clasificación	AASHTO M 145	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C ó AASHTO T 180 Método D	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado a la obra
	Graduación Límite Líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 por cada 5000 m <sup>3</sup>	Material procesado antes de ser incorporado a la obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro método aprobado	1 por cada 300 m <sup>3</sup> (500 Tm) pero no menos de 1 por cada capa	Material tomado de la carretera
Material de apilamiento	Clasificación	AASHTO M 145	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado a la obra
	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C ó AASHTO T 180 Método D <sup>(1)</sup>	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado a la obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y 239 u otros métodos aprobados	1 por cada 300 m <sup>3</sup> (500 Tm) pero no menos de 1 por cada capa	Material tomado de la carretera

(1) Ver Subsección 204.11 (b)

## **Sección 205.) VOLADURA DE ROCAS**

### **205.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la fracturación de roca y construcción de cortes finales estables en roca usando voladura controlada y técnicas de voladura para producción. La voladura controlada utiliza explosivos para producir planos de corte en la roca a lo largo de superficies específicas. La voladura controlada incluye precorte. La voladura de producción utiliza explosivos para fracturar la roca.

### **205.02 Materiales.**

Conforme a la siguiente Subsección:

Explosivos y accesorios para voladura 725.25

### **Requerimientos para la construcción**

### **205.03 Regulaciones.**

Se deben suministrar copias u otras pruebas de todos los permisos y licencias aplicables. Estas deben cumplir con las regulaciones nacionales y locales sobre la compra, transporte, almacenamiento y uso del material explosivo.

### **205.04 Plan de voladura.**

Se debe suministrar el plan de voladura por lo menos 14 días calendario antes del inicio de las operaciones de perforación o cuando haya un cambio en los procedimientos propuestos para la perforación o voladura. Se deben incluir los detalles completos de los patrones de perforación y voladura, así como las técnicas que se proponen para la voladura controlada y de producción incluyendo las provisiones para introducir los explosivos dentro de los hoyos bajo el nivel de agua.

El plan de voladura debe contener como mínimo:

- Máxima longitud y ancho del área de voladura, así como la profundidad de la detonación.
- Planta típica y sección del patrón de perforación para las perforaciones de voladura controlada y hoyos de voladura de producción. Se debe mostrar la cara libre, sobrecarga de terreno, diámetros de hoyos, -profundidades, espaciamentos, inclinaciones y profundidad de perforación adicional, si es necesario.
- Patrón de carga, usando un diagrama que muestre:
  - Localización de cada hoyo.
  - Localización y cantidad de cada tipo de explosivo en cada hoyo incluyendo fulminantes e iniciadores.
  - Localización, tipo y profundidad del cañón.
  - Métodos de iniciación y retardos, tiempos de retardo y factor de potencia.
  - Información del fabricante respecto a todos los explosivos, fulminantes, iniciadores y otros aparatos usados en la voladura.
  - Procedimientos de trabajo y medidas de seguridad para almacenamiento, transporte, y manipulación de explosivos.
  - Procedimientos de trabajo y medidas de seguridad para realizar las voladuras.
- El plan de voladura es para tener un control de calidad y con el propósito de disponer de un sistema de registros. La revisión del plan de voladura no releva al contratista de la responsabilidad del uso de las perforaciones disponibles, la tecnología de voladura y de obtener los resultados requeridos.

### **205.05 Encargado de la voladura.**

Al menos 14 días calendario antes de recibir o usar el material explosivo, se debe designar por escrito a un encargado de la voladura. Se requiere proveer evidencias de que el encargado tiene una licencia nacional válida u otra licencia expedida por un cuerpo licenciado equivalente, para un tipo de voladura como el requerido.

### **205.06 Voladura de prueba.**

Se perforará, detonará y excavará una o más secciones cortas de prueba, tal como se propone en el plan de voladura, antes de realizar las perforaciones y la voladura a escala real. Se pueden realizar voladuras de prueba fuera de o en la línea final del talud. El espaciamiento de los hoyos para voladura controlada debe ser de 750 milímetros para las voladuras de prueba iniciales. Se ajustará el espaciamiento tal como fue aprobado por el Contratante. Se usará el espaciamiento aprobado para la voladura a escala real, o si es necesario, para las subsiguientes voladuras de prueba.

Cuando se determina que la voladura de prueba es inaceptable, se debe revisar el plan de voladura y hacer una prueba adicional. Una prueba de voladura es inaceptable cuando se produce fracturamiento más allá de la cara final de roca, si se presenta proyección aérea de rocas, vibraciones, ondas aéreas de impacto, sobrefracuramiento, daños en la cara final de roca o se están violando otros requerimientos.

### **205.07 Voladura controlada.**

(a) General. La perforación y las detonaciones se deben hacer de acuerdo con el plan de voladura. Cuando las alturas en roca son mayores de 3 metros sobre la cuneta o los taludes están proyectados 2:1 o con mayor pendiente, se deben usar métodos de voladura controlada para conformar las superficies finales en roca.

Se usarán hoyos con un ángulo hacia abajo u hoyos para voladura perforados en abanico para guiar los cortes de roca en la corona o preparar una plataforma de trabajo para la voladura controlada. Se usarán hoyos de voladura con el diámetro establecido para la voladura controlada y espaciados no más de 750 mm.

(b) Perforación. Se debe remover el suelo y la roca suelta a lo largo de la parte superior de la excavación, por lo menos 10 m más allá de los límites de las perforaciones de los hoyos de producción o hasta el final del corte.

Se perforarán los hoyos de voladura controlada con un diámetro de  $75 \pm 25$  mm a lo largo de la cara final de roca. Se deben perforar los hoyos de voladura controlada con precisión de 75 mm respecto a la ubicación de la superficie propuesta. Se perforarán los hoyos de voladura controlada al menos 10 m más allá de los hoyos de producción a ser detonados o hasta el final del corte.

Se usará equipo de perforación con dispositivos mecánicos o electromecánicos que tengan un control preciso del ángulo de perforación dentro de la roca. Se seleccionará una altura de talud y se ejecutarán las operaciones de perforación de modo que, el espaciamiento de los hoyos de voladura y el alineamiento de los hoyos no varíen más de 225 mm respecto al espaciamiento y alineamiento propuestos. Cuando más del 5% de los hoyos exceden esta variación, se deberá reducir la altura de banco y se modificarán las operaciones de perforación hasta que los hoyos de voladura estén dentro de la variación permisible. Se limitará la altura máxima del banco a 15 m.

Se permite un desvío de 300 mm para bermas de trabajo en el fondo de cada banco para perforar el próximo patrón de hoyos de voladura controlada en el nivel inferior.

Se debe ajustar el ángulo de inclinación de la perforación y el collar de la perforación, de modo que se logre la sección transversal requerida para la cuneta cuando se usa una berma.

Se permite perforar 500 mm debajo del fondo de la cuneta para remover el pie.

(c) Voladura. Los hoyos de voladura deben estar libres de obstrucciones en toda su profundidad. Se colocarán las cargas sin producir sobreexcavación en las paredes de los hoyos de voladura.

Se usarán los tipos de explosivos y accesorios para hacer las voladuras, necesarios para obtener los

resultados requeridos. Una carga de fondo puede ser mayor que una carga de línea si no produce fractura excesiva. No se deberá usar nitrato de amonio ni aceite combustible en bruto para la voladura controlada.

Se rellenará la parte superior de todos los hoyos de voladura con arena seca u otro material granular con tal tamaño que el 100% pase la malla de 9,5 mm.

Donde hay precorte, las líneas de voladura de producción más cercanas se deben retrasar al menos 25 milisegundos después de detonar la línea de precorte. El precorte se debe efectuar como mínimo 10 m adelante de la zona de voladura de producción.

Donde hay voladura de colchón (de ajuste), las líneas de voladura de colchón se deben retrasar de 25 a 75 milisegundos después de detonar la línea de producción más cercana.

#### **205.08 Voladura de producción.**

(a) General. La perforación de los hoyos de producción y la voladura, se deben hacer de acuerdo con el plan de voladura. Se tomarán todas las precauciones necesarias para minimizar los daños de la voladura en la cara final de roca.

Después de una voladura, se deben detener todos los trabajos en el área y verificar que no haya cargas sin explotar, antes de que los trabajadores inicien la excavación en roca.

Se debe remover o estabilizar toda la cara de roca del corte que esté suelta, colgando o que represente un potencial peligro. Mediante métodos manuales o por medio de barras de acero que normalmente se usan en minería, se deben eliminar las escamas o láminas de rocas. Cuando es necesario, se deben usar detonadores o voladura suave. Se pueden permitir irregularidades menores o variaciones de la superficie, si éstas no producen riesgos. Se puede perforar el siguiente banco solamente después de que se haya completado el trabajo de limpieza y estabilización.

Si las operaciones de voladura causan fractura de la cara final de roca, ésta se debe reparar o estabilizar con un sistema aprobado por el Contratante. La reparación o estabilización puede incluir remoción, uso de pernos de anclaje en roca, varillas de anclaje en rocas u otras técnicas de estabilización.

Se deben detener las operaciones de voladura, si se presenta alguna de las siguientes condiciones:

- (1) Los taludes son inestables.
- (2) Los taludes exceden las tolerancias topográficas.
- (3) Ocurren daños en la parte posterior del talud.
- (4) Se compromete la seguridad del público.
- (5) Se arriesga la propiedad y las condiciones naturales.
- (6) Se genera lanzamiento de rocas al aire.

(b) Perforación. Se perforará la línea de hoyos de producción para voladura lo más cercano a la línea paralela de voladura controlada, y no más cerca de 2,0 m de la línea de voladura controlada. No se perforarán hoyos para la voladura de producción a mayor profundidad que el fondo de los hoyos de voladura controlada.

(c) Voladura. Se usarán los tipos de explosivos y accesorios para voladura que permitan obtener la fragmentación deseada. Se deben limpiar los hoyos de voladura. Se colocarán las cargas y los hoyos de acuerdo con la Subsección 205.07(c). Se detonarán los hoyos de producción aplicando la secuencia de retardos hacia la cara libre.

#### **205.09 Registro de voladura.**

Se suministrará un registro para cada voladura. El registro deberá incluir lo siguiente:

- (a) Todas las dimensiones y detalles reales del tiro incluyendo información del hoyo de voladura relativa a

profundidades, sobrecarga de terreno, espaciamiento, perforación adicional, retaque (compactación), potencia de las cargas, tiempos de retardo.

(b) Dibujos o esquemas mostrando la dirección de la cara o caras, y la disposición del tiro.

**205.10 Aceptación.**

Los materiales usados para voladura de rocas se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.03. Los trabajos de voladura se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**205.11 Medida.**

La medida de la perforación para voladura controlada se hará por metro con base en la longitud de perforación real, tal como se ha indicado en el registro de voladura.

Para efectos de pago, no se mide la voladura de producción.

**205.12 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica en la Subsección 205.11, se pagarán de acuerdo con la unidad de medida de Contrato utilizando los renglones de pago indicados a continuación y según los documentos de licitación. El pago compensará totalmente los trabajos descritos en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se hará según se indica:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.205.01</b> Perforación para voladura controlada	Metro Lineal (m)

## **Sección 206.) ACARREOS**

### **206.01 Descripción**

Se denomina acarreo al trabajo de transportar el material obtenido de una excavación desde su ubicación original hasta el sitio de disposición final en la obra, exceptuando el transporte de materiales destinados a relleno para estructuras, relleno para fundación, subbase, bases, o provenientes de préstamo caso 2.

### **206.02 Acarreos normal y libre**

- a) El acarreo normal consiste en el trabajo de transportar los materiales por parte del Contratista, de los cortes o desmontes hasta los rellenos o terraplenes dentro de una sección compensada, tal y como se muestra en el diagrama de masas incluido en los planos del contrato.
- b) Cuando por cualquier razón justificada fuere ordenado por el Ingeniero el transporte de material de una sección compensada a otra, conforme al diagrama de masas, el Contratista deberá realizar parte de este transporte sin costo adicional a lo largo de la distancia de acarreo libre, que es de 600 metros.

### **206.03 Sobreacarreo**

El sobreacarreo corresponde al transporte autorizado previamente por el Ingeniero, en exceso a la distancia establecida en los documentos del contrato como distancia de acarreo libre (600 m).

### **206.04 Medición**

Para determinar un sobreacarreo previamente autorizado por el Ingeniero, se deberá documentar que el material tomado de una excavación fue depositado en un terraplén más allá de la sección compensada, luego de haber sido transportado sin cargo la distancia de acarreo libre (600 m). Si éste es llevado fuera de la obra, la distancia total de acarreo del material transportado externamente se medirá a lo largo de la ruta más corta que señale el Ingeniero como factible y satisfactoria, a no ser que se hubiere dispuesto y especificado de otro modo; en todo caso, debe deducirse la distancia de acarreo libre (600 m). La distancia total de acarreo para el material obtenido dentro de los límites del camino y descargado directamente en él, se medirá a lo largo de la línea de centro del camino. La distancia entre el centro de volumen de la excavación y el centro del terraplén será la distancia total del acarreo en las unidades especificadas.

El acarreo autorizado será el producto obtenido de multiplicar el número de unidades de excavación, sacadas y medidas en su posición original, por la diferencia entre la distancia media y la distancia libre (600 m) en que el material de excavación fuese transportado.

El acarreo puede calcularse mediante diagramas de masa o por métodos analíticos, según lo indique el Ingeniero.

### **206.05 Pago**

En caso de que en el Cartel de Licitación se incluya el renglón de sobreacarreo medido según se indicó anteriormente, se pagará al precio establecido en el contrato. Si los renglones de pago mostrados en la lista siguiente no estuviesen incluidos en el Cartel de Licitación y se deba transportar material fuera de una sección compensada, en exceso de la distancia establecida y especificada como acarreo libre, se deberá crear el renglón de pago correspondiente para sobreacarreo, debidamente fundamentado.

No habrá pago por acarreo de materiales excavados destinados a relleno para estructuras, relleno para fundación, subbase, base, o provenientes de excavación de préstamo caso 2.

El pago se hará del siguiente modo:

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.205.01</b> Sobreacarreo	Metro cúbico * estación
<b>CR.205.02</b> Sobreacarreo	Metro cúbico - kilómetro
<b>CR.205.03</b> Sobreacarreo	Tonelada - kilómetro

Nota: \*Se considera "estación" la distancia de 20 m (veinte metros), medidos entre dos puntos sobre la línea centro del proyecto.

## **Sección 207.) GEOTEXILES PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA**

### **207.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de un geotextil como un medio permeable de separación o una medida permanente de control contra la erosión. Los tipos de geotextiles se mencionan en la Subsección 714.01.

### **207.02 Material.**

Conforme a la siguiente Subsección:

Geotextiles 714.01

### **Requerimientos para la construcción**

### **207.03 General.**

Cuando se coloque un geotextil sobre un terreno natural se deben cortar los árboles y troncos a ras del terreno. No se deberá remover la capa de suelo superior, ni la materia vegetal. Se removerán todos los objetos puntiagudos y rocas grandes. Se rellenarán las depresiones u hoyos con material adecuado para tener una fundación firme.

Se reemplazará o reparará todo aquel geotextil que esté partido o roto. Remover el área dañada y reemplazar con el mismo tipo de geotextil con 1 metro de traslape más allá de la zona afectada.

### **207.04 Aplicaciones para separación y estabilización.**

Cuando se coloque un geotextil sobre una subrasante, se preparará el sitio de acuerdo con las Subsecciones 204.13 (c) y (d).

Se colocará el geotextil suavemente y libre de tensiones, esfuerzos o pliegues. Se doblará o cortará el geotextil para adecuarlo a las curvas. Se debe traslapar en la dirección de avance de construcción. Se debe traslapar el geotextil, como mínimo, 0,50 m, en los extremos y a los lados de los paños adyacentes o coser las uniones del geotextil de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. No se colocarán traslapes longitudinales debajo de sitios donde se conozca de antemano que existirán cargas de ruedas. Se deberá mantener el geotextil en sitio usando pines, grapas o apilamientos del mismo material de relleno.

Para finalizar, se verterá el material de relleno sobre el geotextil desde su borde o desde el lugar donde el material de relleno fue previamente colocado. No debe operarse el equipo directamente sobre el geotextil. Se distribuirá el extremo del apilamiento del material de relleno volcado, manteniendo una capa con un espesor mínimo de 300 mm. Se compactará el material de relleno usando equipo de compactación con llantas de hule o un compactador no vibratorio con rodillo liso.

Se deben evitar paradas súbitas, arranques o giros del equipo de construcción. Se deben rellenar los surcos producidos por el equipo de construcción con material de relleno adicional. No se deben renivelar los surcos con el equipo de colocación.

Se deberán colocar de la misma manera descrita anteriormente, las capas subsiguientes de material de relleno. Se pueden usar compactadores vibratorios para las capas subsiguientes. Si ocurre alguna falla en la fundación, se repararán las áreas dañadas y se usará de nuevo el equipo de compactación sin vibración.

#### **207.05 Aplicaciones para control permanente de erosión.**

Se colocará y anclará el geotextil sobre una superficie previamente aprobada, suave y nivelada. Para los casos de taludes o para protección de olas, se colocará la mayor dimensión del geotextil hacia abajo en el talud. Para protección de cauces, se colocará la mayor dimensión del geotextil paralelamente a la línea de centro del canal. Se debe traslapar el geotextil, como mínimo, 300 mm, en los extremos y en los lados de los paños adyacentes, o coser las uniones del geotextil de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se traslapará el paño ubicado ladera arriba o aguas arriba, sobre el tendido de ladera abajo o aguas abajo. Se deben colocar las uniones finales de los tendidos adyacentes a una distancia mínima de 1,50 m. Se deben usar pines para mantener en sitio los paños de geotextil. El espaciamiento de los pines a lo largo de los traslapes debe ser de 1m entre centros.

Para iniciar la colocación de un geotextil desde el pie de un talud, se colocarán agregados, protección del talud o escolleras sobre el geotextil y luego se procede hacia arriba. Se colocarán escolleras sobre el geotextil con una altura no menor de 300 mm. Se colocarán rocas para protección de talud o material de relleno sobre el geotextil con una altura no menor de 1m. Para aplicaciones bajo el agua, se colocará el geotextil y el material de protección en el mismo día.

#### **207.06 Aceptación.**

Los materiales para uso de geotextiles en movimientos de tierra se deben evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02, 107.04 y 714.01.

La instalación se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### **207.07 Medida.**

La medida de geotextiles usados en movimientos de tierra se debe hacer en metros cuadrados excluyendo los traslapes.

#### **207.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica en la Subsección 207.07, se pagarán de acuerdo con el precio unitario de Contrato utilizando los renglones de pago indicados a continuación y según los documentos de licitación. El pago compensará totalmente los trabajos descritos en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se hará según se indica a continuación:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.207.01</b> Geotextil para movimiento de tierra (Se debe indicar el tipo)	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )



## **Sección 208.) EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MAYORES**

### **208.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la excavación de material para la construcción de estructuras mayores. El Contratante definirá, a criterio propio, cuándo proceden las disposiciones de esta Sección. El trabajo incluye la preservación de canales y contornos, construcción de diques provisorios, el sellado de fundaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de fundaciones, los rellenos, y la remoción de dispositivos de seguridad y diques provisorios.

### **208.01 Materiales.**

De conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto estructural	552
Relleno de fundación	704.01
Mortero de cemento Portland	725.22(e)
Sello de concreto	552
Relleno estructural	704.04

### **Requerimientos para la construcción**

### **208.03 Preparación para excavación de superficie.**

Se eliminará la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

### **208.04 General.**

Se excavarán trincheras o fundaciones, en el ancho y longitud requeridos para preparar el espacio necesario para el trabajo. Cuando se complete la excavación, se requerirá la aprobación del material de relleno, por parte del Contratante. La fundación deberá ser firme y contar con una densidad uniforme, en toda el área definida.

Cuando sea necesario el uso de explosivos, se seguirán las disposiciones de la Sección 205.

Se seguirán las regulaciones de seguridad de las disposiciones OSHA (29 CFR, Apartado 1926, Subsección P, Excavación), para la preparación de los taludes de las paredes de la excavación, utilizando apuntalamiento y arriostamiento, aplicando, adicionalmente, los procedimientos de seguridad establecidos por el Contratante. Cuando las paredes de la excavación tengan pendientes de inclinación suaves, de acuerdo con las consideraciones de seguridad, se suministrará una copia del diseño con la indicación de los medios de seguridad a aplicar, con el propósito de demostrar la conformidad con las regulaciones de la OSHA. Se presentarán los esquemas constructivos de acuerdo con la Subsección 104.03, indicando todas las medidas de seguridad, como sistemas de soporte, barreras protectoras, y otros. Los esquemas constructivos deberán evidenciar conformidad con las regulaciones que el Contratante defina.

Cuando los dispositivos de seguridad ya no sean requeridos, se deberán remover, de acuerdo con los criterios establecidos, para tal fin, por el Contratante.

Pavimentos o estructuras de concreto adyacentes al área de excavación, que van a permanecer, deberán ser independizados por corte de sierra o por el medio autorizado por el Contratante, en la colindancia con el área de trabajo, previo a la excavación.

Cuando el material excavado sea apropiado para relleno estructural deberá conservarse. No se depositará el material excavado en las cercanías de sistemas de drenaje o de conducción de aguas. No se deberá apilar el material excavado, ni permitir la operación de equipos a una distancia de menos de 60 centímetros respecto al borde de la excavación.

Para la disposición de materiales excavados no aptos para relleno, o en exceso, se procederá de acuerdo con la Subsección 204.14. El Contratante podrá definir los usos alternativos para los materiales excavados no aptos para relleno, o en exceso.

El agua en el área de trabajo será removida en caso de necesidad para la adecuada ejecución de las obras.

#### ***208.05 Preservación de canales.***

Los trabajos a realizar en la proximidad de sistemas de drenaje o conducción de aguas serán desarrollados en la forma descrita a continuación:

(a) Se excavará dentro de diques provisorios u otros medios de separación como bolsas de arena, a definir por el Contratante.

(b) No deberá alterarse la estructura de soporte de los sistemas de drenaje o conducción de agua adyacentes al área de trabajo.

(c) Deberá rellenarse la excavación con relleno estructural hasta alcanzar el nivel de rasante existente de previo a los trabajos.

#### ***208.06 Diques provisorios.***

Se usarán cuando se requiera excavar en un medio húmedo, caso, por ejemplo, de excavaciones por debajo del nivel freático.

Los esquemas constructivos deberán proponer el diseño de diques provisorios, así como los detalles constructivos pertinentes de acuerdo con la Subsección 104.03 y la Sección 562. Se apuntalarán y construirán los diques provisorios de acuerdo con los estándares de los diques provisorios. Los encofrados deberán:

(a) Extenderse por debajo del fondo del cimiento.

(b) Estar arriostrados para soportar la presión confinante sin deformarse.

(c) Estar asegurados en la posición requerida, para prevenir el movimiento.

(d) Ser resistentes a la entrada del agua.

(e) Proveer suficiente espacio para la colocación de formaletas, y para la inspección de sus exteriores.

(f) Proveer medios de drenaje.

(g) Proteger el concreto hidráulico recién colado, contra daños por incrementos súbitos en la cantidad de agua.

(h) Prevenir el daño por erosión de la fundación.

Cuando los diques provisorios ya no sean requeridos, se deberán remover hasta el nivel freático. Se removerán todos los materiales de desecho hasta una profundidad mínima de 50 centímetros por debajo del nivel de rasante terminado.

#### ***208.07 Sello de fundación.***

Cuando no sea posible bombear satisfactoriamente el agua hacia fuera de un área de fundación, se proveerá un sello de fundación con concreto hidráulico. El sello de concreto será diseñado de acuerdo con la Subsección 552.03.

Se colocará y dará acabado al sello de concreto de acuerdo con la Sección 552. Mientras se está colocando un sello de fundación, se mantendrá el nivel de agua dentro del dique provisorio, por debajo del nivel de fundación, haciendo un sumidero del agua, fuera del mismo. Cuando un sello de fundación es colocado en condiciones cambiantes del nivel de agua (mareas), se deberá preservar el nivel de agua por debajo del dique provisorio.

No deberá bombearse el agua en un dique provisorio hasta que el sello de fundación de concreto hidráulico tenga una resistencia suficiente para soportar la presión hidrostática.

#### **208.08 Remoción de aguas.**

Cuando se esté colando concreto hidráulico, se colocará y operará el sistema de bombeo en una posición externa al área de fundación. Solamente en casos muy calificados por el Contratante, se permitirá la operación del sistema de bombeo dentro del área de fundación, debiendo asegurarse que la acción de bombeo no cause la remoción o deterioro del concreto hidráulico.

#### **208.09 Preparación de la fundación.**

Se prepararán los cimientos de la fundación de la manera siguiente:

(a) Cimientos colocados sobre un lecho rocoso. Se dará el nivel especificado al corte de la excavación, de acuerdo con la técnica autorizada por el Contratante. Se deberá limpiar la superficie del fondo de la excavación, removiendo los restos de suelo o material desintegrado, o cualquier otro material producto de las operaciones de excavación y conformación.

(b) Cimientos colocados en una superficie excavada distinta a un lecho rocoso. No deberá alterarse el fondo de la excavación. Deberá removerse el material de fundación y compactarse, al nivel y la pendiente de fondo requeridas por el Contratante, antes de colocar el concreto hidráulico.

(c) Cimientos anclados en materiales inalterados. Se excavará y compactará la fundación hasta un nivel uniforme para los cimientos. Cuando las paredes de la excavación no sean verticales, se rellenará todo el espacio entre los cimientos y el material inalterado, con concreto hidráulico. Si la excavación alcanza un nivel inferior a la parte superior de los cimientos, se rellenará únicamente al nivel superior de la excavación. Cuando el concreto hidráulico sea colado contra pilotes recubiertos con láminas de acero, se considera que está en un medio inalterado.

(d) Material con poca capacidad de soporte por debajo de la elevación de los cimientos. Se deberá excavar el material con poca capacidad de soporte y se reemplazará con relleno de fundación. Se colocará el relleno de fundación en capas horizontales, que, una vez compactadas, no deberán exceder una profundidad de 150mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 208.11.

(e) Fundación usando pilotes. Se excavará a la profundidad de la fundación y se hincarán los pilotes. Se removerán los restos de la excavación y se conformará la superficie del fondo al nivel requerido por los esquemas constructivos. Se nivelará y compactará el fondo de la fundación de previo a la construcción de los cimientos.

#### **208.10 Relleno.**

Relleno con material de relleno para estructuras.

Se colocará el relleno en capas horizontales, que no deberán exceder una profundidad de 150mm en espesor compactado. Se compactará cada capa de conformidad con la Subsección 208.11.

Se extenderá cada capa colocada hacia los límites naturales de la excavación, de una manera uniforme.

No se colocarán rellenos para estructuras en contacto con concreto con menos de 7 días de colado, o hasta que se alcance el 90% de la resistencia de diseño.

#### **208.11 Compactación.**

Se determinará el contenido óptimo de humedad y la máxima densidad de acuerdo con el método C de AASHTO T 99. Se ajustará el contenido de humedad del material de relleno a un contenido de humedad apropiado para la compactación.

Se compactará el material colocado en todas las capas, al menos al 95 % de la densidad máxima. Se determinará la densidad en sitio y el contenido de humedad de acuerdo con AASHTO T 238 y AASHTO T 239, u otro método aprobado por el Contratante.

#### **208.12 Aceptación.**

El material de relleno para estructuras será evaluado de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Véase la Tabla 208-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

La excavación para la estructura y las obras de relleno será evaluada de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Véase la Tabla 208-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

Los apuntalamientos, arriostres y diques provisionarios serán evaluados de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La limpieza será evaluada de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

El sello de concreto será evaluado según la Sección 552.

#### **208.13 Medida.**

Se medirá la excavación por metro cúbico en sitio, en su ubicación original. No se incluirán los siguientes volúmenes:

(a) El volumen de material excavado afuera de planos verticales paralelos, localizados hasta 450 milímetros en dirección hacia las líneas rectas de cimentación o fundación. Se usarán dichos planos verticales para determinar las cantidades de pago, independientemente de la cantidad de material excavado adentro o afuera de dichos planos verticales.

(b) Cualquier material incluido dentro de los límites de la excavación de un derecho de vía, tales como desvíos de canales contiguos y cunetas, para los cuales existen diferentes renglones de pago.

(c) Agua u otros materiales líquidos.

(d) Material excavado antes de las elevaciones y mediciones topográficas del nivel del terreno original.

(e) Material reconformado, excepto cuando el Contrato especifica que se requiera la excavación antes de la construcción de muros.

Se medirá el relleno de fundación por metro cúbico en sitio.

Se medirá el relleno para estructuras por metro cúbico en sitio. Se limitará el volumen de relleno estructural medido, a aquel colocado dentro de planos verticales localizados hasta 450 milímetros hacia afuera y en paralelo a las líneas de cimentación o fundación. Se usarán planos verticales para determinar los montos de pago, independientemente de la cantidad de material de relleno colocado afuera de dichos planos verticales.

Se medirán los arriostres, apuntalamientos, diques provisionarios y obras conexas por el método indicado por el Contratante en los términos de Contrato.

Se medirá el sello de concreto hidráulico de acuerdo con la Sección 552.

#### **208.14 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 208.13, serán pagadas según el precio de Contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del Contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección.

El pago para excavación, arriostres, apuntalamientos, diques provisionarios y otras obras conexas será la compensación por la excavación a una profundidad de 2 metros debajo de la menor elevación indicada en los esquemas constructivos para cada estructura de fundación. Cuando la excavación exceda una profundidad de 2 metros, el Contratante podrá tramitar un ajuste de precio equitativo para la profundidad en exceso de 2 metros.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.208.01</b> Excavación	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.208.02</b> Relleno de fundación	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.208.03</b> Relleno para estructuras	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.208.04</b> Arriostramiento y apuntalamiento	Definida por el Contratante
<b>CR.208.05</b> Diques provisorios	Definida por el Contratante

Tabla 208-1.

**Muestreo y ensayo**

<b>Material o producto</b>	<b>Propiedades o característica</b>	<b>Métodos de ensayo o especificación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Punto del muestreo</b>
Relleno para estructuras	Granulometría	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Límite líquido	AASHTO T 89	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado por el Contratante	1 para cada 200 metros cúbicos, pero no menos de 3 por capa por tramo (el Contratante define qué se considera un tramo)	Material compactado
Relleno de fundación	Clasificación	AASHTO T 145	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	De previo a la incorporación en obra
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado por el Contratante	1 para cada 200 metros cúbicos, pero no menos de 3 por capa por tramo (el Contratante define qué se considera un tramo)	Material compactado

## **Sección 209.) EXCAVACION Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS**

### **209.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la excavación de material para la construcción de todos los tipos de estructuras, excepto los indicados en la Sección 208. El trabajo incluye la preservación de canales, la construcción de arriostramientos y apuntalamientos, el sellado de fundaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de fundaciones y la conformación de superficie para la fundación y el relleno.

### **209.02 Materiales.**

De conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Material de base	704.02
Estructuras menores de concreto	601
Relleno de fundación	704.01
Sello de concreto	552
Préstamo no clasificado	704.06

### **Requerimientos para la construcción**

### **209.03 Preparación para excavación de superficie.**

Se eliminará la vegetación en el área de trabajo, así como las obstrucciones, de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

### **209.04 General.**

Se excavarán trincheras o fundaciones de acuerdo con la Subsección 208.04. Se excavará al nivel de fundación sin dañar las trincheras o las superficies de fundación. El nivel de fundación es el fondo de la capa de soporte para instalar la estructura. Se compactará la superficie para la fundación.

### **209.05 Preservación de canales.**

Se preservarán los canales de acuerdo con la Subsección 208.05, exceptuando el apartado 208.05 (a).

### **209.06 Sello de fundación.**

Cuando sea necesario, se construirá un sello de fundación de acuerdo con la Subsección 208.07.

### **209.07 Remoción de aguas.**

Cuando sea necesaria la remoción de aguas, se procederá de acuerdo con la Subsección 208.08.

### **209.08 Preparación de la fundación.**

Se excavará al nivel de fundación, removiendo todo material no aprovechable en la obra. Dicho material removido será sustituido por relleno de fundación. Se colocará y compactará el relleno de fundación de acuerdo con la Subsección 208.09 (d).

Cuando se requieran cimientos para anclajes con materiales inalterados, se preparará una fundación y se construirán los cimientos de acuerdo con la Subsección 208.09 (c).

**209.09 Construcción de camas o lechos de fundación.**

Se construirán los lechos de la manera descrita a continuación:

(a) Estructuras que no son alcantarillas. Se construirán los lechos cuando sean requeridos por el Contrato. Se colocarán y conformarán los lechos de material en capas que, cuando son compactadas, no excedan un espesor de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11. Cuando no se especifique la clase de material para los lechos se aplicará el material para lechos clase B.

(b) Alcantarillas. Las alcantarillas serán colocadas sobre fundaciones preparadas. Se usará una de las siguientes clases. Cuando no se especifique la clase en los términos del Contrato, se considerará el tipo C.

(1) Clase A. Se colocará un lecho de material clase A. Se tenderán los subdrenajes mientras el concreto hidráulico es aún plástico. No se hará el relleno hasta que el concreto alcance la cura inicial.

(2) Clase B. Se colocará una capa de 150 mm de espesor de material clase B. Se colocará y conformará cualquier material de lecho para cubrir al menos un 10 % de la altura de la alcantarilla. Se colocarán las alcantarillas en el lecho. Se extenderá el material de fundación hacia los lados de la alcantarilla, para cubrir un 30 % de su altura.

(3) Clase C. Se colocará una capa de material clase C en un espesor igual, al menos, al 10 % de la altura de la alcantarilla. Se colocará y conformará material de relleno adicional para completar al menos el 10 % de la altura de la alcantarilla.

**209.10 Relleno.**

Se colocará el relleno como se describe a continuación:

(a) General. Se colocará un relleno en capas horizontales, de manera que el espesor compactado de cada uno no exceda una profundidad de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11.

Se aplicará el material de relleno de una forma uniforme, con desplazamiento hacia los límites del área de excavación.

No se colocarán rellenos contra concreto hidráulico de menos de 7 días de colado, o hasta que se alcance un 90 % de la resistencia de diseño.

(b) Alcantarillas. Cuando se instalen tuberías plásticas, se usarán materiales de relleno de conformidad con AASHTO M 145, grupos de clasificación A-1, A-2 y A-3, a aplicar según criterio del Contratante.

Se colocará y compactará el material de relleno por debajo de las partes expuestas de la alcantarilla. Se extenderá cada capa hacia los lados de la excavación, la superficie de rasante del terreno, o una distancia equivalente a 3 veces la longitud de la tubería, lo que sea menor. Se repetirá el proceso de colocación y compactación hasta un mínimo de 300 mm sobre la superficie de la tubería.

Se completará el relleno de las trincheras con las prácticas adecuadas de excavación y relleno. Se colocará el material en capas que, cuando estén compactadas, no excedan un espesor de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 209.11.

Para casos de instalación múltiple, se colocará y compactará cada capa de material de relleno a ambos lados de cada tubería.

(c) Alcantarillas de arco con cabezales. Se construirá un relleno de acuerdo con alguno de los siguientes criterios:

(1) Se colocará y compactará el primer relleno con material entre los extremos del arco. Se colocará y compactará el relleno en capas sobre ambos extremos del arco, para determinar una rampa estrecha. Se construirá la rampa nivelada en ambos lados, hasta llegar al nivel superior del arco. Se colocará

el resto del material de relleno desde la superficie de la rampa, trabajando hacia los extremos. Se compactará el material de relleno de manera uniforme, en capas a ambos lados del arco.

(2) Después de colocados los cabezales, alrededor de las estructuras, el material granular de relleno debe ser permeable y colocado en capas horizontales que no excedan 150 mm de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno. Cada capa debe humedecerse o secarse, según sea necesario, y compactarse con equipo apropiado. Se colocará y compactará el material de relleno simultáneamente y a la misma altura en ambos lados del arco hasta alcanzar la parte superior de éste. Se colocará y compactará el resto del relleno alrededor y sobre el arco, hasta el otro cabezal.

(d) Bacheo de áreas de pavimentos existentes. Se colocará un relleno de 375 milímetros de espesor, con un espesor de 300 mm de piedra quebrada de acuerdo con la Sección 301 y un espesor de 75 milímetros de concreto asfáltico, de acuerdo con las Secciones 401, 402 ó 410.

#### **209.11 Compactación.**

El contenido de humedad y la densidad máxima serán determinados de acuerdo con la norma AASHTO T 99, método C. Se ajustará el contenido de humedad del material de relleno a un valor adecuado para la compactación.

El material de relleno será colocado en capas y a una compactación de 95% de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad en el sitio, serán determinados de acuerdo con AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados.

#### **209.12 Aceptación.**

Los materiales de relleno, del lecho y del relleno de fundación serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04, excepto el concreto para sellado o relleno, será evaluado de acuerdo con la Sección 601. Ver la Tabla 209-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo

El apuntalamiento, el arriostamiento y tablestacado serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La limpieza y el desmonte se evaluarán de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

El concreto para sellado será evaluado de acuerdo con la Sección 552.

#### **209.13 Medida y Pago.**

Ver la Subsección 110.05.

No se tomará medida para pago respecto a la excavación y relleno para estructuras.

Se medirá el concreto clase A colocado en el lecho de acuerdo con la Sección 601.

Se medirá el relleno para fundación de acuerdo con la Sección 208.

Se medirá el concreto para sello de acuerdo con la Sección 552.



Tabla 209- 1.  
**Muestreo y Ensayo**

Material o producto	Propiedades o característica	Métodos del ensayo o especificaciones	Frecuencia	Localización del muestreo
Material de relleno Material de préstamo Material clase C Relleno de fundación	Clasificación	AASHTO T 145	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Humedad- Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado en el trabajo
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado	1 para cada 0,5 m de profundidad pero no menos de 2 por cada instalación	Material compactado
Material clase B	Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por cada tipo de material	Fuente de material
Relleno estructural Material granular de relleno Relleno para muro de criba	Graduación Límite Líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 por cada tipo de material	Fuente de material o apilamiento
	Humedad- Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada tipo de material	Material procesado antes de ser incorporado en el trabajo
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedimientos aprobados	1 para cada 0,5 m de profundidad pero no menos de 2 por cada instalación	Material compactado

## Sección 210.) RELLENO PERMEABLE

### 210.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la fabricación y colocación de un material permeable entre una estructura cualquiera y el terraplén de la carretera, con el objeto de evacuar el agua que se acumula en dichos lugares. Estas estructuras pueden ser: muros, cabezales, muros de retención o estribos de puentes.

### 210.02 Material.

El material de relleno permeable debe cumplir con lo estipulado en las siguientes Subsecciones:

Geotextil tipo I	714.01
Agregado para relleno permeable	703.04
Relleno estructural	704.04

## Requerimientos para la construcción

### **210.03 General.**

No se debe colocar el relleno permeable en contacto con concretos hidráulicos que tengan menos de cuatro días de colados.

Donde hay agujeros de drenaje, se debe colocar un geotextil que cubra por lo menos 0,50 m alrededor del agujero de drenaje. Se colocará el relleno permeable en contacto con la pared de la estructura. Se aplicará el relleno para estructuras de acuerdo con la Subsección 208.10, usando un método que evite que el relleno para estructuras se mezcle con el relleno permeable.

### **210.04 Aceptación.**

El material de relleno permeable debe evaluarse de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver Tabla 210-1 para el mínimo de muestreo y pruebas requeridas.

La colocación del relleno permeable debe evaluarse de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El geotextil debe evaluarse de acuerdo con la Sección 207.

El relleno para estructuras debe evaluarse de acuerdo con la Sección 208.

### **210.05 Medida.**

La medida del relleno permeable se debe hacer de acuerdo con los metros cúbicos de material colocado satisfactoriamente.

### **210.06 Pago.**

El pago debe hacerse por el número de metros cúbicos medidos como se indica en la Subsección 210.05, al precio unitario de Contrato, correspondiente a relleno permeable, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección. Ver la Subsección 110.05.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.210.01</b> Relleno permeable	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

Tabla 210-1  
Muestreo y Ensayo

Material o producto	Propiedades o características	Métodos del ensayo o especificaciones	Frecuencia	Lugar del muestreo
Relleno permeable	Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 cada 500 Tm	Material de sitio o de apilamiento

## Sección 211.) ELIMINACIÓN DE CAMINOS O CALLES EXISTENTES

### 211.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la eliminación de aquellos caminos o calles existentes, retornos, áreas de estacionamiento y otras estructuras, que son referenciados en los planos o designados por el Contratante, como elementos a ser eliminados.

#### Requerimientos para la Construcción

### 211.02 Generalidades.

Después de que se define que ciertas secciones específicas del camino o calle existente ya no sean necesarias para el tráfico, se rellenarán las zanjas y cunetas y la plataforma de la vía será emparejada y nivelada tratando de restaurar los contornos originales del terreno, o bien, de producir un aspecto agradable, se formarán taludes redondeados. Después de completar este emparejamiento, el área de la vía será escarificada o arada para mezclar el agregado remanente con tierra, y luego, dicha mezcla deberá ser rastreada y afinada.

### 211.03 Materiales rígidos.

(a) Materiales no asfálticos. Las estructuras existentes, pavimentos de concreto, cordón y caño, cunetas, aceras y otros materiales no asfálticos, serán quebradas en pedazos no mayores de 300 mm, los que serán removidos o enterrados a no menos de 500 mm de profundidad. Donde lo muestren los planos o lo ordene el Contratante, todo material con valor de rescate será cuidadosamente removido evitando causarle daños. Los materiales rescatados del camino o calle existente que llenen las especificaciones de cualquiera de los conceptos de obra del nuevo camino o calle, podrán ser usados en la nueva construcción de acuerdo con lo previsto en la Subsección 203.05(a) de estas especificaciones. Si lo muestran los planos o lo ordena el Contratante, se podrá hacer uso de materiales existentes en el camino o calle para la construcción de la nueva vía; asimismo, los materiales adecuados obtenidos en la construcción de la nueva vía podrán ser usados en la eliminación del camino o calle existente. No se pagará por separado por excavación, relleno o compactación de cavidades remanentes.

(b) Materiales asfálticos. Se deberá disponer de los materiales asfálticos de acuerdo con los reglamentos locales. El material asfáltico puede considerarse como desecho peligroso. Se remitirá al Contratante una copia de los permisos para la eliminación de los desechos. Si no hay regulaciones, se dispondrá del material como se describe en la Sección (a), anterior.

### 211.04 Materiales no rígidos.

(a) Materiales no asfálticos. Se escarificará o desgarrará la grava o piedra quebrada u otro material de la superficie no rígida de base o subbase. Se mezclará el material escarificado con el material subyacente de suelo, se enterrará la mezcla, por lo menos, a una profundidad de 300 mm.

(b) Material asfáltico contaminante. Se debe disponer de acuerdo con la Subsección 211.03 (b).

#### **211.05 Conformación.**

Se conformará, mezclará con el terreno existente.

#### **211.06 Aceptación.**

La eliminación de vías existentes será evaluada visualmente de acuerdo con la Subsección 107.02.

#### **211.07 Medida.**

Se pagará por metro cuadrado, por metro cúbico ó por suma global.

La medida por metro cuadrado se hará en forma horizontal de camino o calle eliminada aceptablemente entre los límites mostrados en los planos. El área será medida horizontalmente. Se medirán para fines de pago únicamente las unidades o fracciones de unidades que están fuera de los límites del derecho de vía del nuevo camino o calle. No se medirán áreas de menos de 20 m<sup>2</sup>.

La medida para el material del camino eliminado que se use en la carretera o estructura, se evaluará de acuerdo a la Sección 204.

#### **211.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con lo estipulado en la Subsección precedente, se pagarán al precio de Contrato por unidad de medida para los conceptos de pago listados más adelante que figuren en el pliego de licitación, pago que será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.211.01</b> Eliminación de caminos (o calles) existentes	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.211.02</b> Eliminación de caminos (o calles) existentes	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.211.03</b> Eliminación de caminos (o calles) existentes	Suma golbal (gbl)

### **Sección 212.) CONSTRUCCIÓN LINEAL DE EXPLANACIÓN**

#### **212.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de la explanación de un camino, dentro de las especificaciones de alineamiento y tolerancia de niveles.

#### **Requerimientos para la construcción**

#### **212.02 Preparación de la calzada.**

Se limpiará el área de vegetación y obstrucciones de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

#### **212.03 Excavación y relleno.**

Se construirá la calzada de acuerdo con los requerimientos aplicables de la Sección 204, excepto lo que se modifica en esta Sección.

Se debe ajustar el contenido de humedad del material de relleno para obtener una compactación adecuada. Se colocará el material de relleno en capas de 300 mm y se compactará cada capa de acuerdo con lo requerido en la Subsección 204.11.

Cuando los rodillos de compactación no son prácticos, se usarán equipos de compactación mecánicos o vibratorios aprobados.

Se construirán los accesos y conexiones con carreteras o caminos existentes, áreas de estacionamiento y senderos. Se construirán todos los accesos nuevos.

**212.04 Tolerancia de la calzada.**

No se deben invadir los canales de conducción de aguas, o los acuíferos, o extenderse fuera del derecho de vía o servidumbres. No se ajustará la pendiente de la calzada de forma que afecte los drenajes. Se construirá la calzada de acuerdo con las siguientes tolerancias:

(a) Alineamiento horizontal. La línea central no debe desviarse más de tres metros a la izquierda o a la derecha del centro de la explanación. Los radios de curvatura pueden reducirse hasta un 50 %. No deben construirse curvas con radios menores de 30 m. Son permitidas curvas compuestas.

(b) Pendiente vertical. El perfil de la rasante podrá variarse un máximo de 1,50 m hacia arriba o hacia abajo de la elevación de la explanación de la calzada existente y la nueva pendiente en tangente no podrá variar más del 2% de la pendiente existente.

Se deberá revisar la conexión hacia delante y hacia atrás de la pendiente, con la magnitud de pendiente de la curva vertical diseñada.

**212.05 Aceptación.**

La explanada de la calzada debe evaluarse de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

**212.06 Medida.**

La medida de la calzada nivelada se pagará por kilómetro de acuerdo con el alineamiento aprobado.

**212.07 Pago.**

La aceptación de las cantidades, medidas como se indica en la Subsección 212.06, deben pagarse de acuerdo con el precio unitario de Contrato, por kilómetro, cuyo precio incluye el trabajo estipulado en esta Sección, de conformidad con lo indicado en la Sección 109. El pago debe realizarse de acuerdo con:

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.212.01</b> Construcción lineal de explanación	Kilómetro (km)

**Sección 213.) ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE**

**213.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el proceso de incorporación de cal, ceniza o cemento Portland en la capa superior de la subrasante a fin de que la subrasante estabilizada puede ser utilizada como base o subbase dependiendo de la mejora de sus propiedades físico mecánicas producto de la estabilización.

**213.02 Material.**

Conforme con las Subsecciones siguientes:

Material de secado	703.13
Aditivos químicos	711.03
Emulsión asfáltica	702.03
Puzolanas	725.04
Cal	725.03
Cemento Portland	701.01
Agua	725.01

## Requerimientos para la construcción

### 213.03 Proporcionamiento.

Se suministrará un diseño de la mezcla para la estabilización de la subrasante 30 días naturales antes del inicio de las obras. Se cumplirá con los requisitos de resistencia a la compresión mínima requeridos en la Tabla 213-1.

Tabla 213-1

#### Requisitos de resistencia a la compresión mínimos requeridos para mezclas de estabilización

Mezcla de Estabilización	Procedimiento	Resistencia a la Compresión (Mínima)
Cal / Suelo	ASTM D 5102 (B)	0,70 MPa (Subbase) (1) y 0,90 MPa (Base) (1)
Cemento / Suelo	ASTM D 1633	2,75 MPa (2)

(1) 28 días de cura

(2) 7 días de cura seguido por saturación.

Se incluirá lo siguiente con el diseño de la mezcla, en todos los casos en que sea aplicable:

- (a) Fuente de cada uno de los materiales componentes
- (b) Resultados de las pruebas aplicables
- (c) Muestra de suelo de 90 kilogramos de la subrasante
- (d) Muestra de ceniza volcánica de 25 kilogramos
- (e) Muestra de cal de 10 kg
- (f) Muestra de cemento Portland de 10 kg
- (g) Muestra de retardador u otro aditivo propuesto de 2 kg

La producción iniciará solamente después de que el diseño de mezcla esté aprobado por el Contratante. Se presentará un nuevo diseño de mezcla si hay algún cambio en una de las fuentes de materiales.

### 213.04 General.

Los aditivos se guardarán en envases cerrados e impermeables a no ser que el Contratante autorice lo contrario. La subrasante se preparará según la Sección 303. Los procesos de escarificación y pulverización de la subrasante se efectuarán hasta una profundidad de 150 mm. El material de la subrasante se dimensionará y conformará en camellones o en capas delgadas extendidas. Se determinará el contenido de humedad óptima y la densidad máxima de acuerdo con la norma AASHTO T 99 método C.

### 213.05 Aplicación.

Los aditivos se aplicarán cuando el material de la subrasante tenga una humedad por lo menos 3 % por debajo del contenido de humedad óptimo y por lo menos una temperatura de 4 °C. No se aplicarán cuando se pierde aditivo en exceso con el lavado o soplado, o cuando se espera que la temperatura del aire baje de 4 °C en el plazo de 48 horas.

Los aditivos se aplicarán en las dosis requeridas siguiendo uno de los métodos siguientes:

(a) Método seco. Se aplicarán uniformemente los aditivos usando un esparcidor aprobado por el Contratante. Una motoniveladora no es un esparcidor aprobado. Se aplicará el agua usando métodos aprobados para obtener el contenido de humedad apropiado para la mezcla y la compactación.

(b) Método de la mezcla. Los aditivos se mezclarán con agua y se aplicarán como una suspensión en agua, usando, ya sea, los camiones con los distribuidores aprobados o los mezcladores rotatorios. Se equipará el camión distribuidor o el tanque del mezclador rotatorio para mantener los aditivos en una suspensión en agua. Se realizarán las pasadas sucesivas sobre el material para obtener la humedad y el contenido de aditivo para la mezcla y compactación.

#### **213.06 Mezclado.**

Se mantendrá todo el tráfico, excepto el equipo de mezclado, alejado del material de riego. Se mezclará el material para obtener una mezcla homogénea.

(a) Mezclas de cal y cenizas de incineración o volcánicas. Se agregará el agua y se mezclará para ajustar el contenido de humedad de la mezcla al valor óptimo más la humedad necesaria para la hidratación. La humedad de hidratación es el 1,5 % por cada unidad porcentual de aditivo en la mezcla. Se terminará el mezclado en un plazo de 6 horas desde la aplicación del aditivo. Se curará la mezcla de 2 a 4 días manteniéndola húmeda. Después de curar, se remezclará un 95 % de toda la mezcla, excepto las partículas de roca que pasan por el tamiz de 45 mm, o por lo menos un 50 % de la mezcla debe pasar el tamiz de 4,75 mm (No.4), según el ensayo AASHTO T 27, en condición sin secar. Se pueden añadir retardadores.

(b) Mezclas con cemento. Se agregará el agua y se mezclará para ajustar el contenido de agua de la mezcla a un 2 % sobre el contenido de humedad óptimo.

Se terminará la mezcla en un plazo de 2 horas después de la aplicación del cemento. Se ajustará el contenido de agua de la mezcla dentro de un 2 % del contenido de humedad óptimo.

#### **213.07 Compactación y acabado.**

Inmediatamente después del mezclado, se colocará y compactará la mezcla al menos a un 95 % de la densidad máxima. Se determinará la densidad en el sitio y el contenido de agua según AASHTO T 238 y AASHTO T239 u otros métodos de ensayo aprobados. Si el tiempo entre la compactación de bandas parciales adyacentes excede 30 minutos o cuando se deba empalmar con el trabajo previo, se realizará una junta de construcción según la Subsección 302.07. Se le dará un acabado a la subrasante, de modo que la superficie quede lisa y adecuada para la colocación de la capa subsiguiente.

#### **213.08 Curado.**

No se permitirá el tráfico en la subrasante estabilizada. Se mantendrá la subrasante continuamente húmeda hasta que se coloque la siguiente capa. Se aplicará el agua a presión a través de una tubería equipada de inyectores que produzcan chorros finos y uniformes. Se colocará la capa siguiente en un plazo de 7 días después de compactada y acabada la subrasante.

La colocación de la capa siguiente puede diferir hasta 21 días, sellando la superficie con una emulsión asfáltica de curado rápido. Se mantendrá la superficie continuamente húmeda por lo menos 7 días después de compactada y acabada. Después de 7 días, se aplicará una emulsión asfáltica del tipo que el Contratante apruebe, no diluida, en la dosis por metro cuadrado que defina el Contratante, según la Sección 702.03. Se colocará una película continua sobre la superficie. Si la superficie se abre al tránsito público, se suministrará y aplicará el polvo de secado según la Sección 703.13.

Si la subrasante pierde estabilidad, densidad o acabado antes de la colocación de la capa siguiente, se tratará de nuevo de recomprimir la subrasante lo necesario para restablecer la resistencia del material dañado de acuerdo con lo especificado en el diseño de la mezcla. Se reaplicará el sello de emulsión asfáltica donde la película continua se haya dañado.

### 213.09 Aceptación.

El material para el polvo de secado, los aditivos químicos (retardadores), las cenizas volcánicas, la cal, el cemento Portland y el agua se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.03. La emulsión asfáltica se evaluará según las Subsecciones 107.03 y 702.10.

El trabajo de estabilización de la subrasante se evaluará según las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver Tabla 213-2 para el muestreo mínimo y los ensayos requeridos.

El reacondicionamiento de la subrasante se evaluará según la Sección 303.

El sello de emulsión asfáltica se evaluará según la Sección 702.03.

### 213.10 Medida.

La estabilización de la subrasante se medirá por metro cuadrado. Se medirá el ancho horizontalmente para incluir la parte superior del ancho de la subrasante y el ensanchamiento de la curva admisible. Se medirá la longitud horizontalmente a lo largo de la línea centro de la vía. Se medirá la cal, el cemento y las cenizas volcánicas por tonelada métrica.

La emulsión asfáltica se medirá según la Sección 702.03.

El material de secado se medirá según la Sección 703.13.

### 213.11 Pago.

Las cantidades aceptadas y medidas como se indica en la Subsección 213.10, se pagarán al precio de Contrato usando la unidad de medida para los renglones de la siguiente lista y que fueron indicados en los documentos de licitación. El pago corresponderá a la remuneración total para el trabajo prescrito en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.

El pago se hará según se indica:

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.213.01</b> Estabilización de subrasante con milímetros de espesor	Metro Cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.213.02</b> Cal	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.213.03</b> Cemento	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.213.04</b> Ceniza volcánica	Tonelada métrica (Tm)

Tabla 213-2

### Muestreo y Ensayo

Material o producto	Propiedades o características	Métodos del ensayo o especificaciones	Frecuencia	Lugar del muestreo
Material de subrasante	Graduación	AASHTO T 27	1 cada 5000 m <sup>2</sup>	Material procesado antes de la compactación final
	Humedad-Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 por cada mezcla o cambio de material	Material procesado antes de la compactación final
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado	1 cada 2500 m <sup>2</sup>	Subrasante compactada



# Refuerzo de taludes y muros de retención

## División 250

### **Sección 251.) ESCOLLERAS (RIPRAP)**

#### **251.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de escolleras para la protección de riberas u orillas de ríos, protección de taludes, de estructuras de drenaje y control de la erosión. Los tipos de escolleras se denominan tal como se muestra en la Tabla 705-1.

#### **251.02 Material.**

Conforme a las Subsecciones siguientes:

Geotextil Tipo IV	714.01
Mortero	712.02 (e)
Roca para escolleras	705.02

#### **Requerimientos para la construcción**

#### **251.03 General.**

El trabajo debe realizarse de acuerdo con la Sección 209. El talud debe recubrirse de manera que se produzca una superficie lisa. Si el trabajo incluye un geosintético, el Contratista debe colocarlo de conformidad con la Sección 207.

#### **251.04 Enrocado Colocado.**

El enrocado a utilizar consistirá en roca colocada sobre una superficie previamente preparada de manera que forme una masa bien graduada.

El enrocado debe colocarse con su espesor total en una sola operación, para evitar el desplazamiento del material subyacente. No debe colocarse el material del enrocado por métodos que causen segregación o dañen la superficie preparada. Las rocas individuales deben colocarse, o reordenarse, por medio de métodos mecánicos o manuales a fin de obtener una cubierta densa y uniforme, con una superficie razonablemente lisa.

#### **251.05 Enrocado entrabado.**

Las escolleras entrabadas están constituidas por trozos de roca colocadas sobre una superficie preparada los cuales se colocan en su lugar mediante la presión de impactos. Los trozos de roca para el enrocado entrabado deben colocarse de conformidad con la Subsección 251.04. Las escolleras deben colocarse en su lugar mediante la presión de impactos, golpeando con una herramienta pesada como un cubo hidráulico o con una masa de cara plana de aproximadamente 2000kg. Los golpes deberán ser aplicados de hasta que la roca esté entrabada firmemente en su lugar y forme una superficie uniforme, sin que se reduzca su tamaño efectivo. La presión de impactos no debe usarse en escolleras bajo la superficie del agua.

#### **251.06 Enrocado con mortero.**

El enrocado con mortero es roca colocada o entrabada sobre una superficie preparada, con los vacíos llenos con mortero de cemento hidráulico.

Las rocas para las escolleras con mortero deben colocarse de conformidad con la sección 251.04. Antes de colocar el mortero, las rocas deben humedecerse exhaustivamente, lavando el exceso de finos existentes en la parte inferior del enrocado. El mortero debe colocarse únicamente cuando la temperatura sea superior a 1° C en los vacíos cercanos a la superficie del enrocado. Se debe colocar el mortero de manera que se prevenga su segregación. Se debe colocar el mortero de manera que se prevenga su segregación. Se deben llenar todos los vacíos sin mover o desplazar a las rocas. No se debe exceder un espesor de 1,5 m en cada capa de enrocado con mortero. Deben transcurrir 3 días de curado antes de agregar la siguiente capa de enrocado y mortero. Se deben dejar agujeros a través del enrocado para permitir el drenaje de agua ("lloraderas"), según se requiera. Posteriormente el enrocado con mortero debe mantenerse humedecido durante 3 días después de que el trabajo haya sido terminado y protegerlo de las temperaturas bajas extremas durante al menos 7 días después de la colocación.

#### **251.07 Aceptación.**

La roca para las escolleras será evaluada de conformidad con la Subsección 107.02.

La colocación de la roca para las escolleras será evaluada según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación estructural y el relleno serán evaluados según la Sección 209.

Los geosintéticos serán evaluados bajo la Sección 207.

El material para el mortero será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. El mortero será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. La colocación del mortero será evaluada bajo la Subsección 107.02. La Tabla 251-1 muestra los requerimientos mínimos de muestreo y ensayos.

#### **251.08 Medida.**

El enrocado se mide por metro cúbico colocado en sitio y en condición terminada.

#### **251.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas en la manera prevista en la Subsección 251.08, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medición para los renglones de pago enumerados abajo, cuando estén mostrados en la oferta.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.251.01</b> Enrocado colocado clase _____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.251.02</b> Enrocado colocado clase _____	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.251.03</b> Enrocado colocado clase _____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.251.04</b> Enrocado colocado clase _____	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.251.05</b> Enrocado colocado clase _____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

Tabla 251-1  
Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Propiedad o Característica	Método de especificación de ensayo	Frecuencia de Muestreo	Punto de muestreo	Muestra dividida	Tiempo de reporte
Enrocado (405.02)	Medida y probada para conformidad (107.04)	Gravedad específica aparente y absorción	AASHTO T 85				
		Índice de durabilidad gruesa	AASHTO T 210	1 muestra por instalación <sup>(1)</sup>	Fuente de material	Sí	Antes de usar en trabajo
		Resistencia a sulfatos de sodio	AASHTO T 104				
Mortero	Medida y probada para conformidad (107.04)	Abrasión de LA	AASHTO T 96				
		Confección de especímenes de ensayo Resistencia a compresión <sup>(2)</sup>	AASHTO T 23 & T 22	1 muestra por diseño de mezcla <sup>(1)</sup>	---	Sí, cuando se requiera	Antes de usar en trabajo

(1) La muestra consiste de 2 testigos de ensayo.

(2) La resistencia a la compresión será el promedio de 2 testigos de ensayo.

## Sección 252.) PEDRAPLENES ESPECIALES Y CONTRAFUERTE DE ROCA

### 252.01 Descripción.

El trabajo de pedraplén especial consiste en el suministro y colocación de rocas en secciones de relleno, depositadas a mano o por medios mecánicos. El trabajo de contrafuerte o sostén de roca consiste en el suministro y colocación de rocas en secciones de corte, depositadas a mano o por medios mecánicos.

Los pedraplenes especiales y los contrafuertes de roca se designan como suministro y colocación de rocas, colocados a mano o colocados por medios mecánicos.

### 252.02 Materiales.

Conforme a las Subsecciones siguientes:

Roca para contrafuertes	705.05
Roca para pedraplenes especiales	705.04

### Requerimientos para la construcción

### 252.03 Colocación de la roca.

El trabajo se realizará de acuerdo con las Secciones 204 ó 209 según sea requerido.

La roca se colocará con una orientación estable y con un volumen de vacíos mínimo. Los trozos de roca se deberán acomodar de manera que se produzca un patrón aleatorio. Los pedazos de roca producto del resquebrajamiento que fueran menores que el tamaño mínimo de roca establecido, se usarán para acuar las piezas más grandes en posición y para llenar los vacíos entre ellas. La cara expuesta de la masa de roca debe construirse razonablemente uniforme, sin protuberancias sobre la línea neta de la ladera por encima de 300 mm, en el caso de la roca mecánicamente colocada, o 150 mm para la roca colocada manualmente.

### 252.04 Aceptación.

La roca para el pedraplén especial y para el contrafuerte será evaluada bajo la Subsección 107.02.

La colocación de la roca para el pedraplén especial y el contrafuerte será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación y el relleno para las estructuras serán evaluados bajo la Sección 209.

### 252.05 Medida.

Se medirán los rellenos especiales y los contrafuertes de roca por metro cúbico colocado en su lugar.

### 252.06 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas en la manera prevista según la Sub-sección 252.05, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago enumerados abajo, cuando sean indicados en la oferta. El pago será la remuneración total por el trabajo prescrito en esta Sección.

El pago será realizado bajo:

Renglón de pago	Unidad de medida
CR.251.01 Enrocado colocado clase _____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
CR.251.02 Enrocado colocado clase _____	Tonelada métrica (Tm)
CR.251.03 Enrocado colocado clase _____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
CR.251.04 Enrocado colocado clase _____	Tonelada métrica (Tm)
CR.251.05 Enrocado colocado clase _____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## **Sección 253.) GAVIONES Y COLCHONES DE REVESTIMIENTO**

### **253.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras de gaviones y colchones para revestimientos hechos con rocas o piedras de río en celdas de malla de alambre, incluyendo el transporte, suministro, manejo y almacenamiento de las canastas de alambre y colocación de material pétreo dentro de las mismas de acuerdo con los alineamientos, formas y dimensiones y en los sitios indicados en los planos o determinados por el ingeniero

### **253.02 Materiales.**

Se da el nombre de gaviones a celdas de malla de alambre de dimensiones variadas, rellenas con fragmentos de roca o gravas.

Los materiales deben satisfacer los requerimientos de las siguientes Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Material para gaviones y colchones de revestimiento (malla para canastas, sujetadores permanentes, alambres internos de conexión)	720.02
Roca para gaviones y colchones de revestimiento	705.01
Geotextil de tipo IV	714.01
Relleno estructural	704.04

### **Requerimientos para la construcción**

### **253.03 General.**

El Contratista hará el levantamiento topográfico, verificará los límites de la instalación del muro y someterá a la aprobación del Contratante los planos de instalación, de acuerdo con la Sección 152 y con la Subsección 104.03. Realizará los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con las Sección 209.

### **253.04 Ensamble de la celda.**

El Contratista no debe dañar el revestimiento de los alambres durante el ensamble de la celda, la erección de la estructura, el relleno de las celdas o la construcción de los rellenos. Se debe colocar la celda en su posición y unir los bordes verticales con sujetadores, de acuerdo con la Subsección 253.05. Se podrán usar sujetadores temporales para el ensamble de la celda, si son sustituidos durante la erección de la estructura por sujetadores permanentes, de acuerdo a la Subsección 253.05.

Se deben colocar los diafragmas en su posición y unir las orillas verticales, de acuerdo con lo estipulado en la Subsección 253.05.

### **253.05 Erección de la estructura.**

El Contratista colocará las celdas de los gaviones vacías sobre la cimentación, e interconectará las celdas adyacentes a lo largo de los bordes superiores y verticales, mediante sujetadores permanentes.

Cuando se use alambre como amarre, se colocará el alambre alternando amarres sencillos (de una vuelta) y dobles en las aberturas de la malla (una por medio), separados no más de 150 mm entre sí. Si se usan sujetadores en espiral, se doblarán los bordes para asegurar los sujetadores en su lugar. Cuando se usen sujetadores alternados, colocados en cada abertura de la malla, separados no más de 150 mm entre sí.

De igual manera, se interconectará cada capa de celdas con la capa subyacente de ellas, a lo largo del frente, atrás y a los lados. Se traslaparán las juntas verticales entre celdas de filas y capas adyacentes, por lo menos, en una longitud de celda.

#### **253.06 Relleno de las Celdas.**

El Contratista eliminará todas las torceduras y dobladuras que haya en la malla de alambre y alineará correctamente todas las celdas. La piedra será colocada cuidadosamente en las celdas para prevenir el pandeo de las mismas y minimizar la formación de agujeros en el relleno de piedra. Durante tal operación, se deberán mantener alineadas las celdas.

Se colocarán alambres internos de conexión en cada celda exterior sin confinamiento, de más de 300 mm de altura. Esto se aplica también a las celdas interiores dejadas temporalmente sin confinar. Los alambres internos de conexión se colocarán a medida que progrese la colocación de la roca.

Se deben rellenar las celdas, en cualquier fila o capa, de manera que ninguna de ellas sea llenada más de 300 mm por encima de la celda adyacente. Se repetirá este proceso hasta que la celda esté llena completamente y la tapa descansa sobre la capa de piedra final.

A continuación, se amarrarán las tapas de los lados extremos, y los diafragmas, de acuerdo con la Subsección 253.05. Las superficies expuestas de las celdas deberán quedar lisas y nítidas, sin filos agudos de piedra proyectados hacia afuera de la malla de alambre.

#### **253.07 Relleno de la estructura.**

Se deberá colocar un geotextil sobre la parte trasera de la estructura del gavión. Conjuntamente con la operación de llenado de las celdas, se deberá rellenar el área trasera de la estructura del gavión con relleno estructural, de acuerdo con la Subsección 209.10. Cada capa será compactada de acuerdo con la Subsección 209.11, excepto que se deberá usar un compactador mecánico liviano o un compactador vibratorio, dentro de una banda de un metro, en la franja cercana a la estructura del gavión.

#### **253.08 Colchones de revestimiento.**

Sobre la superficie preparada, se colocará un geotextil de acuerdo con la Sección 207. Luego se construirá el colchón de revestimiento de acuerdo con las Subsecciones 253.04 a 253.06. Se anclará el colchón en su lugar. Se colocará un geotextil contra los bordes verticales del colchón y se colocará el relleno sobre el geotextil usando material de relleno u otro material aprobado. Los colchones de revestimiento se deberán sobrellenar en 30 a 50 milímetros.

#### **253.09 Aceptación.**

Se debe consultar la Tabla 209-1 para los requerimientos mínimos de muestreo y ensayo en el laboratorio.

El material para las estructuras de gaviones y colchones de revestimiento será evaluado visualmente y mediante certificados de calidad y manufactura expedidos por los fabricantes, y de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de estructuras de gaviones y colchones de revestimiento será evaluada visualmente y a través de mediciones y pruebas de laboratorio de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Se evaluarán los levantamientos topográficos realizados por el Contratista, mediante operaciones de campo, de conformidad con la Sección 152.

Los geotextiles serán evaluados según la Sección 207.

La excavación estructural, el relleno estructural y el material de relleno serán evaluados bajo la Sección 209.

#### **253.10 Medida.**

Los ítems de la Sección 253 listados en el cartel de licitación se deberán medir de acuerdo con la Subsección 110.02 y las siguientes cuando sean aplicables.

Los gaviones serán medidos en metros cuadrados de cara frontal de muro, o por metros cúbicos de la estructura. Los colchones de revestimiento serán medidos en metros cuadrados. El relleno de fundación será medido según la Sección 208.13.

#### 253.11 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se ha indicado, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medición de pago, según la lista indicada a continuación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver Subsección 110.05.

Los pagos serán efectuados para los siguientes conceptos:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.253.01</b> Gaviones, galvanizados o revestidos con aluminio	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.253.02</b> Gaviones, revestidos con PVC	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.253.03</b> Gaviones, galvanizados o revestidos con aluminio	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.253.04</b> Gaviones, revestidos con PVC	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.253.06</b> Colchones de revestimiento, revestido con PVC	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

### Sección 254.) MUROS DE CONTENCIÓN MODULARES

#### 254.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de muros de contención modulares de concreto hidráulico, metal o madera tratada.

#### 254.02 Materiales.

Los materiales se ajustarán a lo estipulado en las siguientes Secciones y Subsecciones:

Base de apoyo	704.09
Concreto hidráulico	601
Relleno para muros de contención	704.12
Elementos para estructuras de madera	716.02
Muros metálicos de construcción	720.03
Unidades prefabricadas de concreto	725.11
Acero de refuerzo	709.01
Relleno estructural	704.04
Madera estructural tratada	716.03

#### Requerimientos para la construcción

#### 254.03 General.

El Contratista hará el levantamiento topográfico para verificar los límites de la instalación del muro y someterá a la aprobación del Contratante los planos de instalación de acuerdo con la Sección 152. El trabajo de excavación y relleno se hará de conformidad con la Sección 209. El trabajo se realizará de acuerdo con la Sección 104.03. Cuando el muro se asienta sobre una fundación de roca, debe colocarse una capa de apoyo de 200 milímetros de espesor debajo de los elementos de la base del muro.

#### **254.04 Ensamblaje.**

El Contratista deberá suministrar todos los pernos, tuercas y herraje necesarios para el completo ensamblaje de las unidades que deben conectarse para formar un muro continuo. Se debe ensamblar el muro de contención de acuerdo con las instrucciones del fabricante. En las partes curvas debe obtenerse el alabeo apropiado de la superficie del muro, mediante el uso de elementos más cortos en los paneles de la cara frontal, o de la parte trasera; según sea el caso. El muro debe construirse con una tolerancia de desviación de 25 mm en 3 m, con respecto al trazado y elevaciones mostradas en los planos.

(a) Muro modular de concreto. Se deben quitar y reemplazar todos aquellos miembros de concreto que estén agrietados o dañados.

(b) Muro modular de metal. Se deben apretar los pernos de los muros modulares metálicos a, por lo menos, 34 Newton-metro.

(c) Muro modular de madera ("corral"). Se deben construir los muros modulares de madera, de acuerdo con la Sección 557.

#### **254.05 Rellenado.**

Se deben rellenar los módulos con relleno especial para muros de este tipo, según la Subsección 209.10. Se deben rellenar la parte trasera de los módulos con relleno estructural, según la Subsección 209.10. El relleno dentro y detrás del módulo debe mantenerse al mismo nivel durante el proceso de relleno. Se debe compactar cada capa de acuerdo con lo dispuesto en la Subsección 209.11, excepto que se deberá usar un compactador mecánico o vibratorio de peso liviano aceptable dentro de un metro de la cara frontal.

#### **254.06 Aceptación.**

El material para el muro será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. Se exigirá una certificación del fabricante para cada embarque de los siguientes renglones:

- (a) Muros modulares de metal.
- (b) Unidades de concreto prefabricadas.
- (c) Acero de refuerzo.
- (d) Madera estructural tratada.

La construcción de muros de retención modulares de concreto, metal o madera, será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La labor de levantamiento topográfico se realizará de acuerdo con la sección 152.

La excavación estructural, los materiales para rellenar, el relleno estructural y de capa de apoyo, serán evaluados según la Sección 209. En la Tabla 209-1 se muestran los requerimientos mínimos para el muestreo y ensayos.

El concreto será evaluado de acuerdo con la Sección 601.

Los elementos de madera serán evaluados de acuerdo con la Sección 557.

#### **254.07 Medida.**

Se deben medir los ítems de la Sección 254 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02 y lo siguiente, cuando sea aplicable.

Se medirán los muros encibados en metros cuadrados de superficie frontal de muro.

Se medirá el material de relleno colocado en muros modulares en metros cúbicos.

Se medirá el relleno de fundación de acuerdo con la Sección 208.

#### **254.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica en la Subsección 254.07, serán pagadas al precio



de contrato por unidad de medida de pago, según la lista indicada a continuación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver Subsección 110.05.

Los pagos serán efectuados bajo los siguientes conceptos:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.254.01</b> Muro de retención modular de concreto reforzado	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.254.02</b> Muro de retención modular metálico	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.254.03</b> Muro de retención modular de madera	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.254.04</b> Relleno de muros modulares	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## **Sección 255.) MUROS CON SUELO REFORZADO**

### **255.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de muros de tierra estabilizada por medios mecánicos (suelo reforzado).

### **255.02 Materiales.**

Se debe dar conformidad con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Capa niveladora de concreto hidráulico	601
Geotextil tipo IV	714.01
Tierra estabilizada por medios mecánicos	720.01
Relleno con material granular selecto	704.10
Relleno estructural	704.04

### **Requerimientos para la construcción**

### **255.03 General.**

Se deberá hacer el levantamiento topográfico del sitio de las obras de acuerdo con la Sección 152 y se verificarán los linderos del muro a construir. Se prepararán y remitirán los planos de construcción de acuerdo con la Subsección 104.03. Se desarrollarán los trabajos de acuerdo con la Sección 209. Se construirá una fundación con un ancho de 0,50 m en exceso respecto a la longitud de los elementos de refuerzo. Cuando el muro sea soportado por una cimentación en roca, se deberá colocar un espesor de 150 mm de relleno con material granular selecto de previo a la colocación de la malla de refuerzo.

En los muros revestidos con concreto hidráulico, se deberá proveer una capa niveladora de concreto hidráulico reforzado o no reforzado colado en sitio, sobre las caras de la plataforma a recubrir, de acuerdo con el criterio del Contratante. Las capas niveladoras de concreto hidráulico coladas en sitio deberán ser curadas por un período de al menos 12 horas de previo a la colocación de los paneles de muro.

### **255.04 Construcción de muros.**

Los muros se deberán construir de acuerdo con los planos constructivos y las recomendaciones técnicas del fabricante previamente aprobadas por el Contratante. Cuando el Contratante lo disponga en el contrato, se requerirá la supervisión permanente de un profesional con una amplia experiencia en la construcción de muros de sistemas patentados.

(a) Muros con paredes de concreto hidráulico. Se deberán ensamblar los paneles de muro (losas de concreto prefabricadas) con aparatos elevadores (grúas) conectados al borde superior del panel o a través de los

medios aprobados por el Contratante. Los paneles de muro serán alineados en el sentido vertical y horizontal con una precisión de 19 mm y por medio de un codal recto de 3m.

Los anchos de junta serán de  $19 \pm 6$  milímetros. Las juntas serán preparadas e instaladas de acuerdo con los planos constructivos. Las juntas en los reversos de los paneles de pared deberán ser cubiertas con bandas de geotextil de 300 mm de ancho; las bandas adyacentes de geotextiles serán traslapadas en un ancho mínimo de 100 mm.

Los paneles serán mantenidos en su posición, durante las operaciones de relleno y nivelación, mediante cuñas o riostras temporales autorizadas por el Contratante. Se construirán los muros de manera que la tolerancia vertical (de la superficie a la base) no exceda la relación de 13 mm por cada 3 m de altura.

(b) Muros con paredes alambradas. Se colocarán capas de soporte y mallas de alambre de 6mm en izadas horizontales sucesivas, conforme avanzan los trabajos de relleno. Se conectarán, tensarán y anclarán elementos de refuerzo en las caras del muro, antes del relleno. No deberán excederse las tolerancias verticales para la izada de incrementos individuales que defina el Contratante y deberá respetarse una tolerancia vertical total (de la altura máxima a la base) de menos de 25 mm por cada 3 m de altura. No se deben colocar elementos de refuerzo bajo la elevación de las conexiones correspondientes. No podrá haber desviaciones de la inclinación del muro de más de 25 mm en 3 m de altura. No podrá haber desviaciones en ningún punto sobre el muro de más de 50 mm respecto a un codal recto de 3m colocado de forma horizontal sobre el plano teórico de diseño para las caras de las paredes.

(c) Muros con paredes de gaviones. Se colocará una capa de relleno antes de la colocación de la primera hilera de gaviones. Los gaviones serán construidos de conformidad con la Sección 253. Se colocarán las mallas de refuerzo de manera horizontal sobre las capas de relleno compactado, y de manera perpendicular a las caras de las paredes del muro. Se conectarán los gaviones adyacentes a las mallas de refuerzo con amarres de acero, o por el medio definido por el Contratante, en espaciamiento nominal de 100 mm, alternando amarres simples y dobles. Se tensará y anclará la malla de refuerzo antes de la colocación de relleno adicional.

#### **255.05 Relleno.**

El volumen estabilizado deberá ser ocupado por un relleno de material granular selecto, de acuerdo con la Subsección 209.10. Deberá asegurarse que no existan cavidades por debajo de las mallas de refuerzo. Cada capa deberá ser compactada de conformidad con la Subsección 209.11, excepto en lo referente al equipo requerido, el cual deberá ser aceptado de previo por el Contratante; debiendo, en todo caso, disponerse de un compactador liviano mecánico o vibratorio, el cual será operado hasta una distancia de 1 m de la cara del muro. En zonas donde el volumen estabilizado soporte elementos estructurales, deberá compactarse el espesor superior, hasta 1,5 m, al 100 % de la densidad máxima correspondiente.

No deberán aplicarse operaciones constructivas que puedan dañar o alterar los elementos de paredes o mallas de refuerzo. No deberá operarse ningún equipo directamente sobre la superficie de las mallas de refuerzo. Se deberán corregir todos los elementos del muro que sufran algún daño, distorsión o que presentan un alineamiento incorrecto.

Se deberá rellenar y compactar la superficie del volumen estabilizado con relleno estructural, de acuerdo con la Subsección 209.10. Al final de cada día de labores, el material adyacente a las paredes del muro correspondiente a la última capa de relleno colocada deberá dejarse con una inclinación hacia afuera, a fin de que el agua superficial se aleje del muro en dirección opuesta a las paredes, con el propósito de protegerlas de la contaminación con material del relleno.

No deberá permitirse, bajo ninguna circunstancia, la contaminación del área de construcción de las paredes del muro con material de relleno por escorrentía superficial.

**255.06 Aceptación.**

El material para muros de tierra armada listado en la Subsección 720.01 será evaluado de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.03. Deberá suministrarse un certificado de producción con cada embarque de paneles para paredes de concreto hidráulico.

La construcción de muros de tierra armada y los trabajos conexos serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Las evaluaciones del sitio de las obras serán de conformidad con la Sección 152.

La tela geotextil será evaluada de acuerdo con la Sección 207.

La excavación, relleno con material granular selecto y el relleno estructural serán evaluados según la Sección 209. Véase la Tabla 209-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

Los gaviones serán evaluados de acuerdo con la Sección 253.

La capa niveladora de concreto hidráulico será evaluada según la Sección 601.

**255.07 Medida.**

Se medirán los muros de tierra armada por metro cuadrado en la pared frontal.

Se medirá el material de relleno granular selecto en el volumen estabilizado por metro cúbico colocado y compactado.

Se medirá la capa niveladora de concreto hidráulico por metro cúbico.

Se medirá el relleno de fundación de acuerdo con la Sección 208.

**255.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 255.07, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.255.01</b> Muro de tierra armada	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.255.02</b> Relleno con material granular selecto	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.255.04</b> Capa niveladora de concreto hidráulico	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

Tabla 255-2

**Requisitos de Muestreo y Ensayo**

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Caract.	Métodos y Especificac. de ensayo	Frecuencia de Muestreo	Punto de Muestreo	Muestra dividida	Tiempo de reporte
Relleno (704)	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)	Clasificación	AASHTO M 145	1 por tipo de suelo	Fuente de material	Sí	Antes de usar en trabajo
		Gradación	AASHTO T 27 & T 11				
		Humedad y densidad	AASHTO T 180 MÉTODO D <sup>(1)</sup> or T 99, método C <sup>(1)</sup>				
		Compactación	AASHTO T 310 u otros proced. aprobados	2 por izada	In situ	---	Antes de colocar la siguiente capa

(1) Mínimo de 5 puntos por Ensayo Proctor.

## **Sección 256.) ANCLAJES PERMANENTES EN SUELO**

### **256.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de anclajes al terreno de carácter permanente.

### **256.02 Materiales.**

Deberán conformar con la siguiente Subsección:

Anclajes al terreno	722.02
Mortero	722.02(e)

### **Requerimientos para la construcción**

### **256.03 Requerimientos de experiencia.**

El Contratista o Subcontratista a cargo de la construcción de los anclajes al suelo de carácter permanente deberá haber completado, a satisfacción del Contratante, al menos cinco proyectos de construcción de anclajes al suelo de carácter permanente durante los tres años precedentes a la obra específica. Se deberá remitir una breve descripción de cada proyecto de experiencia previa, durante los tres años precedentes, incluyendo el nombre, dirección y el número de teléfono del Contratante respectivo.

El Contratista o Subcontratista a cargo de las obras deberá contar con un profesional en Ingeniería con al menos tres años de experiencia en el diseño y construcción de anclajes al suelo de carácter permanente. Se deberán habilitar supervisores de proyecto y operadores de equipos de excavación con al menos un año de experiencia en la instalación de anclajes permanentes en suelo. Con anticipación de 30 días naturales al inicio de las obras, se deberá identificar al equipo profesional, los supervisores de proyecto y los operadores de los equipos de excavación asignados al proyecto, y se adjuntará un resumen sobre la experiencia profesional de cada uno.

### **256.04 Planos constructivos.**

Se deberán proveer los planos constructivos del proyecto, de conformidad con la Subsección 104.03, al menos con una anticipación de 30 días al inicio de las obras. Se deberá presentar, al Contratante, lo siguiente:

- (a) Programación detallada de actividades, incluyendo:
  - Cantidad de anclajes al suelo.
  - Carga de diseño de los anclajes al suelo.
  - Tipo y tamaño de los tendones.
  - Longitud mínima de anclaje.
  - Longitud mínima de adherencia.
  - Longitud mínima de adherencia para el tendón.
  - Longitud mínima adicional a la de adherencia.
- (b) Planos esquemáticos del sistema de anclaje al suelo, incluyendo:
  - Cantidad y ubicación de los espaciadores.
  - Cantidad y ubicación de los centralizadores.
  - Sistema de protección para la corrosión en la longitud sin adherencia.
  - Sistema de protección para la corrosión en la longitud de adherencia.
  - Transición entre los sistemas de protección para la corrosión entre la longitud de adherencia y la longitud adicional sin adherencia.
  - Sistema de anclaje y trompas
  - Sistema de protección para la corrosión en los anclajes.

### **256.05 Fabricación de los tendones.**

(a) Generalidades. Los tendones serán fabricados en una planta o en el sitio del proyecto, conforme sea especificado en los planos constructivos. Las dimensiones de los tendones serán definidas a partir de los siguientes criterios:

- (1) Las cargas de diseño no deberán exceder el 60 % de la resistencia última a la tracción del tendón.
- (2) La carga máxima para la falla del tendón por tracción, no deberá exceder el 80 % de la resistencia última a la tracción del tendón, según los ensayos de laboratorio que se practiquen.

(b) Longitud de adherencia. Se deberá determinar la longitud de adherencia necesaria para alcanzar la resistencia indicada en los planos constructivos. Se utilizará una longitud mínima de adherencia, para los tendones, de 3 metros en roca, y 4,5 m en suelos. Se deberá proveer protección para la corrosión en la longitud de adherencia con un recubrimiento de mortero de cemento hidráulico.

Cuando sea requerido por el Contratante, la longitud de adherencia del tendón será protegida a la corrosión, a partir del encapsulado en plástico corrugado con relleno de mortero de cemento hidráulico, tubería de acero corrugada, o por recubrimiento con epóxico de fusión adherido. Se aplicará el mortero de cemento hidráulico dentro de la tubería, antes o después de que el tendón sea colocado en el agujero excavado. Se centrará el tendón en la tubería con un mínimo de 2,5 milímetros de recubrimiento con mortero de cemento hidráulico.

(c) Espaciadores y Centralizadores. Se utilizarán espaciadores a lo largo de la longitud de adherencia de los tendones en un arreglo de tendones múltiples, con el propósito de separar cada uno de los elementos individuales sujetos a un esfuerzo de tracción. Se utilizarán centralizadores para lograr un recubrimiento mínimo con mortero de cemento hidráulico de 13 milímetros de espesor a lo largo de la longitud de adherencia, o un encapsulado en la longitud de adherencia, como sea requerido por el contrato. Se deberán utilizar centralizadores que no impidan el libre flujo del mortero de cemento hidráulico a lo largo del orificio de la excavación. Los centralizadores serán posicionados de manera que la distancia entre sus respectivos centros no exceda los 3 metros.

El centralizador superior estará a una distancia máxima de 1,5 m de la parte superior de la longitud de adherencia del tendón. El centralizador inferior estará a una distancia máxima de 300 mm respecto a la parte inferior de la longitud de adherencia del tendón.

Los centralizadores no se requieren en los tendones con inyección a presión si el anclaje se instala en suelos de grano grueso usando presiones de mortero superiores a 1 megapascal.

Los centralizadores no se requieren en tendones colocados con perforadores de barra hueca si el anclaje es recubierto con mortero a través del perforador y el agujero se mantiene lleno de un mortero rígido durante la extracción del perforador. Un mortero es considerado "rígido" si su revenimiento es inferior a 225 mm.

En caso de que el tipo y la disposición de los tendones no requieran el uso de centralizadores, corresponderá al Contratante autorizar la no utilización de los mismos, cuando, a su criterio, tal práctica proceda.

(d) Longitud sin adherencia. Se deberá proveer una longitud mínima de anclaje de 4,5 m, adicional a la longitud de adherencia.

- (1) Si la totalidad del agujero excavado se llena con mortero de cemento hidráulico en una sola operación, se deberá proveer protección para la corrosión en la longitud sin adherencia, utilizando una envoltura rellena con grasa inhibidora de la corrosión, sistemas de tuberías recubiertos con adhesivos elásticos u otro material alternativo aprobado por el Contratante.

Si se utiliza una envoltura rellena con grasa inhibidora de la corrosión, se deberá recubrir completamente la longitud sin adherencia del tendón; se deberán rellenar los espacios entre elementos individuales de arreglos con múltiples tendones con la grasa anticorrosiva; y se aplicarán medidas para evitar fugas de

grasa en los extremos de la envoltura.

Si la envoltura es llenada con mortero o pegamento, se deberá colocar un material separador especial a lo largo de la longitud sin adherencia del tendón.

(2) Si se provee protección contra la corrosión con una envoltura llena de grasa y la porción del agujero de excavación sobre la longitud de adherencia es rellena con un mortero de cemento hidráulico después de la fijación de los anclajes, se deberá utilizar una segunda envoltura para dar recubrimiento adicional al tendón con mortero de cemento hidráulico.

Donde se usen anclajes "re-tensables", se deberán proveer amarres para anclajes "re-tensables", compatibles con el sistema de post-tensión provisto.

Si se utilizan tendones multi-elementos, se deberán apoyar las cuñas en la forma apropiada, siguiendo las recomendaciones dadas para el sistema de posttensión.

(e) Placas de soporte. Las placas de carga deberán dimensionarse para que cumplan con los siguientes requisitos:

(1) Los esfuerzos de flexión en la placa no deberán exceder el esfuerzo de fluencia del acero cuando se aplica una carga igual al 95 por ciento la resistencia del tendón mínima especificada; y

(2) El esfuerzo soportado por la placa de soporte no excederá lo recomendado en la sección 317 del PTI, especificación para la posttensión de materiales.

#### **256.06 Almacenamiento y manejo.**

Se deben almacenar y manipular los tendones de forma que se eviten daños o corrosión. Se deben sustituir los tendones que muestren abrasión, cortes, soldaduras, salpicaduras de soldadura, corrosión o deformaciones de cualquier especie. Deberá repararse o substituirse cualquier tendón que muestre daños en su forraje o envoltura. Se debe desengrasar la longitud de adherencia de los tendones y eliminar los residuos de cualquier disolvente antes de la instalación.

#### **256.07 Instalación.**

Deberán perforarse los agujeros de los anclajes en el terreno dentro de una zona máxima de 300 mm alrededor de la ubicación requerida. Deberá perforarse el eje longitudinal del agujero paralelo al eje longitudinal del tendón. El anclaje en el terreno se instalará de manera que su eje longitudinal no difiera 3 grados de la inclinación especificada. El anclaje en el terreno se deberá instalar con una desviación del ángulo horizontal inferior a 3 grados con respecto a una línea perpendicular al plano de la estructura. No se deberán extender los anclajes en el terreno más allá del derecho de vía o de servidumbre, lo que debe contemplarse en el diseño.

Cuando la longitud de los anclajes exceda el derecho de vía o de servidumbre se deberán analizar opciones alternas y si en esas opciones no hubiese alternativa técnicamente factible, se deberá proceder a la expropiación u obtener el permiso necesario por parte del Ingeniero de Proyecto.

Se insertará el tendón en el agujero a la profundidad requerida sin empujarlo o forzarlo. Donde el tendón no pueda ser insertado totalmente, se quitará el tendón y se limpiará o perforará el agujero de nuevo, para permitir la inserción.

Se deberá usar una bomba de desplazamiento positivo para inyectar el mortero dentro de los agujeros perforados usando un mortero de cemento neto o un mortero de cemento y arena. Se deberá usar una bomba equipada con un medidor de presión capaz de medir presiones de por lo menos 1 megapascal o el doble de la presión real de inyección, la que sea mayor. Se deberá usar un mortero bien mezclado que esté libre de grumos o de otras evidencias de hidratación previa del cemento. Se deberá mover el mortero continuamente durante su colocación. El mortero se deberá colocar en una sola operación continua.

El mortero se deberá inyectar desde el punto más bajo del agujero perforado. El mortero puede ser colocado antes o después de la inserción del tendón. Se deberá registrar la cantidad de mortero y la presión del

mortero para cada anclaje en el terreno. Se deberá controlar la presión de inyección para evitar el abultamiento excesivo o la fractura del terreno.

Exceptuando lo indicado más adelante, el mortero que se coloque sobre el límite superior de la longitud de adherencia puede ser colocado al mismo tiempo que el mortero de la longitud de adherencia, pero no debe ser colocado bajo presión. No se deberá colocar mortero en el extremo superior del agujero perforado, en contacto con el reverso de la estructura o el fondo de la trompeta.

Si se instala el anclaje en un suelo de grano fino usando agujeros perforados con diámetros mayores a 150 mm, se deberá colocar el mortero sobre el extremo superior de la longitud de adherencia después de que el anclaje haya sido probado y tensado. El agujero perforado completo se puede llenar con mortero en una sola etapa si se demuestra que el anclaje no desarrollará una porción significativa de su capacidad máxima de carga en el suelo ubicado fuera de la longitud de adherencia.

Se deberá usar mortero presurizado para tendones protegidos anclados en roca. Después de sellar el agujero perforado, se deberá inyectar mortero presurizado hasta que se mantenga una presión de 0,3 megapascasles en el extremo superior del agujero durante 5 minutos.

Si el tubo de suministro de mortero va a permanecer dentro del agujero después de alcanzada la longitud de adherencia, se deberá llenar con mortero en su totalidad. Se deberá esperar un mínimo de 3 días antes de cargar el tendón.

Se deberá extender la protección contra la corrosión que rodea la longitud sin adherencia más allá del sello inferior de la trompeta o 300 mm dentro de la trompeta si el sello no se provee.

Se deberá recortar la protección contra la corrosión que rodea la longitud sin adherencia del tendón como sea necesario para que no haga contacto con la placa de soporte de la cabeza del anclaje durante las pruebas y el tensado.

La placa de soporte y la cabeza del anclaje se deberán colocar de manera que el eje del tendón tenga una inclinación máxima de 3 grados con respecto a una línea perpendicular a la placa de soporte y el eje deberá pasar a través del centro de la placa de soporte para evitar curvar el tendón.

Si se utilizan tendones protegidos o encapsulados con epóxicos de adherencia por fusión, se deben aislar electrónicamente la placa de soporte, la cabeza del anclaje y la trompeta del concreto que las rodea, de los pilotes soldados o de cualquier elemento metálico empotrado en la estructura.

La grasa de la trompeta se deberá colocar en cualquier momento durante la construcción. El mortero de la trompeta se deberá colocar después de que el anclaje haya sido probado y tensado.

Se deberán cubrir por completo todos los anclajes que estén expuestos a la atmósfera con una grasa anticorrosiva o con mortero.

#### **256.08 Ensayos.**

Se probará cada anclaje en el terreno usando una carga máxima que no exceda el 80 por ciento de la resistencia última a la tensión mínima del tendón. Se aplicarán simultáneamente la carga al tendón entero y a todos los elementos de tendones compuestos.

(a) Equipo de prueba. El equipo de prueba consistirá en:

(1) Una galga de dial o un medidor de vernier, con una precisión de 0,025 mm. Se deberá usar un medidor de desplazamiento que tenga una amplitud de escala al menos igual a la elongación elástica teórica del anclaje completo en la carga de prueba máxima. Se deberá usar un aparato con suficiente amplitud de escala para que se pueda medir todo el desplazamiento del anclaje sin necesidad de reajustes durante la prueba.

(2) Un gato hidráulico y una bomba. Se usará un gato hidráulico y una galga de presión calibrada para medir la carga aplicada requerida por la prueba. El gato hidráulico y la galga de presión deberán tener una calibración hecha dentro de los 45 días anteriores al inicio del trabajo de anclaje, por un laboratorio o firma independiente del

Contratista. Se deberán usar galgas de presión que estén graduadas en incrementos de 1 megapascal o menos. Se deberá usar un gato hidráulico que tenga una amplitud de recorrido igual a la elongación elástica teórica del anclaje en su longitud total sometido a la carga máxima de prueba.

(3) Una galga de referencia calibrada. Se deberá tener la galga de referencia calibrada con el gato hidráulico y la galga de presión y mantenerla en el sitio del proyecto.

(b) Pruebas de desempeño. Se colocará el equipo de la prueba de tensión sobre el anclaje en el terreno, de modo que el gato, las placas de soporte, las celdas de carga y el anclaje tensor estén alineados axialmente con el tendón y el tendón esté centrado con el equipo.

Se deberá realizar la prueba de desempeño a un mínimo del 5 % de los anclajes en el terreno o a un mínimo de 3 anclajes, el número que sea mayor, en cada estructura individual. El Contratante seleccionará los anclajes en el terreno que serán probados en su desempeño.

La prueba de desempeño se realizará según lo indicado en la Tabla 256-1.

Una vez que se registra el desplazamiento del anclaje, se aumentará el valor de la carga según los incrementos indicados en la Tabla 256-1. Se medirá y registrará el desplazamiento del anclaje en el terreno con una precisión de 0,025 mm, con respecto a un punto de referencia fijo independiente con la carga del alineamiento y en cada incremento de la carga de diseño. Se medirá continuamente la carga con una galga de presión. Se conectará la galga de presión de referencia en serie con la galga de presión durante cada prueba de desempeño. Si la carga medida por la galga de presión y la carga medida por la galga de presión de referencia, se diferencian más de 10 por ciento, se deberá volver a calibrar el gato, la galga de presión, y la galga de presión de referencia. En los incrementos de carga que no sean la carga máxima de prueba, se deberá mantener la carga solamente el tiempo necesario para obtener la lectura de desplazamiento.

Tabla 256-1

**Secuencia de Carga de la Prueba de Desempeño**

Secuencia	Incremento de carga							Reducción a carga de trabajo
	A	0,25D	0,50D	0,75D	1,00D	1,20D	1,33D	
1	*	*						
2	*	*	*					
3	*	*	*	*				
4	*	*	*	*	*			
5	*	*	*	*	*	*		
6	*	*	*	*	*	*	*	*

Nota: A = Alineamiento (ajuste)  
D = Carga de diseño

La carga máxima de la prueba debe mantenerse por un mínimo de 10 minutos. Para mantener la carga constante se deberá revisar continuamente la presión del gato hidráulico. El periodo de carga sostenida se deberá iniciar tan pronto como se alcance la carga máxima de la prueba.

Se medirá y registrará el desplazamiento del anclaje en el terreno en 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 10 minutos. Si el desplazamiento del anclaje en el terreno en el período de 1 a 10 minutos excede 1 milímetro, se deberá mantener



la carga máxima de la prueba y registrar el desplazamiento del anclaje en el terreno en 15, 20, 25, 30, 45, y 60 minutos.

Se deberá graficar el desplazamiento del anclaje en el terreno contra la carga máxima de cada secuencia de carga de la Tabla 256-1, y graficar el desplazamiento residual del tendón en cada carga de alineamiento, contra la carga más alta aplicada previamente.

(c) Pruebas de conformidad. Se deberá probar la conformidad de todos los anclajes en el terreno que no hayan sido sometidos a pruebas de desempeño. Las pruebas de conformidad se deberán realizar según se indica en la Tabla 256-2.

La carga se deberá aumentar de un incremento al siguiente inmediatamente después de registrar el desplazamiento del anclaje en el terreno. Se deberá medir y registrar el desplazamiento del anclaje con una precisión de 0,025 mm con respecto a un punto de referencia fijo independiente en cada carga de alineamiento o ajuste y en cada incremento de carga. Se deberá mantener un registro continuo de la carga con una galga de presión.

La carga máxima de prueba se deberá sostener durante un mínimo de 10 minutos. Para mantener la carga constante se deberá revisar continuamente la presión del gato hidráulico. El periodo de carga sostenida se deberá iniciar tan pronto como se alcance la carga máxima de la prueba.

Se medirá y registrará el desplazamiento del anclaje en el terreno en 1, 2, 3, 4, 5, 6, y 10 minutos. Si el desplazamiento del anclaje en el terreno en el período de 1 a 10 minutos excede 1 milímetro, se deberá mantener la carga máxima de la prueba y registrar el desplazamiento del anclaje en el terreno en 15, 20, 25, 30, 45, y 60 minutos.

*Tabla 256-2*

**Secuencia de Carga de la Prueba de Conformidad**

Incremento de carga							
A	0,25D	0,50D	0,75D	1,00D	1,20D	1,33D	Reducción a carga de trabajo
1	*	*	*	*	*	*	*

Nota: A = Alineamiento (ajuste)  
D = Carga de diseño

Se deberá graficar el desplazamiento del anclaje en el terreno contra la carga máxima de cada secuencia de carga de la Tabla 256-2.

(d) Fijación. Después de completar las pruebas de desempeño y de conformidad, se deberá reducir la carga de los tendones a la magnitud especificada para condición de trabajo y transferirla al sistema de soporte. Después de transferir la carga y antes de retirar el gato, se deberá medir la carga de sustentación. Si la magnitud de la carga no está dentro de un 10 % de variación de la carga de fijación especificada, se deberá reinstalar el sistema de fijación y volver a medir la carga de sustentación. Este proceso se repetirá cuantas veces sea necesario para cumplir con el requisito.

**256.09 Aceptación.**

Se deberá consultar la Tabla 256-3 para las especificaciones del muestreo y los ensayos de materiales.

El material para los anclajes en el terreno será evaluado de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de los anclajes en el terreno será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los anclajes instalados serán evaluados con con base en los resultados de alguna de las siguientes pruebas de desempeño o de conformidad y de acuerdo con los siguientes criterios:

(a) Después de un período de carga sostenida de 10 minutos, el anclaje en el terreno debe resistir la carga máxima del ensayo con menos de 1mm de desplazamiento, dentro del lapso de 1 a 10 minutos, y el desplazamiento total con la carga máxima excede el 80 % de la elongación elástica teórica de la longitud sin adherencia.

(b) Después de un período de prueba de 60 minutos, el anclaje en el terreno deberá resistir la carga máxima con una tasa de deformación plástica que no exceda una tasa de 2 mm por ciclo logarítmico de tiempo, y el desplazamiento total con la carga máxima excede el 80 % de la elongación elástica de teórica de la longitud sin adherencia.

Se deberán sustituir todos los anclajes en el terreno que obtengan resultados inaceptables en las pruebas de desempeño o conformidad. No se deberán ensayar nuevamente los anclajes que hayan fallado.

#### 256.10 Medida.

Se deberán medir los ítems de la Sección 256 que aparezcan en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02 y las siguientes. Se contarán los anclajes en el terreno por unidad. Deben ejecutarse los ensayos de desempeño que indiquen que la instalación es aceptable.

#### 256.11 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se ha indicado, serán pagadas al precio de contrato para el renglón de pago, según la lista indicada en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.256.01</b> Anclajes en el terreno	Unidad (unid)
<b>CR.256.02</b> Ensayos	Unidad (unid)

Tabla 256-3

#### Requisitos de Muestreo y Ensayos

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Caract.	Métodos y Especificac. de ensayo	Frecuencia de Muestreo	Punto de Muestreo	Muestra dividida	Tiempo de reporte
Calidad de la fuente de agregados (finos) (703.01)	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)	Calidad	AASHTO M 6	1 por tipo de material	Fuente de material	Sí	Antes de la producción
		Flujo	AASHTO C 939	1 por diseño de mezcla	Fuente de material	Sí, cuando se requiera	Antes de la producción
Diseño de la mezcla de mortero (72.02(e))	Medidas y pruebas de conformidad (107.04)	Resistencia a la compresión a los 7 días	AASHTO T 106	"	"	"	"

### Sección 257.) MUROS DE RETENCIÓN ALTERNATIVOS

#### 257.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de muros de retención no contemplados en las secciones anteriores. Los tipos de muro alternativos son de gaviones, muro claveteado (cosidos), muros con suelo reforzado, muros con anclajes permanentes en el terreno y muros de concreto reforzado.

**257.02 Material.**

Se deberán utilizar materiales, conformes con las siguientes Secciones:

Gaviones	253
Muros claveteados (cosidos)	254
Muros con suelo reforzado	255
Anclajes permanentes en el terreno	256
Muros de retención de concreto reforzado	258
Pilotes hincados	551
Concreto estructural	552
Acero de refuerzo	554

**Requerimientos de Construcción****257.03 General.**

El diseñador o proveedor del muro propuesto será responsable de la estabilidad interna y externa del mismo. No se calificará la responsabilidad por el diseño ni se restringirá el uso de los planos o memorias de cálculos de las alternativas propuestas. Se indemnizará al Contratante de todos los reclamos por infracción de los derechos de propiedad u otros, de utilizarse sin el consentimiento de los poseedores de las patentes o derechos de autor.

**257.04 Entrega.**

Se deberá remitir una propuesta que utilice cualquiera de los tipos de muro enumerados. Las propuestas se deberán entregar en forma separada para cada sitio a tratar. Se podrán utilizar diferentes soluciones en lugares distintos del proyecto.

Se deberán realizar los levantamientos topográficos de acuerdo con la Sección 152, para verificar los límites de la construcción de los muros. Se deberán proveer planos constructivos del muro propuesto de acuerdo con la Subsección 104.03, dentro de los 120 días posteriores a la notificación del inicio y al menos 90 días antes del comienzo de la construcción del muro.

Todos los planos deben ser firmados por un ingeniero civil.

Deben incluirse todos los detalles, dimensiones, cantidades, perfiles del terreno, y secciones transversales, necesarios para construir el muro. Los cálculos del diseño se presentarán en láminas de 200 por 300 mm de tamaño, con el número del proyecto, localización del muro, designación, fecha de preparación, iniciales del diseñador y supervisor, y el número de página, en la parte superior de la misma.

Se debe incluir un índice con los cálculos del diseño. Los planos deben contener, pero no limitarse a, los siguientes elementos:

(a) Dibujos en planta y elevación para cada pared, los cuales deben comprender:

(1) Una vista en planta del muro identificando:

Separación desde la línea de centro de la construcción a la cara del muro, a su base, y a todos los cambios con respecto al alineamiento horizontal.

Límites de la sección más ancha, malla, aditamentos para el encofrado, o anclajes; y

Línea de centro de cualquier estructura de drenaje o tubería debajo, a través de o sobre el muro.

(2) Una vista en elevación del muro, identificando:

Elevación al tope del muro, en todos los puntos de quiebre horizontales y verticales, y en los últimos 10 metros;

Elevaciones en la base del muro, en la parte superior de las almohadillas de nivelación y en el cimiento o en la losa de amarre de los pilotes;

Ancho del muro a colar;

Distancia en todas las etapas, de la cara del muro a la base, zapatas, almohadillas de nivelación o desniveles;

Tipo de formaleta o profundidad del módulo o desniveles;

Longitud y tipo de malla, aditamentos para el encofrado o anclajes;

Distancia a lo largo de la cara del muro a donde cambie en largo la malla, banda, o anclajes, y

Línea original y final del terreno.

(3) Notas generales para la construcción del muro.

(4) Datos de la curvatura horizontal y vertical que afectan al muro. Líneas de referencia o detalles para relacionar el estacionamiento del muro con el de la línea de centro de la vía.

(5) Una lista con el sumario de cantidades en la vista en elevación de cada muro.

(b) Dimensiones y especificaciones para todo el acero de refuerzo incluidas las barras de refuerzo, los detalles de doblado, dovelas, y tacos para definir la cara del muro.

(c) Detalles y dimensiones para fundaciones y almohadillas de nivelación incluyendo desniveles en las zapatas o almohadillas de nivelación.

(d) Detalles y dimensiones para todo:

(1) Paneles, módulos, cabezas de pilotes y desniveles, necesarios para construir el elemento.

(2) Acero de refuerzo en el elemento;

(3) Localización de la malla, aditamentos para el encofrado, o dispositivos de anclaje embebidos en los paneles; y

(4) Anclajes y pilotaje en la cimentación, incluyendo el espaciado y tamaño de los pilotes y el espaciado y el ángulo de los anclajes.

(e) Detalles para construir paredes y alrededor de los elementos de drenaje.

(f) Detalles para el terminado de los muros y de la construcción de los taludes adyacentes.

(g) Detalles de tratamiento arquitectónico.

(h) Notas de diseño incluyen una explicación de cualquier símbolo o programa de computadora usado en el diseño de los muros. Especifique los factores de seguridad para deslizamiento, arranque y volcamiento. Especificar la presión de carga en el cimiento bajo el muro, volumen de tierra a estabilizar o pilotes de cimentación.

(i) Verificación del criterio de diseño para la ubicación específica del muro con procedimientos de las pruebas, resultados e interpretaciones. Incluir resultados de fluencia, durabilidad, daños inducidos por la construcción y resultados de las pruebas de esfuerzo en las juntas.

(j) Otros cálculos de diseño.

Encause todas las propuestas a través del Contratista a menos que éste le de permiso escrito al diseñador/suplidor del muro y al Contratante para comunicarse directamente.

Envíe 3 juegos de planos con la propuesta inicial. Un juego será devuelto con cualquier corrección indicada. Si las revisiones son necesarias, haga las correcciones necesarias y reenvíe 3 juegos de planos revisados.

Cuando los planos sean aceptados, elabore 5 juegos en papel más un juego de planos sepia, para uso del Proyecto.

**257.05 Construcción.**

Construya la pared de acuerdo a los planos aceptados y a las siguientes secciones, según sean aplicables:

Gaviones.	253.
Muros de contención modulares.	254.
Muros con suelo reforzado.	255.
Anclajes permanentes en muros.	256, 551 y 552.
Muros de contención de concreto reforzado.	258.

Revisar los planos cuando las dimensiones deben ajustarse a las condiciones del terreno o por otras razones.

**257.06 Aceptación.**

El material para muros de retención alternativos será evaluado según las subsecciones 107.02, 107.03, o 107.04, de acuerdo a las secciones aplicables listadas en la Subsección 257.05.

La construcción de muros de retención alternativos y los servicios involucrados serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04, de acuerdo con las secciones aplicables listadas en la Subsección.

La excavación para la estructura y el relleno serán evaluados según la 209.

**Requerimientos de construcción**

**257.07 Medición.**

La sección 257, renglones de pago listados en el cartel, deben estar de acuerdo con la Subsección 110.02 y siguientes, según sea aplicable.

La medición del relleno de fundación debe hacerse según la Sección 208.

**257.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas deben ser pagadas según el precio del contrato por unidad de medida conforme a la sección 257, renglones de pago listados en el cartel. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta sección. Vea Subsección 110.05.

Cuando las dimensiones en planta son cambiadas por el Contratante durante la construcción para ajustarse a las condiciones del terreno, el precio por sumaalzada será ajustado aplicando un cálculo por metro con un factor de ajuste al muro agregado o reducido según el área de la cara.

El factor de ajuste debe ser determinado dividiendo el precio por sumaalzada entre cada muro según su área estimada.

Un muro de retención alternativo por sumaalzada será pagado en base al progreso del trabajo según esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.257.01</b> Muro de retención de concreto reforzado	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.257.02</b> Muro de retención de concreto reforzado	Metro lineal (m)
<b>CR.257.03</b> Muro de retención de concreto reforzado	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## **Sección 258.) MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO**

### **258.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de muros de contención de concreto reforzado.

### **258.02 Material.**

Debe cumplir con las Secciones y Subsecciones siguientes:

Concreto hidráulico	552
Formaleta y obra falsa	562
Relleno de juntas y sellantes	712.01
Acero de refuerzo	709.01
Relleno estructural	704.04
Barras de unión, pasajuntas y ganchos de anclaje	709.01

### **Requerimientos para la construcción**

### **258.03 General.**

La topografía debe llevarse a cabo de conformidad con la Sección 152, a efecto de verificar los linderos del muro requerido. El Contratista debe preparar y someter a aprobación del Contratante los planos de la formaleta y de la obra falsa, de acuerdo con la Sección 562. El trabajo debe llevarse a cabo de acuerdo con la Sección 209.

La profundidad de fundación no será menor de 60 cm en suelos sólidos, sanos y seguros. En otros casos y en terrenos inclinados ésta no será menor de 120 cm.

La base debe encontrarse debajo de la zona de cambios de volúmenes ocasionados por las variaciones de humedad del suelo, especialmente si existen arcillas expansivas. En muchos casos es necesario fundar a profundidades mayores que los valores mínimos, donde el estrato de suelo tenga una capacidad de carga adecuada para resistir las presiones de contacto que origina el muro de contención.

Los sismos aplican cargas dinámicas de corta duración a las fundaciones; las altas tasas de deformación unitaria asociadas a este tipo de carga, pueden inducir efectos que modifican la resistencia al corte. En general, la resistencia al esfuerzo cortante aumenta con la tasa de aplicación de la carga, por lo que la capacidad admisible es mayor para cargas dinámicas que para cargas estáticas; esta propiedad puede ser utilizada en el análisis y diseño de muros de contención cuando se empleen cargas sísmicas.

Particular atención debe tenerse cuando se trate de arenas sueltas saturadas; el problema de licuación o licuefacción es precedente al de capacidad de carga. Cuando se vibra una arena seca ó húmeda, ésta se densifica, pero si está saturada, la tendencia a disminuir el volumen incrementa la presión de poros; si esta se hace igual a la presión total resulta en esfuerzos efectivos nulos; en consecuencia la resistencia al corte se pierde completamente, transformándose la arena en un fluido (arena movediza).

El fenómeno de la licuación es una de las causas de daños a estructuras durante los terremotos, hundiéndose o asentándose estructuras completas en el subsuelo. Este fenómeno ocurre en arenas finas poco densas, con valores del ensayo de penetración normal (SPT) menores de 75 golpes / m y con un 10% de sus granos con diámetros entre 0,01 y 0,25 mm.

Se recomienda que las capas de suelo potencialmente licuables no sean usadas directamente como capas de soporte, a menos que sean tratadas debidamente para minimizar dicho efecto. Una técnica comúnmente utilizada es la de densificación de las capas de suelo, o el uso de fundaciones profundas tipo pilotes, que evitan los asentamientos o fallas durante un terremoto.

**258.04 Acero de Refuerzo.**

El Contratista debe someter a aprobación del Contratante todas las listas de pedido y los diagramas de doblado del acero de conformidad con lo establecido en las Subsecciones 104.03 y 554.03. El refuerzo de acero debe elaborarse conforme a la Subsección 554.05. El envío y la protección del material deben realizarse según las Subsecciones 554.04 y 554.06. El acero de refuerzo debe colocarse, sujetarse y empalmarse, de conformidad con las Subsecciones 554.08 y 554.09.

**258.05 Concreto Estructural.**

La mezcla de concreto hidráulico debe diseñarse según la Subsección 552.03. El almacenaje, manejo, mezclado, composición y la entrega del concreto debe llevarse a cabo según las Subsecciones 552.04 a 552.08. El control de calidad debe hacerse según la Sección 153 y la Subsección 552.09. La construcción del muro debe realizarse según las subdivisiones 552.10 a 552.16.

**258.06 Rellenado.**

El área detrás del muro debe rellenarse con relleno estructural de acuerdo con la Subsección 209.10. Cada capa debe compactarse de acuerdo con la Subsección 209.11, excepto que debe usarse un compactador mecánico o vibratorio liviano, debidamente aprobado por el Contratante.

**258.07 Aceptación.**

El material para el muro de concreto reforzado, la construcción y los servicios, serán evaluados como sigue:

- El trabajo de topografía será evaluado bajo la Sección 152.
- Los planos conteniendo el diseño propuesto para la formaleta y la obra falsa serán evaluados con la Sección 562.
- La excavación y relleno estructural serán evaluados bajo la Sección 209.
- El concreto hidráulico será evaluado bajo la Sección 552.
- El acero de refuerzo será evaluado bajo la Sección 554.
- El material para relleno de juntas, sellantes, barras de unión, barras pasajuntas (dovelas) y ganchos de anclaje serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03.

**258.08 Medida.**

Los muros de retención reforzados deben medirse en la estructura misma, en metros cúbicos, metros cuadrados o metros lineales. Cuando la medición es en metros cúbicos, debe incluirse el volumen de la cimentación. El área en metros cuadrados debe determinarse con la longitud de la cara de la pared frontal y la altura, excluyendo la cimentación. La longitud en metros se determina a lo largo de la corona del muro. El relleno de fundación se mide bajo la Sección 208.

**258.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas y medidas como se establece en la Subsección 258.08, serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medición, para los renglones de pago listados abajo, que estén mostrados en el cartel de la licitación. El pago será la compensación total del trabajo prescrito en esta Sección. Ver la Subsección 110.05. El pago será hecho bajo los siguientes renglones:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.258.01</b> Muro de retención de concreto reforzado	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.258.02</b> Muro de retención de concreto reforzado	Metro lineal (m)
<b>CR.258.03</b> Muro de retención de concreto reforzado	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## **Sección 259.) MUROS DE RETENCIÓN DE SUELO CLAVETEADO (COSIDO)**

### **259.01 Generalidades**

La técnica del suelo claveteado (cosido) tiene por finalidad reforzar el suelo existente al aumentar su resistencia al corte y su estabilidad interna. Esto se alcanza mediante la incrustación de una densa cantidad de barras de refuerzo, separadas muy estrechamente entre sí (entre 1 y 2 metros) y ligeramente inclinadas con la horizontal. Se logra formar así una masa de suelo reforzado, coherente, que tiene por dimensiones la altura del corte y la profundidad de las barras. Es estable por gravedad al igual que cualquier muro de gravedad convencional y además es capaz de proveer suficiente seguridad frente a los movimientos de deslizamiento, vuelco, hundimiento de los apoyos y estabilidad global.

Este tipo de estructura de contención se diferencia de los muros anclados en que los refuerzos o tendones no son postensionados como los tirantes de dichos muros y es por esto que son llamados pasivos. Los tendones desarrollan su tensión en la medida que el terreno se deforma lateralmente según avanza la excavación. Las barras de refuerzos o tendones utilizados generalmente son de acero con resistencia  $F_y=4200 \text{ kg / cm}^2$ , y tienen un diámetro entre 20 mm y 50 mm. Para la colocación de las barras de refuerzo se ejecutan de previo perforaciones en el terreno con un diámetro desde 7,5cm hasta 10cm, en donde se alojan las barras y finalmente se inyecta lechada de agua-cemento para llenar toda la longitud de la perforación. Normalmente la longitud de las barras está entre un 65 % y 70 % de la altura de la excavación.

El muro, o revestimiento de la superficie lateral del talud, se hace comúnmente colocando una capa delgada de concreto lanzado de aproximadamente 10 cm de espesor y se refuerza con una malla de acero electrosoldada.

Este sistema de retención puede ser temporal o permanente, según se establezca en el proyecto de obra, y puede ser construido en franjas sucesivas, según avance la excavación.

Aplicaciones:

- Contención de tierra en excavaciones verticales o ligeramente inclinadas, que se construyen de arriba hacia abajo en proyectos de carreteras y en proyectos urbanos.
- Mejoramiento de la estabilidad de taludes existentes.
- Reparación de deslizamiento de taludes.
- Reparación de muros de contención existentes.
- Ampliación de vías bajo puentes de carreteras.

### **259.02 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de muros de retención de suelo claveteado (cosido).

### **259.03 Materiales.**

Deben ser conformes con la siguientes Secciones y Subsecciones:

Tornillos y tuercas	717.01(d)
Espaciadores	722.02(f)
Laminas drenantes de geocompuesto	714.02(b)
Mortero	722.02(e)
Concreto lanzado	566
Varillas de acero para el claveteado	722.02 (a)
Relleno estructural	704.04
Acero estructural (placas de apoyo)	717.01(a)
Conectores para metal estructural	717.05



## Requerimientos de construcción

### **259.04 Capacidad del personal.**

El Contratista o subcontratista deberá demostrar la realización satisfactoria, hasta su conclusión, de al menos 5 proyectos permanentes de muros de retención de suelo claveteado (cosido) durante los últimos 3 años, que totalicen al menos 100 m<sup>2</sup> de área de muro y la construcción de al menos 500 refuerzos o tendones permanentes. Deberá remitir una breve descripción de cada proyecto, incluyendo el nombre de la oficina contratante, persona contacto y número telefónico.

Deberá aportar un ingeniero profesional con experiencia en construcción de al menos 3 muros de retención de suelo claveteado (cosido) dentro de los 5 años anteriores. Deberá proveer supervisores en el sitio y operadores de taladro con experiencia en la construcción de suelo claveteado (cosido) permanente al menos en 3 proyectos en los últimos 5 años. Dentro de los 30 días anteriores al inicio del trabajo, debe someter a aprobación el ingeniero, los supervisores de campo y los operadores del taladro propuestos para el proyecto, remitiendo un sumario de la experiencia individual de cada uno.

### **259.05 General.**

La topografía necesaria debe llevarse a cabo de acuerdo con la Sección 152, verificando los alineamientos para la construcción del muro.

### **259.06 Programa de Construcción.**

Al menos 30 días antes del inicio del trabajo del muro con suelo claveteado (cosido), de acuerdo con la Subsección 104.03 el Contratista debe remitir lo siguiente:

(a) Fecha de inicio y secuencia propuesta para la construcción del muro de retención. Deberá incluirse además el método de excavación propuesta para garantizar la estabilidad del talud y del muro.

(b) Métodos y equipo de perforación. Incluyendo el diámetro del tendón (varilla) necesario para alcanzar los valores especificados de resistencia a la extracción. Cualquier variación del diámetro de la perforación o de la resistencia especificada a la extracción del tendón del muro deberán someterse de previo a la aprobación del Ingeniero.

(c) Diseño de la mezcla del mortero a inyectar, procedimientos de colocación y detalle del equipo a emplear. Debe incluir los resultados de los ensayos realizados de acuerdo con AASHTO T 106, llevados a cabo por un laboratorio calificado, verificando la resistencia a la compresión a los 3 días y a los 28 días. Son aceptables ensayos realizados con el mismo mortero dentro del año precedente.

(d) Métodos de suelo claveteado (cosido) a emplear y detalle del montaje del equipo.

(e) Número de identificación y resultados de los ensayos de calibración de cada gato hidráulico, medidor de presión y célula de carga. El gato de ensayo y el medidor de presión deben calibrarse como una sola unidad. Los resultados de los ensayos de calibración, realizados por un laboratorio independiente, deben remitirse con una antelación de 90 días.

(f) Resistencia última de los tendones para el suelo cosido propuesto.

### **259.07 Excavación.**

De previo deberá completarse cualquier limpieza y excavación sobre el área del muro de acuerdo con las Secciones 201 y 204, antes de iniciar la excavación requerida para éste. No deberá llevarse a cabo ninguna excavación en el área después de iniciada la construcción del muro. Debe proveerse un banco de trabajo para el equipo de perforación enfrente del muro, formado con material excavado en cualquier sitio del proyecto.

Se debe realizar la excavación para el muro simultáneamente con la confección del suelo claveteado (cosido) y aplicación del concreto lanzado. No se debe dejar expuesta -sin soporte- la pared de la excavación

en una altura que exceda el espaciado vertical del cosido o la altura límite del terreno para mantenerse en pie, cualquiera que sea menor. Se debe completar la excavación hasta la superficie límite establecida y aplicarle el concreto lanzado en la misma jornada de trabajo. La colocación del concreto lanzado puede ser demorada hasta 24 horas si se puede demostrar que el retraso no afectará adversamente la estabilidad de la pared de la excavación. Puede ser colocada una berma estabilizadora fabricada con suelo, o dejada en el lugar durante el trabajo, para sostener la superficie de la excavación durante la instalación de los tendones claveteados (cosidos).

No debe excavar a un nivel inferior hasta que la instalación de los tendones del suelo claveteado (cosido), aplicación del concreto lanzado, acople de las placas de apoyo y otros detalles hayan sido concluidos en el tramo de trabajo, así como que el claveteado (cosido) haya sido ensayado y aceptado en la franja anterior del muro. El mortero inyectado y el concreto lanzado deben curarse al menos por 72 horas para obtener el esfuerzo a la compresión especificado a 3 días, antes de excavar la siguiente capa inferior del muro.

#### **259.08 Instalación de los Tendones de Acero.**

(a) Almacenaje y manipulación. Almacene y maneje los tendones de varilla de acero para el suelo claveteado (cosido) de manera que se evite el daño o la corrosión. Deben reemplazarse los tendones que muestren abrasiones, cortes, empalmes soldados, corrosión o cavidades. Debe repararse o reemplazarse cualquier tendón que exhiba daños en el encapsulamiento o recubrimiento epóxico.

(b) Fabricación. Deben proveerse tendones (varillas de acero) roscados un mínimo de 150 mm para permitir el acoplamiento apropiado de las placas de apoyo y las tuercas. Las roscas deben ser una espiral continua. Use el tamaño siguiente mayor de barra si el roscado está encajado en la varilla de refuerzo. Cuando sea oportuno, debe repararse el recubrimiento epóxico en un mínimo de 0,3 mm de espesor.

Deben proveerse centralizadores para posicionar los tendones dentro de los 25 mm del centro del hueco perforado. Los centralizadores deben colocarse separados un máximo de 3 m y dentro de los 600 mm de la parte superior y base del tendón. Los centralizadores que se usen no deben impedir el libre flujo del mortero dentro del hueco perforado.

(c) Perforación. Los huecos para los tendones deben perforarse en los sitios y con la orientación mostrada en planos. Deben seleccionarse el equipo de perforación y los métodos de trabajo apropiados para las condiciones del terreno. No debe usarse agua, barro de perforación u otros fluidos para taladrar o remover lo cortado. Si se encuentra terreno inestable, usar métodos de perforación encamisados para soportar las paredes de la circunferencia de los huecos perforados. No son aceptables tendones autoperforantes.

(d) Aplicación de la lechada. Inserte el tendón dentro del hueco y aplique la lechada (mortero) en la perforación dentro de las 2 horas siguientes luego de completar la perforación. Inyecte la lechada hasta el extremo inferior de cada hueco mediante un tubo o manguera específicos para esta tarea. Llene completamente el hueco perforado con el mortero en una operación continua. Para prevenir vacíos, mantenga la salida de la manguera de aplicación del mortero por debajo del relleno que se está trabajando, hasta que éste sea concluido. Se permiten juntas frías en la columna del mortero solamente en la parte superior del tendón de prueba.

Se debe mantener libre el tramo temporalmente sin empotrar de los tendones de ensayo para la sucesiva aplicación del mortero. Si dicha sección no puede ser satisfactoriamente embebida en el mortero luego del ensayo, se debe instalar un nuevo tendón en ese lugar y descartar el de prueba.

#### **259.09 Tendones de ensayo.**

Se deben llevar a cabo tanto la prueba de verificación como la de resistencia a la extracción en los tendones designados al propósito. No debe probarse ningún tendón hasta que el mortero y el concreto lanzado en la cara exterior del muro hayan tenido una cura de al menos 72 horas y alcanzado la resistencia a la compresión especificada a los 3 días.

(a) Equipo de ensayo. Se deben suministrar dos relojes de medición, el correspondiente soporte, el gato

y el medidor de presión, la célula electrónica de carga y un marco de reacción. Solamente se requiere verificar, mediante ensayo, la célula de carga.

Se deben utilizar medidores de presión graduados que muestren incrementos no mayores a 500-kPa. Se debe medir el movimiento del tendón con un mínimo de dos relojes medidores con una precisión de 0,025 mm.

(b) Ensayos de Verificación. Se deben realizar ensayos de verificación en tendones de "sacrificio" en los sitios mostrados en los planos. Lleve a cabo los ensayos de verificación antes de la instalación de los tendones "productivos" para verificar los métodos de perforación e instalación, resistencia a la extracción y asunciones del diseño. Los pasos a seguir para realizar los ensayos de verificación:

Deben proporcionarse tendones de ensayo para verificación con un tramo embebido y otro libre. La longitud mínima sin empotrar debe ser de 1m y la mínima embutida de 3 m. Determine la longitud máxima a empotrar con base en verificación del grado estructural y tamaño de la varilla para evitar exceder la carga permisible en la varilla durante el ensayo. Suministre tamaños mayores de varillas, si se requiere, para disponer seguramente de los 3 metros de longitud mínima para la prueba de adherencia, y ensaye aplicando el doble de la resistencia a la extracción solicitada.

Use la siguiente fórmula para determinar la longitud máxima de adherencia:

$$L_{BV\max} = \frac{C_f \cdot A_s}{2Q_d}$$

donde:

$L_{BV\max}$	=	Longitud (m) máxima de verificación de los tendones
C	=	0,9 para varillas de grados 420 y 520 y 0,8 para varillas de grado 1035
$f_y$	=	Esfuerzo último o de fluencia de la varilla (kN/m <sup>2</sup> )
$A_s$	=	Área de la varilla de acero (m <sup>2</sup> )
$Q_d$	=	Resistencia permisible a la extracción (kN/m)

Determine la carga de diseño mediante la siguiente ecuación:

$$DTL = L_{BV} \times Q_d$$

donde:

DTL	=	Carga de diseño para la prueba (kN)
$L_{BV}$	=	Longitud (m) empotrada para la prueba tal "como se construyó"
$Q_d$	=	Resistencia a la extracción permisible (kN/m)

Realice los ensayos incrementando la carga en los tendones de verificación tal como se indica en la Tabla 259-1. Mida y registre cada movimiento del tendón en todo incremento de la carga.

La carga de alineamiento es la mínima requerida para alinear el aparato de ensayo y no deberá exceder el 5 % de la carga de diseño. Fije el dial de los relojes de medición en "cero" luego de aplicar la carga de alineamiento. Continúe con la aplicación de la carga máxima, reduciendo la carga de alineación, registrando este dato.

Mantenga cada incremento de carga por lo menos 10 minutos. Observe si hay movimientos lentos del tendón en incrementos de la carga de 1,50 DTL midiendo y registrando movimientos del tendón a 1, 2, 3, 5, 6, 10, 20, 30, 50, y 60 minutos. Mantenga la carga durante el ensayo de fluencia dentro del 2 por ciento de la carga prevista para el uso de la celda.

## Esquema de Verificación del Ensayo de Carga

Incrementos del ensayo de carga	Tiempo de Aplicación (minutos)
AL (0,05 DTL máx.)	1
0,25 DTL	10
0,50 DTL	10
0,75 DTL	10
1,00 DTL	10
1,25 DTL	10
1,50 DTL (ensayo de fluencia)	60
1,75 DTL	10
2,00 DTL (carga máxima)	10
AL	1

Nota: AL = Carga de alineación; DTL = Carga de diseño para el ensayo.

(c) Ensayo de comprobación de los tendones producidos. Realice ensayos de comprobación en los tendones “productivos” en los sitios seleccionados por el Ingeniero. Deben efectuarse ensayos de comprobación exitosos en el 5 % de los tendones “productivos” en cada una de las filas, como mínimo 1 por fila.

Deben suministrarse tendones “productivos” para los ensayos de comprobación, con longitudes empotradas y un tramo temporalmente sin empotrar. La longitud mínima temporalmente sin empotrar debe ser de 1 m. Determine la longitud máxima empotrada con base en los tendones “productivos” según diámetro y grado de la varilla de acero para evitar exceder la carga máxima estructural de la varilla durante la prueba. Suministre una longitud empotrada de tendón para el ensayo de 3 m o LBPmax, cualquiera que sea menor.

Use la siguiente fórmula para determinar la longitud máxima adherida:

donde:

$$L_{BP\max} = \frac{Cf_y A_s}{1.5Q_d}$$

- $L_{BP\max}$  = Longitud (m) máxima del tendón para el ensayo de comprobación  
 $C$  = 0,9 para varillas de grado 420 y 520 y 0,8 para varillas de grado 1035  
 $f_y$  = Esfuerzo último o de fluencia de la varilla (kN/m<sup>2</sup>)  
 $A_s$  = Área de la varilla de acero (m<sup>2</sup>)  
 $Q_d$  = Resistencia permisible a la extracción (kN/m)

Determine la carga de diseño mediante la siguiente ecuación:

$$DTL = L_{BP} \times Q_d$$

donde:

- DTL = Carga de diseño para la prueba (kN)  
 $L_{BP}$  = Longitud (m) empotrada para la prueba tal “como se construyó”  
 $Q_d$  = Resistencia a la extracción permisible (kN/m)

Realice los ensayos de comprobación incrementando la carga en los tendones de verificación en un 150 % de la carga de diseño tal como se indica en la Tabla 259-2. Mida y registre el movimiento del tendón en cada incremento de la carga.

Tabla 259-2

**Esquema de Verificación del Ensayo de Carga**

<b>Incrementos del ensayo de carga</b>	<b>Tiempo de Aplicación (minutos)</b>
AL (0,05 DTL máx.)	Hasta que esté estable
0,25 DTL	Hasta que esté estable
0,50 DTL	Hasta que esté estable
0,75 DTL	Hasta que esté estable
1,00 DTL	Hasta que esté estable
1,25 DTL	Hasta que esté estable
1,50 DTL (ensayo de fluencia)	Vea nota

Nota: AL = Carga de alineación; DTL = Carga de diseño para el ensayo.

La carga de alineación deberá ser la carga mínima requerida para alinear el aparato de ensayo y no deberá exceder el 5 % de la carga de diseño para la prueba. Coloque el dial de medición en "cero" después de que la carga de alineación ha sido aplicada.

Lleve a cabo ensayos de escurrimiento lento (fluencia) ya sea a 10-minutos o 60-minutos con la carga máxima. Empiece a medir el período de movimiento lento después de que la carga máxima es aplicada. Mida y registre el movimiento del tendón a 1, 2, 3, 5, 6, y 10 minutos. Cuando el movimiento del tendón entre 1 minuto y 10 minutos excede 1 milímetro, mantenga la carga máxima de prueba un período adicional de 50 minutos, registrando movimientos a 20, 30, 50, y 60 minutos. Mantenga todos los incrementos de carga dentro del 5 % de la carga prevista.

**259.10 Red de drenajes del muro.**

Instale bandas de drenaje, tubos conectores de PVC, drenajes al pie del muro y orificios de drenaje, como se muestren en los planos. Con exclusión de los drenajes al pie del muro, instale todos los elementos de la red de drenaje según sea adecuado, antes de la capa de concreto lanzado.

Instale las bandas de lámina de geocompuesto drenantes centradas entre las columnas de los tirantes con la cara del geotextil contra el suelo. Añada tiras drenantes adicionales en los lugares en donde la filtración es obvia. Asegure las franjas a la cara excavada para prevenir que el concreto lanzado contamine el lado del geotextil que da al suelo. Construya los empalmes de las franjas drenantes con un traslape de 300 mm, de manera que el drenaje sea verticalmente continuo y el traslape no impida el flujo de agua. Instale una placa drenante y un tubo conector en la base de cada franja.

Coloque secciones de tubo PVC, según sea necesario, para actuar como agujeros drenantes a través de la superficie de concreto lanzado construida.

Instale drenajes de pie en la base del muro de acuerdo con la Sección 605.

**259.11 Construcción del Muro.**

Coloque la malla de acero electrosoldada y el acero de refuerzo de acuerdo con la Sección 554.

Construya la superficie de concreto lanzado de acuerdo con la Sección 566. Rellene completamente la parte superior de las perforaciones hechas, empotrando los tirantes, o cualesquiera otros vacíos con concreto lanzado.

Coloque una placa de apoyo y una tuerca en la cabeza roscada de cada tendón. Mientras el concreto lanzado esté plástico, asiente la placa uniformemente apretando la tuerca con una llave de mano. Cuando no puede ser alcanzado un contacto uniforme entre el concreto lanzado y la placa, asiente la placa en una cama de mortero

y apriete la tuerca con la llave de mano después de que el mortero se ha asentado por 24 horas.

Las tolerancias de construcción para los elementos del muro se muestran en la Tabla 259-3.

Tabla 259-3

**Tolerancias de Construcción para los Elementos del Muro**

<b>Elemento del Muro</b>	<b>Tolerancia</b>
Localización horizontal de los pernos, según el plano	10 mm
Localización de los pernos en las placas, según el plano	6 mm
Desviación de la placa de apoyo de los tendones, de un plano paralelo a la superficie del muro	10 grados

**259.12 Cara Exterior Permanente del Muro.**

Construya la cara exterior permanente del muro de acuerdo con lo que le sea aplicable de la Subsección abajo indicada. Cuando proceda, acabe la superficie con mampostería de piedra simulada, de acuerdo con la sección 613.

(a) Muros terminados con superficie de concreto lanzado. Construir la superficie de los muros con concreto lanzado conforme a la Sección 566. Las tolerancias de construcción para las superficies permanentes de concreto lanzado se muestran en la Tabla 259-4.

(b) Muros terminados con superficie de concreto. Construya de acuerdo con la Sección 258.

Tabla 259-4

**Tolerancias para la Construcción de Superficies Permanentes de Concreto Lanzado**

<b>Terminado de la superficie</b>	<b>Tolerancia</b>
Espesor completo de concreto lanzado, de las dimensiones de los planos:	
Acabado llaneteado o aplanchado	15 mm
Acabado con concreto lanzado	30 mm
Lisura de la cara acabada o vacío medido con un escantillón de 3 metros	
Acabado llaneteado o aplanchado	15 mm
Acabado con concreto lanzado	30 mm

**259.13 Relleno detrás de la cara del muro cuando en la parte superior presente una sección en voladizo.**

Donde la cara del muro presente una sección superior en voladizo, rellene con relleno estructural conforme a la Subsección 209.10. Compacte el relleno de acuerdo con la Subsección 209.11 en el metro por detrás de la cara del muro usando compactadores ligeros.

**259.14 Aceptación.**

El material del muro de retención de suelo claveteado (cosido), las operaciones de construcción y los servicios serán evaluados como sigue:

- El trabajo de topografía será evaluado bajo la Sección 152.
- El material para el suelo claveteado (cosido) será evaluado bajo la Subsecciones 107.03 y 107.04.
- La construcción de los tendones y los servicios serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

-La instalación de los tendones será evaluada con base en el criterio de la Tabla 259-5.

Tabla 259-5

**Criterio de Aceptación de los Tendones**

<b>Tipo de ensayo del Tendón</b>	<b>Movimiento total por fluencia</b>	<b>Movimiento total a carga máxima <sup>(2)</sup></b>	<b>Falla a la extracción? <sup>(3)</sup></b>
Verificación	< 2 mm entre 6 y 60 minutos <sup>(1)</sup>	> 80 %	No
Prueba	< 1 mm entre 1 y 10 minutos, o < 2 mm entre 6 y 60 minutos <sup>(1)</sup>	> 80%	No

(1) La razón de fluencia es lineal o decreciente a lo largo del ensayo durante el período de carga sostenida.

(2) Porcentaje de la elongación elástica teórica en la longitud sin empotrar del tendón de ensayo.

(3) La falla a la extracción es definida como la incapacidad para incrementos adicionales de carga en la prueba, mientras continua el movimiento de extracción del tendón de ensayo. Debe registrarse la carga de falla a la extracción como parte de los datos del ensayo.

Si un ensayo de verificación falla, deben proponerse métodos alternativos de instalación antes de colocar tendones adicionales y reemplazar el tendón de verificación.

Si el ensayo de un tendón de prueba falla, deben reemplazarse algunos o todos los tendones de producción instalados entre el fallado y el próximo a ensayar en la fila, según se ordene. Alternativamente, instale tendones de prueba adicionales dentro del área para asegurar que el criterio de aceptación se está cumpliendo dentro de este tramo. Deben proponerse métodos alternativos antes de la instalación de tendones adicionales.

**259.15 Medición.**

Mida los renglones de la Sección 259 listados en la oferta de acuerdo a la Subsección 110.02 y siguientes, según sea aplicable.

Mida los muros de suelo claveteado (cosido) en metros cuadrados en la superficie de la cara frontal.

Mida los tendones de ensayo para verificación en unidades. No incluya en la medición los tendones de ensayo de verificación que fallaron o los adicionales instalados para verificar métodos alternativos de instalación propuestos por el Contratista.

Mida los tendones de producción en metros. Hágalo a lo largo de la barra central, de la línea de excavación en la cara del muro a la punta del tendón.

No mida las bermas de estabilización temporales.

No mida la excavación del muro.

**259.16 Pago.**

Las cantidades aceptadas serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medición para los renglones de pago de la Sección 259, listados en el contrato. El pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.

Tabla 259.6  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Métodos de ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	División de la muestra	Tiempo de reporte
Centralizadores	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 722.02 (f)	Cada embarque	Fuente	---	Antes de usar en la obra
Tendones	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 722.02 (a)	Cada embarque	Fuente	---	Antes de usar en la obra
Recubrimiento epóxico	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 554.07	Cada embarque	Fuente	---	Antes de usar en la obra
Láminas drenantes de geocompuesto	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 714.02 (b)	Cada embarque	Fuente	---	Antes de usar en la obra
Diseño de la mezcla de mortero	Certificación de Conformidad (107.03)	Calidad y Desempeño	---	Subsección 259.05	1 por fuente de material	---	---	30 días antes de que el tendón trabaje



Tabla 204.1 Conituación  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Métodos de ensayo Especificaciones	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	División de la muestra	Tiempo de reporte
Mortero para los tendones	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Resistencia a la compresión	---	Subsección 722.02 (e) AASHTO T 106	1 por diseño de mezcla	Mezcladora	---	30 días antes del inicio del suelo claveteado
Ensayo de verificación de los tendones	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Desempeño	---	Subsección 259.08 (b) Tabla 259-5	Cada tendón de verificación	Instalación	---	---
Ensayo de los tendones de prueba	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Desempeño	---	Subsección 259.08 (c) Tabla 259-5	Cada tendón de prueba	Instalación	---	---
Elementos de la pared (muro)	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Instalación	---	Tabla 259-3	---	Instalación	---	---
Repello permanente de concreto lanzado	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Colocación	---	Tabla 259-4	---	Instalación	---	---

## **Sección 260.) PERNOS PARA USO COMO ANCLAJES MECÁNICOS EN ROCA**

### Generalidades

Los pernos para roca, mecánicamente anclados o embebidos en lechada de cemento, son usados extensamente como anclajes en muros de contención en suelo rocoso y en el soporte de excavaciones subterráneas (túneles).

### **260.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en suministrar e instalar pernos para roca, tensionados.

### **260.02 Materiales.**

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Lechada	722.02 (e)
Anclajes	722

## **Requerimientos de Construcción**

### **260.03 Presentación de Información.**

Al menos 14 días antes de la instalación de los pernos para roca, el contratista deberá enviar la siguiente información:

(a) Evidencia de que el capataz tiene como mínimo 1500 horas y el operador de la perforadora un mínimo de 1000 horas en trabajos similares satisfactorios en la instalación de pernos para roca post-tensionados.

(b) Secuencia de construcción y programa de trabajo.

(c) Método de perforación y tipo de equipo a emplear.

(d) Pernos para roca propuestos, conectores, placas de apoyo, unidad de anclaje, arandela plana y especificaciones de los materiales, incluyendo hojas de datos de los fabricantes y especificaciones para cualquier artículo adicional de ferretería.

(e) Si se usan cartuchos de resina de poliéster adhesiva, se debe incluir la respectiva ficha técnica de los fabricantes y procedimientos de colocación.

(f) Diseño de la mezcla propuesto para la lechada.

(g) Datos de calibración para cada una de las llaves de torque a ser usadas. El contratista debe presentar resultados de los ensayos de calibración llevados a cabo por un laboratorio de ensayo independiente en los últimos 60 días.

Se establecen 7 días para aceptación o rechazo. No debe empezarse el trabajo hasta que los documentos presentados hayan sido aprobados.

### **260.04 Pernos para roca.**

El diámetro del perno debe ser el requerido para que la carga de diseño no exceda el 60 % del esfuerzo mínimo garantizado a la tensión.

Solamente se pueden acoplar secciones de pernos que van a quedar embebidas en lechada, y cuando se excedan los largos comercialmente disponibles. Proporcionar una unión central para conectar las secciones a empalmar, de manera que cada una de ellas tenga igual longitud. Deben utilizarse secciones de perno de igual resistencia última, garantizada por el fabricante. No realice acoples que de alguna manera interfieran con el flujo de la lechada.

**260.05 Manejo y almacenaje.**

Proteja los pernos de la suciedad, lodo, agua y otras sustancias dañinas, para evitar daño y corrosión. No use pernos para roca que estén muy corroídos, picados, dañados consecuencia de soldadura o que muestren signos de abrasión, cortes o muescas.

**260.06 Instalación.**

Perfore agujeros en la roca en los sitios y orientaciones mostrados en los planos, o según sea ordenado por el Ingeniero, y con el diámetro especificado por el fabricante del perno. Limpie los agujeros de todos los rebordes producto de los cortes del taladro, residuos y escorias antes de que sea insertado el perno o sea inyectada la lechada en el agujero. Inserte el perno dentro del agujero. Coloque la placa de apoyo, arandela y tuerca al perno, debiendo prolongarse éste más allá de la tuerca al menos 50 mm.

En el caso de los pernos embebidos en anclados en lechada, inyecte suficiente material dentro del agujero perforado para llenar la zona de adherencia alrededor del mismo. Aplique tensión al perno después del tiempo de cura de la lechada especificado en la Tabla 260-1.

**Tabla 260-1  
Tiempo de Cura de la Lechada**

Tipo de cemento	Tiempo de curado (Días)
I	5
II	5
III	3

En el caso de los pernos anclados con resina de poliéster, en la zona de adherencia deben usarse los cartuchos que contienen este material de fraguado rápido y en la zona de no carga, los de fraguado lento, aplicando gel apropiado para una instalación rápida. Seleccione los diámetros de los cartuchos de acuerdo con las recomendaciones del fabricante para asegurar el encapsulamiento completo y satisfactorio del perno en la lechada inyectada en el agujero. Rompa y mezcle los cartuchos de resina retorciendo el perno como si fuera insertado dentro del agujero perforado, siguiendo las instrucciones del fabricante.

En el caso de los pernos de vástago hueco, mecánicamente anclados, la tensión al perno debe ser aplicada antes de inyectar la lechada. Después de la inyección, inyecte lechada adicional a través del vástago hueco del perno, o a través del tubo de aplicación de la lechada, hasta que el espacio entre el perno y la pared del agujero perforado esté lleno y la lechada sea forzada afuera por el tubo aireador, en la parte exterior del agujero.

**260.07 Tensionado.**

Aplique tensión al perno con una llave de torque calibrada hasta el 125 % de la carga de diseño. Después de tensarlo, asegure el mismo a la carga especificada de diseño.

Deben tensionarse los pernos anclados en resina de poliéster inmediatamente después de que la de endurecimiento rápido ha sido aplicada en el área de adherencia y la de endurecimiento lento en la zona de no adherencia.

Aplique tensión a los pernos una vez que la longitud a adherir haya sido empotrada y la lechada haya sido inyectada, pero antes que la sección no adherida sea impregnada.

Tensionar los pernos mecánicamente anclados inmediatamente después de la inserción dentro del agujero perforado, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Deje que el perno permanezca en el lugar si:

- (a) El perno pudo ser tensionado al 125 % de la carga de diseño y ésta se pudo mantener por 10 minutos.

(b) La carga de diseño se mantuvo después de que la lechada final fue aplicada con suceso.  
Reemplace cualquier perno que no cumpla con (a) o (b), de un modo y ubicación aprobados por el Ingeniero.

**260.08 Aceptación.**

El material para los pernos será evaluado bajo la Subsección 107.02 y 107.03.  
La instalación de los pernos de roca será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**260.09 Medición.**

Mida los renglones listados en la Sección 260 consignados de acuerdo con la Subsección 110.02.

**260.10 Pago.**

Las cantidades aceptas serán pagadas al precio unitario del contrato por unidad medida para los renglones de pago de la Sección 260, renglones de pago listados en el cartel de la licitación. El pago es la compensación total por el trabajo realizado prescrito en esta Sección. Ver la Subsección 110.05.

**Sección 261.) DOVELAS PARA ROCA (PASADORES DE FIJACIÓN)**

**Generalidades**

Las dovelas para roca se utilizan para estabilizar bloques claves de roca o para fortalecer masas de piedra, proveyendo así un soporte inicial adicional.

**261.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de dovelas para roca.

**261.02 Materiales.**

Conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto	601
Lechada	722.02 (e)
Acero de refuerzo	709.01 (b)
Concreto lanzado	566

Suministrar el acero de refuerzo par alas dovelas en la forma de varillas deformadas o barras con rosca.

**Requisitos de Construcción**

**261.03 General.**

Instale dovelas en los lugares y a las profundidades mostradas en los planos o indicadas por el Ingeniero.

**261.04 Perforaciones.**

Perfore agujeros para las dovelas perpendiculares a la superficie de la roca soportante y tan cerca como sea posible de la roca que va a ser soportada. Perfore los agujeros para las dovelas un mínimo de 25 mm mayores que el diámetro de la dovela.

**261.05 Instalación.**

Llene parcialmente el agujero de la dovela con lechada. Coloque y centre la dovela en el agujero perforado. Inyecte suficiente lechada para llenar el remanente del agujero. Encajone el tramo de la dovela que

sobresale del agujero con una cantidad suficiente de concreto lanzado, o colocado y presionado a mano, para encapsular completamente la dovela y llenar el espacio entre la dovela y la superficie de la roca a ser soportada. Coloque formaleas según sea necesario para contener el concreto lanzado hasta que endurezca.

**261.06 Aceptación.**

El material para las dovelas será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La instalación de las dovelas será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**261.07 Medición.**

Mida los renglones enumerados en la Sección 261 y listados en la oferta de acuerdo con la Subsección 110.02.

**261.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas serán pagadas a los precios del contrato por unidad de medida según los renglones de pago listados en la Sección 261 y en la oferta. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.



# Capas de base y sub-base

# División 300

## **Sección 301.) SUBBASES O BASES GRANULARES**

### **301.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de una subbase o bases granulares sobre una superficie preparada.

La graduación de los agregados de la subbase y de la base se presenta en la Tabla 703-6.

### **301.02 Materiales.**

Deben estar conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Agregados	703.05
Agua	725.01

### **Requerimientos de construcción**

### **301.03 General.**

Se debe preparar la superficie sobre la cual se colocará la base de acuerdo con las secciones 204 ó 303, según corresponda.

Después de que se ha producido una cantidad representativa de agregados, se deben seleccionar los tamaños de malla apropiados para la graduación requerida, y una muestra representativa de 150 Kg, por lo menos 14 días antes de utilizar el agregado en el trabajo.

Para la graduación requerida se deben establecer los tamaños de mallas presentados en la Tabla 703-6 o 703-7.

Valores mínimos a cumplir:

(1) Sub base:

- CBR 30 mín.
- Índice de plasticidad entre 4 y 10.
- Límite líquido máx. 35

-Compactación 95%, según AASHTO T180.

(2) Base:

-CBR 80 mín.

-Compactación 95%, según AASHTO T180

-Límite líquido máx. 35

-Índice de plasticidad entre 4 y 9

-Cumplir AASHTO M147

#### **301.04 Colocación y Tendido**

Se debe determinar el contenido de humedad óptimo de acuerdo con la prueba AASHTO T 180, método D. Se debe mezclar el agregado y ajustar el contenido de humedad dentro de un rango del 2 % del contenido de humedad óptimo. Se debe tender y conformar la mezcla sobre la superficie preparada en una capa uniforme. No se debe colocar la mezcla en capas mayores de 150 mm de espesor una vez compactado. Cuando se requiera más de una capa, se debe compactar cada capa según la Subdivisión 301.05 antes de colocar la capa siguiente. Se debe conducir el equipo de acarreo de manera uniforme sobre todo el ancho de la superficie para minimizar la formación de surcos o una compactación irregular.

#### **301.05 Compactación.**

Se debe determinar la densidad máxima de la mezcla según la norma AASHTO T 180, método D.

Se debe compactar cada capa en todo el ancho. La compactación deberá comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, de forma paralela a la línea centro de la carretera. A lo largo de los bordillos, cabezales, muros y demás zonas que no son accesibles con el rodillo compactador, se debe tratar el material con apisonadores o compactadores aprobados.

Se debe compactar cada capa hasta obtener una densidad igual o mayor al 95 % de la densidad máxima. Se debe determinar la densidad de campo y el contenido de humedad según la norma AASHTO T 310 u otros procedimientos de ensayo aprobados.

#### **301.06 Tolerancia superficial.**

Si se requieren estacas de acabado de rasante, se debe terminar la superficie con desviaciones menores de  $\pm 10$  mm con respecto al nivel de las estacas y a la elevación de la rasante.

Si no se requieren estacas de acabado de rasante, se debe conformar la superficie y verificarla por medio de un escantillón o regla de 3 metros de largo. Se consideran áreas defectuosas, las que presenten desviaciones de la superficie mayores de 15 mm en 3 m entre dos puntos de contacto del escantillón con la superficie.

Se deben corregir las áreas defectuosas escarificando el material, agregando o retirando material, perfilando y compactando.

#### **301.07 Mantenimiento.**

Se debe mantener el alineamiento correcto de la capa de agregados, la pendiente y la sección transversal, nivelando, agregando agua, compactando con rodillo o cualquier combinación de lo anterior hasta que se coloque la siguiente capa. Se deben corregir los defectos de acuerdo con la Subsección 301.06.

#### **301.08 Aceptación.**

Ver la Tabla 301-1 para los requisitos de muestreo y de ensayo por realizar para cada propiedad o característica de calidad para aceptación.

Se debe evaluar la graduación de los agregados y el índice de plasticidad de acuerdo con la Subsección 107.05. Las demás propiedades de calidad de los agregados se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.04.



(a) Graduación de los agregados. Los límites de especificación superior e inferior son iguales a la media de los resultados de los ensayos, más o menos las tolerancias permisibles mostradas en las Tablas 703-2 y 703-3, a excepción de lo siguiente:

- (1) Si la media calculada para cualquier tamiz excede el valor máximo de graduación mostrado en las Tablas 703-2 ó 703-3, la especificación superior, que será el límite superior, es igual al valor máximo de graduación más la tolerancia permitida, y el límite inferior, que será la especificación inferior, es igual al valor máximo de graduación menos la tolerancia permitida.
- (2) Si el valor de la media calculada para cualquier tamiz es menor que el valor mínimo de graduación mostrado en la Tabla 703-6 ó 703-7, el límite superior, es decir la especificación superior, es igual al valor mínimo de graduación más la tolerancia permitida, y el límite inferior, es igual al valor mínimo de graduación menos la tolerancia permitida.

(b) Índice de plasticidad. Los límites de la especificación superior e inferior para las capas superficiales se muestran en la Tabla 703-7.

La construcción de capas con agregados no tratados debe evaluarse de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La preparación de la superficie sobre la que se colocará la capa de agregados se evaluará de acuerdo con la Sección 204 ó 303.

**301.09 Medición.**

Se deben medir los ítems de la sección 301 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Se deben medir los agregados por metro cúbico en el vehículo de acarreo.

Se debe medir en metros cuadrados el terreno a lo ancho de la superficie, incluyendo las ampliaciones consideradas en el diseño y a lo largo de la línea centro de la carretera.

**301.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida ajustado según la Subsección 107.05 para los ítems de pago listados en el programa de licitación de la Sección 301. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.301.01</b> Base de agregados graduación ____	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.301.02</b> Base de agregados graduación ____	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.301.03</b> Base de agregados graduación ____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.301.04</b> Subbase de agregados, graduación ____	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.301.05</b> Subbase de agregados, graduación ____	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.301.06</b> Subbase de agregados, graduación ____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

Tabla 301.1  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
		Abrasión LA (grueso)	---	AASHTO T 96	1 por tipo & fuente de material	Fuente del material	Sí, cuando se solicite	Antes de utilizarlo en el trabajo
		Pérdida de sanidad en sulfato de sodio (grueso y fino)	---	AASHTO T 104	1 por tipo & fuente de material	Fuente del material	Sí, cuando se solicite	Antes de utilizarlo en el trabajo
Calidad de la fuente de agregados 703.05 (a)	Medición y ensayo de aceptación (107.04 y 105)	Índice de durabilidad (grueso y fino)	---	AASHTO T 210	1 por tipo & fuente de material	Fuente del material	Sí, cuando se solicite	Antes de utilizarlo en el trabajo
		Caras fracturadas	---	ASTM D 5821	1 por tipo & fuente de material	Fuente del material	Sí, cuando se solicite	Antes de utilizarlo en el trabajo
		Graduación	---					
		4,75 mm	---			Del camellón o del material colocado procesado	Sí	4 horas
Subbase graduaciones A y B	Estadística (107.05)	75 µm	---	AASHTO T 27 Y T 11	1 por 1000 Tm			
		Otros tamices especificados	---					

Tabla 301.1 (Continuación)

Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
Bases con graduaciones C, D & E	Estadística (107.05)	Graduación						
		9,5 mm	I			Del camellón o del material colocado y procesado	Sí	4 horas
		4,75 mm	I	AASHTO T 27 y T 11	1 por 1000 Tm			
		75 µm	I					
		Otros tamices especificados	II					
Subbases y Bases con graduaciones A, B, C, D y E	Medición y Ensayo de Aceptación (107.4)	Límite líquido	---	AASHTO T 89	1 por 1000 Tm	Del camellón o del material colocado y procesado	Sí	4 horas
		Humedad-densidad (densidad máxima)	---	AASHTO T 180, m'wroso D <sup>(1)</sup>	1 por tipo & fuente de material	De la fuente del material antes de utilizarlo	Sí	
		Compactación	---	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 500 Tm	En el sitio	---	Antes de colocar la siguiente capa

(1) Mínimo 5 puntos por proctor

Tabla 301.1 (Continuación)  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
		Graduación						
		4,75 mm	I					
		425 µm	I	AASHTO T 27 y T 11	1 por 1000 Tm	Del camellón o del material colocado y procesado	Sí	4 horas
		75 µm	I					
	Estadística (107.05)	Otros tamices especificados	II					
Agregado para las capas superficiales		Límite líquido	II	AASHTO T 89	1 por 1000 Tm	Del camellón o del material colocado y procesado	Sí	4 horas
		Índice de plasticidad	I	AASHTO T 90	1 por 1000 Tm	Del camellón o del material colocado y procesado	Sí	4 horas
		Humedad-densidad (densidad máxima)	---	AASHTO T 180, método D <sup>(1)</sup>	1 por tipo y fuente de material	Fuente del material	Sí	Antes de utilizarse en el trabajo
	Medición y Ensayo de aceptación (107.04)	Densidad	---	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 500 Tm	En sitio	---	Antes de colocar la siguiente capa
		Caras fracturadas	---	ASTM D 5821	1 por 1000 Tm	Del camellón o del material colocado y procesado	Sí	Antes de utilizarse en el trabajo

(1) Mínimo 5 puntos por proctor

## Sección 302.) MEJORAMIENTO DE CAMINOS (ESTABILIZACIÓN EN SITIO)

### 302.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de una mezcla de agregado y cemento o de una mezcla de agregado, cenizas, cal y cemento (AFLC) sobre una subrasante lista.

Las bases y subbases estabilizadas se denominan de cemento o AFLC.

La graduación de los agregados se indica en la Tabla 703-6.

### 302.02 Materiales.

Deben estar conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Agregados	703.05
Material de secado	703.13
Aditivos químicos (retardadores de fragua)	711.03
Asfaltos emulsificados / Emulsiones asfálticas	702.03
Puzolanas	725.04
Cemento hidráulico	701.01
Cal	725.03
Agua	725.01

### Requerimientos de construcción

### 302.03 Diseño de mezcla (equivalente a BE-25).

Se debe entregar al Contratante el diseño de mezcla de la base estabilizada un mes antes del inicio de la producción.

Se debe proporcionar una resistencia mínima a la compresión promedio de 3,0 MPa, con ningún valor de ensayo menor de 2,0 MPa. Se deben moldear, curar y ensayar los especímenes de la mezcla AFCL de acuerdo con la norma ASTM C 593, partes 10 y 11, pero realizando la modificación del período de curado de 7 a 28 días a  $38 \pm 2$  °C.

Para las mezclas de agregado y cemento se debe cumplir con los parámetros de diseño mostrados en la Tabla 302-1.

Tabla 302-1

### Rangos para el diseño de las mezclas de Agregado/Cemento

Material	Porcentaje <sup>(1)</sup>
Agregado	90 - 96
Cemento hidráulico	4 - 10

(1) Por masa de la mezcla total seca

Las mezclas AFCL deben cumplir con los parámetros de diseño mostrados en la Tabla 302-2.

**Rangos para el diseño de las mezclas AFLC**

<b>Material</b>	<b>Porcentaje <sup>(1)</sup></b>
Agregado	75 - 92
Cenizas	6 - 20
Cal y cemento hidráulico	2 - 5

(1) Por masa de la mezcla total seca

Se debe incluir junto con el diseño de mezcla lo siguiente, según corresponda:

- (a) Fuente de cada material componente;
- (b) Resultados de las pruebas aplicables;
- (c) Valores de graduación propuestos para cada tamaño de tamiz especificado, según corresponda;
- (d) Una muestra de agregado de 90 kg;
- (e) Una muestra de cenizas de 25 kg;
- (f) Una muestra de 10 kg de cal;
- (g) Una muestra de 10 kg de cemento hidráulico;
- (h) Una muestra de 2 kg del retardador de fragua u otros aditivos.

Se debe iniciar la producción únicamente después de que el diseño de mezcla ha sido aprobado por el Contratante. Se debe presentar un nuevo diseño de mezcla si existe algún cambio en las fuentes de material.

**302.04 General.**

Se deben almacenar los aditivos en recipientes cerrados e impermeables. Se debe preparar la superficie donde se colocará la capa de agregados estabilizados de acuerdo con las Secciones 204 ó 303, según corresponda. Se debe determinar el contenido óptimo de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T 180, método D.

**302.05 Mezcla.**

No se deben iniciar las operaciones de mezcla cuando se espera que la temperatura ambiente dentro de las siguientes 48 hrs sea menor de 4 °C. No se debe colocar la capa de agregado estabilizado cuando la superficie subyacente esté saturada o cuando esté lloviendo.

Se deben mezclar los componentes con el equipo adecuado hasta obtener una mezcla uniforme. Durante la mezcla, se debe agregar suficiente agua para obtener un contenido de humedad igual al contenido óptimo de compactación mas un 2 %.

Se debe equipar la mezcladora con dispositivos de dosificación o medición para regular la combinación de los componentes, ya sea por masa o por volumen. Se debe mantener la precisión de las cantidades de los agregados, aditivos químicos y agua (basadas en la masa total seca) dentro de las siguientes tolerancias

Agregados	±2,0% por masa
Cenizas	±1,5 % por masa
Cal o cemento	±0,5 % por masa
Retardador de fraguado u otro aditivo	±2,0 % por masa
Agua	±2,0 % por masa

Se puede utilizar un aditivo para retardar la fragua inicial por un máximo de 2 hrs. Se debe disolver el retardador en agua y agregar la solución de manera uniforme a la mezcla.

Cuando la mezcla se produzca en una planta central, se debe transportar la mezcla en vehículos que mantienen el contenido de humedad y evitan la segregación y la pérdida del material fino.

#### **302.06 Colocación, compactación y acabado.**

Se debe colocar, compactar y dar el acabado a las capas de agregados estabilizados de acuerdo con las Subsecciones 301.04, 301.05 y 301.06. Se debe mantener el contenido de humedad ( $\pm 2$  del porcentaje de humedad óptimo) durante la colocación y el acabado.

No se debe dejar ninguna mezcla de agregados estabilizados sin compactación por más de 30 min. Se deben completar la compactación y el acabado dentro de un período de una hora (el período es más largo si se utiliza retardador) desde el momento en que se incorporó el agua a la mezcla. La superficie compactada debe quedar lisa, densa, libre de planos de compactación o material suelto.

Si el tiempo de colocación de dos paños adyacentes es mayor de 30 minutos, se debe hacer una junta de construcción.

#### **302.07 Juntas de construcción.**

Para las mezclas de cal y de cenizas, se debe vincular el trabajo de cada día con el trabajo realizado el día anterior, mezclando de nuevo aproximadamente 0,5 m de la capa completada antes de elaborar secciones adicionales. Se debe agregar el 50 % de la cantidad original de cal o de cenizas al material remezclado.

Para las mezclas de cemento o cuando las mezclas de cal y de cenizas permanecen intactas por más de 24 hrs, se debe hacer una junta transversal haciendo un corte dentro de la zona terminada para formar una cara aproximadamente vertical.

#### **302.08 Curado.**

No se debe permitir el paso del tráfico sobre la capa de agregados estabilizados. Se debe mantener la capa terminada continuamente húmeda hasta que se coloque la siguiente capa. Se debe aplicar agua a presión a través de una barra rociadora equipada con boquillas que producen una aspersión fina y uniforme. Se debe colocar y compactar la siguiente capa dentro de los 7 días siguientes a la compactación y al acabado de la capa estabilizada.

Se puede retrasar la colocación de la capa siguiente hasta 21 días sellando la superficie con un asfalto emulsificado de fraguado rápido. No se deben sellar las capas intermedias de una base. Se debe mantener la superficie húmeda durante al menos 7 días después de realizar la compactación y el acabado. Después de estos 7 días, se debe aplicar asfalto emulsificado CRS-2 o RS-2 sin diluir, a razón de 1,1 litros por metro cuadrado conforme a la Sección 411. Se debe proporcionar una película uniforme sobre la superficie. Si la superficie se abre al tráfico, se debe proporcionar y aplicar material de secado de acuerdo con la Sección 703.13.

Si la base de material estabilizado pierde esa condición, densidad o el acabado antes de la colocación de la siguiente capa o de la aceptación del trabajo, se debe reprocesar, recompactar y adicionar los aditivos necesarios para restablecer la resistencia del material dañado. Se debe aplicar nuevamente el sello de asfalto emulsificado cuando la película esté dañada.

#### **302.09 Aceptación.**

Ver la Tabla 302-3 para los requisitos de muestreo y de ensayo por realizar, para cada propiedad o característica de calidad, para aceptación.

Las cenizas, cal, cemento y aditivos químicos se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. El asfalto emulsificado se evaluará según las Subsecciones 107.03 y 702.10.

(a) Graduación de los agregados. Los límites de especificación superior e inferior son iguales a la media de los resultados de los ensayos, más o menos las tolerancias permisibles mostradas en las Tablas 703-2 y 703-3, a excepción de lo siguiente:

- (1) Si la media calculada para cualquier tamiz excede el valor máximo de graduación mostrado en las Tablas 703-2 ó 703-3, la especificación superior, que será el límite superior, es igual al valor máximo de graduación mas la tolerancia permitida, y el límite inferior, que será la especificación inferior, es igual al valor máximo de graduación menos la tolerancia permitida.
- (2) Si el valor de la media calculada para cualquier tamiz es menor que el valor mínimo de graduación mostrado en la Tabla 703-6 ó 703-7, el límite superior, es decir, la especificación superior, es igual al valor mínimo de graduación mas la tolerancia permitida, y el límite inferior es igual al valor mínimo de graduación menos la tolerancia permitida.

La construcción de capas de agregados estabilizados se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La preparación de la superficie sobre la que se colocará la capa de agregados estabilizados se evaluará de acuerdo con las Secciones 204 ó 303, según corresponda.

El sello de emulsión asfáltica será evaluado según la Sección 702.03.

El material de secado se evaluará de acuerdo con la Sección 703.13.

### **302.10 Medición**

Se deben medir los ítems de la Sección 302 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Se debe medir en metros cuadrados el terreno a lo ancho de la superficie, incluyendo las ampliaciones consideradas en el diseño y a lo largo de la línea centro de la carretera.

Se debe medir la emulsión asfáltica de acuerdo a la Sección 702.03.

Se debe medir el material de secado según la Sección 703.13.

### **302.11 Pago**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida, ajustado según la Subsección 107.05 para los ítems de pago listados en el programa de licitación de la Sección 302. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.302.01</b> Capa de agregados estabilizados graduación ____	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.302.02</b> Capa de agregados	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.302.03</b> Cemento	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.302.04</b> Cenizas	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.302.05</b> Cal hidratada (Ca (OH) <sup>2</sup> )	Tonelada métrica (Tm)



Tabla 302.3

Requisitos de Muestreo y de ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
		Graduación <sup>(1)</sup>						
		9,5 mm	I					
		4,75 mm	I	AASHTO T 27 y T 11	1 por 1000 Tm	Del camellón o del material colocado y procesado	Si, cuando se solicite	4 horas
		75 µm	I					
		Otros tamices especificados	II					
		Límite líquido	---	AASHTO T 89	1 por 3000 Tm	Del camellón o del material colocado y procesado	Si, cuando se solicite	
		Humedad-densidad (densidad máxima)	---	AASHTO T 180, método D <sup>(1)</sup>	1 por cada graduación producida	Material procesado antes de incorporarlo al trabajo	Si cuando se solicite	Antes de incorporarlo al trabajo
Agregado estabilizado (302)	Medición y Ensayo de aceptación (107.04)	Compactación	---	AASHTO 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 500 Tm	En el sitio	---	Antes de colocar la siguiente capa

(1) Mínimo 5 puntos por proctor

## **Sección 303.) REACONDICIONAMIENTO DE LA CALZADA**

### ***303.01 Descripción.***

Este trabajo consiste en el reacondicionamiento de las cunetas, espaldones, subrasante y superficies de agregados.

### ***303.02 Materiales.***

Deben estar conformes con la siguiente Subsección:

Agua 725.01

### **Requerimientos de construcción**

### ***303.03 Reacondicionamiento de las cunetas, conformación de las cunetas.***

Se debe remover todo el material desprendido, sedimentos, vegetación y otros desechos de las cunetas existentes y de las entradas y salidas de las alcantarillas. Se deben reconfigurar las cunetas y las entradas y salidas de las alcantarillas para lograr un drenaje efectivo y un ancho, profundidad y pendiente uniformes en la cuneta. Se debe desechar la basura de acuerdo con la Subsección 204.14.

### ***303.04 Reacondicionamiento de los espaldones.***

Se deben reparar las áreas blandas e inestables de acuerdo con la Subsección 204.07. Se debe remover todo material desprendido, vegetación y otros desechos de los espaldones existentes, incluyendo los espaldones de las áreas de parqueo, retornos y otros sobreanchos. Se deben reconfigurar los espaldones y desechar la basura de acuerdo con la Subsección 204.14.

### ***303.05 Reacondicionamiento de la subrasante.***

Se deben reparar las áreas blandas e inestables de acuerdo con la Subsección 204.07. Se debe remover todo material orgánico, deletéreo o con un tamaño mayor de 150 mm de los 150 mm superficiales de la subrasante. La disposición de los desechos se debe hacer de acuerdo con la Subsección 204.14. Se debe escarificar hasta una profundidad de 150 mm, y remover las irregularidades de la superficie y seguidamente perfilar para proveer una superficie uniforme. Se debe dar el acabado con una tolerancia de 15 mm para las superficies de tierra y de 30 mm para las superficies de roca con respecto al alineamiento, sección transversal y pendiente requeridas. La compactación se debe realizar de acuerdo con la Subsección 204.11.

### ***303.06 Reacondicionamiento de la superficie de agregados.***

Se deben reparar las áreas blandas e inestables en todo el espesor de la superficie de agregados de acuerdo con la Subsección 204.07. Se debe escarificar hasta la profundidad de la superficie de agregados o hasta una profundidad de 200 mm, la que sea menor, y se deben eliminar las irregularidades. Se debe perfilar, dar el acabado y compactar la superficie de agregados de acuerdo con la Sección 308.

### ***303.07 Reacondicionamiento de la calzada.***

Se debe llevar a cabo todo el trabajo aplicable descrito en las Subsecciones de la 303.03 a la 303.06.

### ***303.08 Pulverización.***

Se debe escarificar la superficie a la profundidad y ancho especificados. Se debe pulverizar el agregado hasta un tamaño igual a una y media veces el tamaño máximo del agregado o a 40 mm, el que sea mayor. Se debe mezclar, tender, compactar y dar el acabado de acuerdo con la Sección 301.

**303.09 Aceptación.**

Ver la Tabla 303-1 para los requisitos de muestreo y ensayo. Se evaluará el trabajo de reacondicionamiento de la calzada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**303.10 Medición.**

Se deben medir los ítems de la Sección 303 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Se debe medir la conformación de las cunetas y de los espaldones por kilómetro o por metro lineal a lo largo de la línea centro de la calzada para cada lado de la carretera.

Se debe medir el reacondicionamiento de la subrasante, el reacondicionamiento de la superficie de agregados, el reacondicionamiento de la calzada y la pulverización, por kilómetro o por metro cuadrado. Se debe medir el área en metros cuadrados en una proyección horizontal. No se deben medir las áreas aisladas con superficies menores a 20 m<sup>2</sup>.

Se deben medir los desechos de acuerdo con la Sección 204.

**303.11 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago listados en el programa de licitación de la Sección 303. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.303.01</b> Reacondicionamiento (descripción)	Kilómetro (km)
<b>CR.303.02</b> Reacondicionamiento (descripción)	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.303.03</b> Reacondicionamiento, esscarificación ___ mm de espesor	Kilómetro (km)
<b>CR.303.04</b> Reacondicionamiento, esscarificación ___ mm de espesor	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

Tabla 303-1  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
		Clasificación	---	AASHTO M 145	1 por tipo de suelo	Subrasante	Sí, cuando se solicite	Antes de incorporarlo al trabajo
Subrasante existente	Medición y Ensayo de aprobación (107.4)	Humedad-Densidad	---	AASHTO T 180, método D <sup>(1)</sup>	1 por cada mezcla o cambio en el material	Material procesado antes de incorporarse en el trabajo	---	Antes de incorporarlo al trabajo
		Densidad en sitio y contenido de humedad	---	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 2500 m <sup>2</sup>	Material compactado	---	Al final de la jornada

(1) Mínimo 5 puntos por proctor

## Sección 304.) ESTABILIZACIÓN DE LOS AGREGADOS

### 304.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de una capa de agregados estabilizados, ya sea acarreados o propios del sitio. Se estabiliza la capa de agregados incorporando cemento (cemento-agregados ) o cenizas, cal y cemento (AFLC, por sus siglas en Inglés)

La graduación de los agregados se designa como se muestra en la Tabla 703-6.

### 304.02 Materiales.

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Agregados para capas de B y SB superficiales	703.05
Material de secado	703.13
Aditivos químicos (retardadores de fragua)	711.03
Emulsión asfáltica	702.03
Cenizas	725.04
Cemento Pórtland	701.01
Cal	725.03
Agua	725.01

### Requerimientos para la construcción

### 304.03 Dosificación.

Se debe presentar el diseño de la mezcla 30 días antes de iniciar la producción.

(a) Mezclas de agregados y cemento. Se debe estimar el contenido medio de cemento requerido para obtener la máxima densidad de la mezcla, y seleccionar los contenidos de cemento por masa a 2 puntos porcentuales por encima y debajo del contenido medio de cemento estimado.

Para estos tres contenidos de cemento:

(1) Se debe utilizar un mínimo de 4 puntos para determinar la densidad máxima y el contenido óptimo de humedad de las tres mezclas de acuerdo con AASHTO T 134.

(2) Se debe determinar la pérdida en la masa de las tres mezclas de acuerdo con las normas AASHTO T 135 y AASHTO T 136.

(3) Se debe determinar la resistencia a la compresión a los 7 días de las tres mezclas de acuerdo con la norma ASTM D 1633, método A.

Se debe diseñar y utilizar una mezcla que cumpla los requisitos de la Tabla 304-1.

**Parámetros de diseño de las mezclas de agregados y cemento**

<b>Material o propiedad</b>	<b>Requerimiento</b>
Agregado	90 - 96 % <sup>(1)</sup>
Cemento Pórtland	4 - 10 % <sup>(1)</sup>
Pérdida de masa, AASHTO T 135 & T 136 (12 ciclos) A-1, A-2-4, A 2-5, & A-3 A-2-6, A-27, A-4, & A-5 A-6 y A-7	14 % máx. 10 % máx. 7 % máx.
Resistencia a la compresión inconfina a los 7 días, norma ASTM D-1633, método A	2,8 MPa mín.

(1) Por masa de la mezcla total seca.

(b) Mezclas AFLC. Se debe determinar el contenido óptimo de cenizas, cal y cemento de acuerdo con la norma ASTM C 593, Sección 10, utilizando varias mezclas con diferentes contenidos de cenizas, cal y cemento. El valor de densidad pico en la curva de contenido de las cenizas, cal y cemento corresponde al contenido óptimo.

Se debe determinar la proporción de cal, cemento y cenizas de acuerdo con la norma ASTM C 593, Secciones 10 y 11, utilizando mezclas con el contenido óptimo de cenizas, cal y cemento, pero modificando la proporción de cal, cemento y cenizas. Se debe utilizar un período de curado de 7 a 28 días a una temperatura de 36 °C a 40 °C.

Se debe diseñar una mezcla que cumpla los requerimientos de la Tabla 304-2.

Se debe utilizar una mezcla con un contenido de cenizas, cal y cemento que exceda el contenido óptimo de cenizas, cal y cemento en un 0,5 %.

**Parámetros de diseño de las mezclas AFLC**

<b>Material o propiedad</b>	<b>Requerimiento</b>
Agregado	75 - 92 % <sup>(1)</sup>
Cenizas	6 - 20 % <sup>(1)</sup>
Cal y cemento Pórtland	2 - 5 % <sup>(1)</sup>
Resistencia a la compresión promedio, ASTM C 593	3,5 MPa mín.
Resistencia a la compresión simple, ASTM C 593	2,8 MPa mín.

(1) Por masa de la mezcla total seca.

(c) Fórmula de diseño de la mezcla de trabajo.

(1) Para cada fórmula de diseño de la mezcla de trabajo se debe presentar lo siguiente:

- (a) Fuente de cada componente
- (b) Resultados de los ensayos aplicables
- (c) Valores deseados:

(1) Para cada tamaño de tamiz especificado, según corresponda

(2) Para cada agente estabilizador

(2) Cuando el Contratante lo solicite, se debe entregar lo siguiente:

- (a) Una muestra de 90 kilogramos del agregado

- (b) Una muestra de 25 kilogramos de cenizas
- (c) Una mezcla de 10 kilogramos de cal
- (d) Una mezcla de 10 kilogramos de cemento Pórtland
- (e) Una muestra de 2 kilogramos del retardador de fraguado o de otros aditivos.

Se debe entregar un nuevo diseño de mezcla si existe algún cambio en la fuente de un material.

Se debe iniciar la producción únicamente después de que el diseño de mezcla ha sido aprobado.

#### **304.04 General.**

Deben almacenarse los agentes estabilizadores y los aditivos en recipientes cerrados e impermeables. No se debe construir la capa de agregados estabilizados cuando la capa subyacente esté saturada o cuando esté lloviendo. No se deben iniciar las operaciones de aplicación o de mezclado si se espera que la temperatura en las siguientes 48 hrs sea menor de 4 °C.

(a) Capa de agregados acarreados. Se debe preparar la superficie subyacente de acuerdo con la Sección 204, Subsección 303.05 o la Subsección 303.06, según corresponda.

(b) Capa de agregados en sitio. Se debe reacondicionar el agregado de acuerdo con la Subsección 303.06. Se debe colocar el material escarificado en camellones o camas que son convenientes para aplicar los agentes estabilizadores.

#### **304.05 Aplicación de los agentes de estabilización.**

(a) Capa de agregados acarreados. Se debe equipar la mezcladora con dispositivos de dosificación o medición, para dosificar los componentes ya sea por masa o por volumen. Se debe mantener la precisión de las cantidades de los agregados, aditivos químicos y agua (basadas en la masa total seca) dentro de las siguientes tolerancias:

Agregados	±2,0 % por masa
Cenizas	±1,5 % por masa
Cal y cemento	±0,5 % por masa
Retardador de fraguado u otro aditivo	±2,0 % por masa
Agua	±2,0 % por masa

En las mezclas de agregados y cemento, se puede utilizar un retardador de fragua para demorar el fraguado inicial por un período máximo de 2 hrs. Se debe disolver el retardador en agua y después incorporarlo uniformemente en la mezcla.

(b) Capa de agregados en sitio. Se debe emplear un contenido de humedad de los agregados al menos un 3% por debajo del contenido de humedad óptimo. No se deben aplicar los agentes estabilizadores cuando las condiciones permitan una pérdida excesiva por efecto del agua o por el viento. Se deben aplicar los agentes estabilizadores en las proporciones requeridas mediante alguno de los siguientes métodos:

(1) Método seco. Se deben aplicar los agentes estabilizadores de manera uniforme con un esparcidor aprobado. El agua se debe aplicar utilizando métodos aprobados para obtener el contenido de humedad óptimo para realizar la mezcla y la compactación.

(2) Lechadas. Se mezclan los agentes estabilizadores con agua y se aplican como una suspensión diluida en agua o lechada utilizando camiones con distribuidores aprobados o mezcladores rotatorios. El equipo distribuidor y mezclador rotatorio debe estar provisto de un agitador que mantenga los agentes estabilizadores en suspensión en el agua. Se realizarán pasadas sucesivas sobre el material hasta obtener la humedad y el contenido óptimo de los agentes estabilizadores para realizar la mezcla y compactación.

#### **304.06 Mezcla.**

Se debe mezclar con un equipo aprobado por la Administración hasta que todos los aditivos estén distribuidos uniformemente en el agregado para obtener una mezcla homogénea. Cuando se utilice una planta mezcladora central, se deberá transportar la mezcla en vehículos que mantengan el contenido de humedad y eviten la segregación y la pérdida del material fino.

(a) Mezclas de cemento y agregados. Se debe agregar el agua y mezclar completamente hasta alcanzar el contenido de humedad de la mezcla determinado en el diseño y aprobado por el Contratante. Se debe completar la mezcla dentro de las 2 hrs posteriores a la aplicación del cemento.

(b) Mezclas AFLC. Se debe añadir el agua y mezclar completamente hasta obtener el contenido de humedad óptimo de mezcla, considerando además cualquier humedad de hidratación necesaria determinada en el diseño de mezcla y aprobada por el Contratante. Se debe completar la mezcla en las 6 horas posteriores a la aplicación del aditivo. Se debe curar la mezcla durante un período de 2 a 4 días manteniéndola húmeda.

#### **304.07 Colocación, compactación y acabado.**

Mientras se coloca y se extiende la mezcla, se debe mantener el contenido de humedad dentro de un rango de 2 % con respecto al contenido de humedad óptimo. No se deben dejar las mezclas de cemento y de agregados sin compactar por más de 30 minutos y se debe completar la compactación y el acabado en un período menor a una hora desde el momento en que se añadió el agua. Se permite un período más largo si se utiliza un aditivo retardador. Se debe compactar la mezcla hasta obtener una densidad no menor del 95 % del máximo posible. Se debe determinar la densidad en sitio y el contenido de humedad de acuerdo con la norma AASHTO T 310 u otros procedimientos de ensayo aprobados.

Se debe dar el acabado de acuerdo con la Subsección 301.06 para obtener una superficie lisa, densa y libre de planos de laminación, ondulaciones o material suelto.

#### **304.08 Juntas de construcción.**

Para las mezclas AFCL se debe vincular el trabajo de cada día con el trabajo realizado el día anterior mezclando nuevamente aproximadamente 0,5 m de la capa completada antes de elaborar secciones adicionales. Se debe agregar el 50 % de la cantidad original de cal o de cenizas al material remezclado.

Para las mezclas de cemento y agregados, o cuando las mezclas AFCL permanecen intactas por más de 24hrs, se debe hacer una junta transversal haciendo un corte dentro de la zona terminada para formar una cara aproximadamente vertical.

#### **304.09 Curado.**

No se debe permitir el paso del tráfico sobre la capa de agregados estabilizados. Se debe aplicar agua a presión a través de una barra rociadora equipada con boquillas que producen una aspersión fina y uniforme. Se debe mantener la capa terminada continuamente húmeda hasta que se coloque la siguiente capa.

Se debe colocar y compactar la siguiente capa en los 7 días siguientes al acabado de la capa estabilizada. Se puede retrasar la colocación de la capa siguiente hasta 21 días sellando la superficie con un asfalto emulsificado de fraguado rápido o un asfalto rebajado. Se debe aplicar asfalto emulsificado CRS-2 o asfalto rebajado. RS-2, a una razón de 1,1 litros por metro cuadrado conforme a la Sección 411. Se debe proporcionar una película uniforme sobre la superficie. Se debe proporcionar y aplicar material de secado de acuerdo con la Sección 703.13.

Si los agregados estabilizados pierden la estabilidad, la densidad o el acabado, se debe procesar nuevamente, recompactar y agregar aditivos según se requiera para reestablecer la resistencia del material dañado. Se debe aplicar nuevamente el sello de asfalto cuando se haya dañado la película.



**304.10 Aceptación.**

Ver la Tabla 304-3 para los requerimientos de muestreo y ensayo.

El material para secado, los aditivos químicos, las cenizas, la cal, el cemento hidráulico y el agua se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. La emulsión asfáltica se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.03 y 702.10.

La graduación de los nuevos agregados acarreados se evaluará de acuerdo con la Subsección 301.08 (a).

Las capas de agregados acarreados y de agregados in situ estabilizadas se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El reacondicionamiento de la capa cuando se utilice el agregado in situ se evaluará según la Sección 303.

La preparación de la superficie sobre la cual se coloca la capa tratada de agregados acarreados se evaluará de acuerdo con las Secciones 204 o 303.

La emulsión asfáltica se evaluará de acuerdo con la Sección 702.03.

El material de secado se evaluará de acuerdo con la Sección 703.13.

**304.11 Medición.**

Se deben medir los ítems de la Sección 304 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Se debe medir por metro cuadrado la proyección horizontal incluyendo el ancho y las ampliaciones consideradas en el diseño. Se debe medir la proyección horizontal a lo largo de la línea centro de la carretera.

Se hará la medición de la emulsión asfáltica de acuerdo con la Subsección 702.03.

Se medirá el material de secado (blotter) de acuerdo con la Subsección 703.13.

**304.12 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas según la Subsección 109.02, se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida ajustado para los ítems de pago listados en el programa de licitación de la Sección 304. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.304.01</b> Estabilización de agregados	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.304.02</b> Estabilización de agregados	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.304.03</b> Cal	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.304.04</b> Cemento	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.304.05</b> Cenizas	Tonelada métrica (Tm)

Tabla 304-3

Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
<b>Mezclas de agregado y cemento</b>								
Dosificación (304.03)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Humedad - Densidad	---	Cemento AASHTO T 134 (mínimo 4 puntos)	1 por cada mezcla o cambio en el material	Material procesado antes de incorporarse en el trabajo	Si, cuando se solicite	Antes de utilizarlo en el trabajo
<b>Agregado, cenizas, cal y cemento (AFLC)</b>								
Dosificación (304.03)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Humedad - Densidad	---	AFLC ASTM C 593 Secciones 10 & 11 (mínimo 4 puntos)	1 por cada mezcla o cambio en el material	Material procesado antes de incorporarse en el trabajo	Si, cuando se solicite	Antes de utilizarlo en el trabajo
<b>Agregados acarreados de tajo</b>								
Agregados (703.05)	Estadística (107.05)	Graduación		AASHTO T 27 & T 11	1 por 1000 Tm	Agregados estabilizados antes de la estabilización	Si, cuando se solicite	4 horas
		9,5 mm	I					
		4,75 mm	I					
		75 µm	I					
		Otros tamices especificados	II					
	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Límite líquido	---	AASHTO T 89	1 por 3000 Tm	Agregados estabilizados antes de la estabilización	---	4 horas
<b>Agregados estabilizados</b>								
Mezcla (304)	Medición y ensayo de aceptación (107.04)	Densidad in situ y contenido de humedad	---	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 500 Tm ó 2500 m <sup>2</sup>	Material compactado	---	Final de la jornada

## **Sección 305.) MEZCLA DE TIERRA VEGETAL Y AGREGADO PARA RECUBRIMIENTO**

### **305.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en suministrar y colocar una mezcla de agregados, suelo vegetal y semillas sobre un espaldón preparado, taludes o sobre otra superficie.

### **305.02 Materiales.**

Deben cumplir con las siguientes Subsecciones:

Agregados para recubrimiento de suelo	703.14
Semillas	713.04
Suelo vegetal	713.01
Agua	725.01

### **Requerimientos para la construcción**

### **305.03 Preparación de la superficie.**

Se debe terminar el pavimento adyacente antes de colocar una mezcla de agregados y suelo vegetal sobre el espaldón. Se debe escarificar el área donde se va a colocar la mezcla hasta una profundidad de 75 mm. Se deben reducir todos los terrones y hierbas a un tamaño máximo de 100 mm.

### **305.04 Mezcla, colocación y compactación.**

Se debe proporcionar por volumen una mezcla de  $50 \pm 10$  por ciento de agregados y  $50 \pm 10$  por ciento de suelo vegetal con suficiente agua para su compactación.

Se deben mezclar los componentes hasta formar una mezcla uniforme. Se debe extender la mezcla sobre la superficie preparada en una capa uniforme. La mezcla debe conformarse al alineamiento, pendiente y sección transversal. Se deben remover todos los terrones y piedras con un diámetro mayor a 50 milímetros. Antes de compactar, se deben esparcir las semillas secas en la superficie de la mezcla a razón de 85 kilogramos por hectárea de acuerdo con la Sección 625.

Se debe compactar uniformemente la mezcla de forma que no muestre levantamientos, bombeo, surcos ó zonas débiles. Después de alcanzar la compactación deseada según corresponda, se deben esparcir nuevamente las semillas secas a razón de 85 kilogramos por hectárea.

### **305.05 Aceptación.**

Ver la Tabla 305-1 para los requisitos de muestreo y ensayo.

Se evaluarán los agregados para la mezcla de agregados y suelo vegetal de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Las semillas y el suelo vegetal se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de la capa de agregado y suelo vegetal se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.02.

### **305.06 Medición.**

Se medirán los ítems de la Sección 305 listados en el cartel de la licitación de acuerdo con la Subsección 109.02 y lo siguiente cuando sea aplicable.

Se medirá la capa de agregados y suelo vegetal por metro cúbico en el vehículo de acarreo.

### 305.07 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 305 listados en el cartel de la licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.305.01</b> Capa de agregado - suelo vegetal	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.305.02</b> Capa de agregado - suelo vegetal	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.305.03</b> Capa de agregado - suelo vegetal	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

Tabla 303-1

### Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Caract.	Categ.	Especif. de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
Agregados Suelo vegetal	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.04)	Humedad - Densidad	---	AASHTO T 99 Método C <sup>(1)</sup>	1 por mezcla de suelo	Subrasante	---	36 horas
		Compactación	---	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 3500 m <sup>2</sup>	Material procesado antes de incorporarse en el trabajo	---	24 horas

(1) Mínimo 5 puntos por proctor

## Sección 306.) ESTABILIZADOR DE POLVO

### 306.01 Descripción.

Este trabajo consiste en el suministro y la colocación de una o más aplicaciones de un estabilizador de polvo sobre una superficie preparada.

### 306.02 Materiales.

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Material de secado	703.13
Cloruro de calcio	725.02
Virutas de cloruro de calcio	725.02
Emulsión asfáltica	702.03
Revestimiento sulfonado	725.20
Cloruro de magnesio	725.02
Agua	725.01

## Requerimientos para la construcción

### **306.03 General.**

Se debe utilizar un equipo de distribución conforme con la Subsección 411.04, con la excepción de que no serán exigidos los dispositivos de calentamiento. Se debe equipar el distribuidor con una manguera y boquilla para las áreas que no son accesibles con el distribuidor y para retocar el trabajo en áreas que hayan quedado deficientes. No se debe aplicar un estabilizador de polvo cuando hay neblina o cuando se espera que llueva dentro de las 24 horas siguientes a la aplicación. No se deben aplicar las disoluciones de los cloruros, emulsión asfáltica o lignosulfonato cuando el terreno está húmedo.

Se deben proteger las superficies de las estructuras y de los árboles para evitar las salpicaduras o daños durante la aplicación. Si es necesario se deben realizar varias aplicaciones con una tasa de aplicación reducida para evitar el escurrimiento de la solución. No se debe descargar estabilizador de polvo en los cauces.

### **306.04 Preparación y aplicación.**

Se debe preparar la subrasante mediante perfilado y conformación hasta dejar de 25 a 50 milímetros de material relativamente suelto sobre la superficie.

(a) Emulsión asfáltica. Cuando se utiliza una emulsión asfáltica de fraguado lento se debe diluir en agua hasta que la emulsión contenga de 20 a 30 por ciento de asfalto residual. El Contratante debe aprobar la proporción exacta. Se debe mezclar perfectamente la emulsión asfáltica con el agua adicionada. Se debe aplicar en conformidad con la Subsección 411.08 cuando la temperatura ambiente es igual o mayor a 4 °C.

(b) Sulfato de Lignina, cloruro de calcio o cloruro de magnesio. Se debe rociar con agua el material suelto de manera que quede visiblemente húmedo.

Cuando se utiliza sulfato de lignina, se debe diluir en agua hasta que la mezcla tenga una concentración mínima del 48 por ciento. Si se emplea una disolución de cloruro de calcio, se debe proporcionar una concentración mínima del 36 por ciento. Cuando se utilice una solución de cloruro de magnesio, se debe proveer una concentración mínima del 28 por ciento. Cuando se utilicen virutas de cloruro de calcio, se deben suministrar virutas con un porcentaje de pureza mínimo de 77 por ciento.

Se deben mezclar perfectamente los componentes. La aplicación se debe hacer cuando la temperatura ambiente es mayor o igual a 4 °C. Las soluciones se deben aplicar a razón de 1,4 a 2,7 litros por metro cuadrado, según se haya aprobado. Las virutas de cloruro se deben aplicar en una proporción de 0,5 a 1,1 kilogramos por metro cuadrado de acuerdo con lo aprobado.

Se debe colocar el estabilizador de polvo uniformemente en toda la capa, se debe humedecer según se requiera y compactar la superficie.

### **306.05 Mantenimiento y apertura al tráfico.**

No se debe permitir el paso del tráfico sobre la superficie tratada hasta que el estabilizador de polvo haya penetrado y se haya curado suficiente para evitar el levantamiento excesivo por el tráfico. Si se requiere permitir el tráfico antes de este tiempo, se debe aplicar un material de secado según sea necesario y aprobado por el Contratante.

### **306.06 Aceptación.**

El material estabilizador del polvo (emulsión asfáltica, sulfato de lignina, cloruro de calcio, virutas de cloruro de calcio y cloruro de magnesio) se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.03. Se debe entregar un certificado comercial para cada envío que incluya: la fecha, el número de identificación (camión o remolque), masa neta y marca. Para los estabilizadores de polvo líquidos que no son derivados del petróleo se debe presentar también el volumen neto y la gravedad específica a 15 °C, el porcentaje de sólidos por masa y el pH. Para los

estabilizadores de polvo sólidos se debe presentar también la concentración del producto.

Se evaluará la aplicación del estabilizador de polvo según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### **306.07 Medición.**

Se medirán los ítems de la Sección 306 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02.

#### **306.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 306 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.306.01</b> Aplicación de paliativo de polvo	Kilómetro (km)
<b>CR.306.02</b> Aplicación de paliativo de polvo	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.306.03</b> Emulsión asfáltica Grado ____	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.306.04</b> Sulfato de lignina	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.306.05</b> Cloruro de calcio	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.306.06</b> Cloruro de magnesio	Tonelada métrica (Tm)

### **Sección 307.) APILAMIENTO DE AGREGADOS**

#### **307.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la selección de los lugares para colocar los materiales y la limpieza y preparación de dichos lugares; la carga, transporte y descarga del agregado, y su distribución en capas para evitar la segregación y la protección adecuada para evitar su contaminación.

#### **307.02 Materiales.**

Agregados conforme a la Sección 703. Los agregados depositados y almacenados deben mantener todos los requisitos especificados para el tipo y características de los materiales por usar en general, evitando la segregación y contaminación, de acuerdo a estas especificaciones y Disposiciones Especiales.

#### **307.03 Requerimientos para la construcción.**

Sitio de Apilamiento. El Contratista debe seleccionar los lugares más adecuados según la posición más favorable para la ejecución de los trabajos, de conformidad con los planos y Especificaciones Especiales. La selección del sitio es responsabilidad absoluta del contratista y no se reconoce ningún pago por acarreo o sobreacarreo, ni compensación alguna si el material se pierde o se daña por cualquier causa. El sitio se preparará en conformidad con Subsecciones 107.02 y 107.04:

- (a) Limpiar y eliminar raíces de acuerdo a la Sección 201.
- (b) Nivelar el sitio para obtener una sección transversal que permita un buen drenaje.
- (c) Compactar el piso por lo menos con tres pasadas del equipo de compactación, conforme a la Subsección 204.11.
- (d) Colocar, compactar y mantener una capa de por lo menos 150 mm de piedra quebrada en el sitio de apilamiento y en los accesos, para estabilizar y evitar la contaminación del material del apilamiento.

El Contratista deberá aportar a la Administración una autorización escrita e incondicional del titular del inmueble que le permita a esta retirar cualquier sobrante de material.

**307.04 Apilamiento.**

Los apilamientos deben tener una forma geométrica regular, no permitiéndose alturas menores de 5 metros, ni mayores de 20 metros, con un talud de pendiente lateral no mayor de 1:1,5.

Para formar las pilas, los agregados se deben depositar en capas uniformes de alturas no mayores de 1 metro. Cada capa deberá ser completada antes de depositar la capa siguiente. La colocación se debe hacer por medio de vagonetas, volquetes, u otro sistema de transporte por volteo, equipado con llantas de hule. No se permiten bandas o correas transportadoras, ni maquinaria empujadora para apilar los agregados.

Las pilas se deben ubicar y formar de tal manera que no se produzca mezcla de agregados de diferente tipo o segregación de ellos, alejando lo más posible las pilas de los lugares de paso de vehículos, para evitar su contaminación con el polvo. Cuando los materiales tengan que estar depositados al aire libre, es obligación del Contratista cubrirlos, usando cubiertas de polietileno, lona u otro material adecuado. La cubierta debe colocarse directamente sobre los agregados, fijándola adecuadamente y cubriendo toda la superficie de las pilas, para asegurar la protección contra los elementos naturales.

**307.05 Aceptación.**

El agregado apilado se evaluará de acuerdo con la Sección identificada en la unidad de medida.

La graduación, índice de plasticidad y otras características deben evaluarse según indican las Subsecciones 107.02, 107.04 y 107.05.

**307.06 Medición.**

La medición se debe hacer en metros cúbicos de agregados apilados y almacenados en los lugares seleccionados. El volumen se determinará usando métodos analíticos por medición directa de las pilas formadas.

**307.07 Pago.**

Las cantidades medidas conforme a lo anterior, se pagarán de acuerdo a los precios de los renglones de pago estipulados en el contrato y podrán ajustarse como lo estipula la Subsección 107.05.

No se reconocerá ningún pago adicional por la adquisición o arrendamiento de terrenos, limpia, chapeo, y destronque, caminos de acceso, materiales aislantes del terreno, cubiertas de protección, cercas, vigilancia, acarreo, sobreacarreo y pérdida de materiales por erosión, robo o cualquier otra causa.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.307.01</b> Agregados apilados, Sección ____ graduación ____	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.307.02</b> Agregados apilados, Sección ____ graduación ____	Metro cúbico (m³)

**Sección 308.) AGREGADOS TRITURADOS**

**308.01 Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro y la colocación de material aprobado, sobre la subrasante preparada de acuerdo con lo especificado en la Sección 307 de las Especificaciones Generales, en una o varias capas y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y dimensiones indicadas en los planos o determinados por el Ingeniero. El trabajo se extenderá a las bermas según lo indiquen los planos del respectivo Proyecto.

### **308.02 Materiales**

Los materiales de sub-base incorporados en la obra deben ser pétreos o granulares y de características uniformes, libres de terrones de arcilla, material orgánico u otros elementos objetables.

### **308.03 Ganulometría**

a. Tamaño máximo 1 ½", tamiz #4 entre 30% y 70%, tamiz #200 entre 5% y 15% para bancos de explotación o fuentes de abastecimiento que utilicen bancos de explotación de montaña.

b. Tamaño máximo 3", tamiz #4 entre 30% y 70%, tamiz #200 entre 5% y 15% para bancos de explotación o fuentes de abastecimiento que utilicen bancos de explotación en lechos de ríos.

Los trabajos requeridos para obtener estas gradaciones podrá incluir la selección en la fuente de materiales, clasificación de tamaños o trituración y clasificación mediante el uso de equipos apropiados y de acuerdo con las características de la respectiva fuente.

En ambos casos deberá cumplirse con lo requerido por las especificaciones en lo relativo a pruebas de laboratorio.

#### **308.03.1 Límites de Consistencia.**

La fracción del material que pasa por el tamiz N° 4, no debe tener un índice de plasticidad mayor de 10, determinado de acuerdo con las Normas AASHO-T90 y un límite líquido no mayor de 30 de acuerdo con ASHTO-T89 y un CBR no menor de 20 (AASHTO-T193).

### **308.04 Explotación de Materiales y Elaboración de Agregados.**

Las fuentes de materiales así como los procedimientos y equipos usados para la explotación de estos y para la elaboración de los agregados requeridos deben ser aprobados por el Ingeniero, esta aprobación no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabora de tales fuentes ni lo exime de su responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación.

Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, eventual trituración o lavado y el sistema de almacenamiento deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con estos requisitos, el Ingeniero podrá exigir los cambios que considere necesarios. Todos los trabajos de clasificación de agregados y en especial la separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado se deben ejecutar en el sitio de explotación o elaboración y no será permitido efectuarlos en la vía.

### **308.05 Procedimiento de Construcción**

#### **308.05.1 Equipo**

Los equipos para la ejecución de los trabajos especificados comprenden: motoniveladora, carrotanque de agua, cilindro metálico, compactador de llanta o vibratorio y vehículos de transporte. Las respectivas capacidades de producción o elaboración, transporte, conformación y compactación deben permitir un progreso armónico de la construcción.

#### **308.05.2 Preparación de la Subrasante**

El Ingeniero autorizará la colocación de material de sub-base solamente cuando la subrasante haya sido satisfactoriamente terminada de acuerdo con lo especificado en la Sección 307 de las especificaciones generales inclusive la construcción de las cunetas, desagües y filtros necesarios para el drenaje de la calzada.



**308.05.3 Colocación y Compactación**

El material de sub-base se colocará y extenderá en capas de diez (10) a quince (15) centímetros de espesor, medido después de la compactación. El material se mojará, si esto fuere necesario, hasta obtener un contenido de humedad adecuado y se compactará a un mínimo del 100% de la densidad máxima determinada según la Especificación T-180 de la AASHTO método D (Proctor Modificado).

**308.05.5 Tolerancias**

Las tolerancias admisibles para la aceptación de la sub-base serán las siguientes: La distancia entre el eje del Proyecto y el borde de la calzada o berma no será menor que la distancia señalada en los planos o determinada por el Ingeniero. La cota de cualquier punto de la sub-base conformada y compactada, no deberá variar en más de dos (2) centímetros de la cota proyectada.

El espesor, verificado por medio de perforaciones en la sub-base terminada no deberá ser menor del noventa por ciento (90%) del espesor de diseño; sin embargo, la máxima deficiencia admisible para el espesor será dos (2) centímetros.

**308.06 Medición**

La medida de la sub-base será el número de metros cúbicos de material compactado aproximado al metro cúbico completo, colocado y terminado de acuerdo con esta especificación o las dimensiones y cotas señaladas en los planos u ordenadas por el Ingeniero. No se medirán cantidades en exceso de las especificadas, especialmente cuando tales excesos se deban a sobre excavación de la subrasante por parte del Contratista.

**308.07 Base para el Pago**

El pago se hará por metro cúbico de sub-base compactada al respectivo precio unitario del Contrato y para toda obra aceptada a satisfacción del Ingeniero.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición o explotación, selección, clasificación, trituración eventual, cargue, transporte, descargue, colocación, nivelación, humedecimiento y compactación de los materiales utilizados; los costos de adquisición, obtención de derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales o canteras; la preparación de las zonas por explotar, las instalaciones provisionales, los costos del arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales y en general todo costo relacionado con la correcta construcción de la sub-base.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.308.01</b> Compactación de la mezcla	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.308.02</b> Compactación de la mezcla	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.308.03</b> Compactación de la mezcla	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.308.04</b> Relleno de la calzada	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.308.05</b> Relleno de la calzada	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.308.06</b> Relleno de la calzada	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

Tabla 308-1  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
Agregado triturado	Medición y ensayo para aceptación (107.04)	Humedad - densidad	---	AASHTO T 180, método D <sup>(1)</sup>	1 por cada agregado suplido	Material procesado o en la fuente de apilamiento	---	Antes de utilizarlo en el trabajo
		Compactación	---	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 500 Tm	En el sitio	---	Antes de colocar la siguiente capa

(1) Mínimo 5 puntos por proctor

## Sección 309.) BASE TRATADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

### 309.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de una base tratada con emulsión asfáltica sobre una superficie preparada y procesada de acuerdo con estas especificaciones.

Se establece la graduación de los agregados de la base como se muestra en la Tabla 703-6.

### 309.02 Materiales.

Deben estar conformes a las siguientes Subsecciones:

Agregados para la capa de base	703.05
Emulsión asfáltica	702.03
Agua	725.01

### Requerimientos para la construcción

### 309.03 General.

Se debe preparar la superficie sobre la que se colocará la base de agregados tratados de acuerdo con las Secciones 204 ó 303, según corresponda.

Después de que se ha producido una cantidad representativa de agregados, se deben presentar al Contratante los rangos de granulometría requeridos para los tamaños de malla apropiados, presentados en la Tabla 703-6, junto con una muestra representativa de 150 kilogramos, por lo menos 14 días antes de utilizar el agregado en el trabajo.

### 309.04 Mezcla y tendido.

Se debe utilizar una planta estacionaria de mezcla con equipo de pesaje, o medición volumétrica u otro equipo de medición capaz de controlar de manera precisa el material que ingresa en la mezcladora. Se deben vincular los controles de entrada de los agregados con los controles de ingreso de la emulsión asfáltica y el agua para asegurar una introducción uniforme del material dentro de la mezcladora. Se debe determinar el contenido óptimo de humedad de la mezcla según la norma AASHTO T 180, método D.

Se deben introducir los agregados y el agua al mezclador antes que la emulsión asfáltica. Se debe adicionar un 1 % de emulsión asfáltica por masa del agregado. Se debe ajustar el contenido total de líquidos (emulsión asfáltica y agua) de forma que en el momento de la compactación el contenido total de líquido no varíe en más de un 2 por ciento del contenido óptimo de humedad. Se debe mezclar hasta que todas las partículas estén recubiertas uniformemente.

Inmediatamente después de mezclar, se debe extender la mezcla sobre la superficie preparada en una capa uniforme. Se debe ajustar la mezcla al alineamiento, a la pendiente y a la sección transversal requerida. Se debe conducir el equipo de acarreo de manera uniforme sobre todo el ancho de la superficie para minimizar la formación de surcos, grietas o de una compactación irregular.

### 309.05 Compactación.

Se debe determinar la densidad máxima de acuerdo con la norma AASHTO T 180, método D.

Se debe compactar todo el ancho. La compactación se debe comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, de forma paralela a la línea centro de la carretera. A lo largo de los bordillos, cabezales, muros y demás zonas que no son accesibles con el compactado de rodillo, se debe compactar el material con máquinas apisonadoras o compactadores aprobados.

Se debe compactar cada capa hasta obtener una densidad igual o mayor al 95 % de la densidad

máxima. Se debe determinar la densidad en campo y el contenido de humedad según la norma AASHTO T 310 u otros procedimientos de ensayo aprobados.

#### **309.06 Tolerancia superficial.**

El acabado de la superficie debe quedar de acuerdo a la Subsección 301.06.

#### **309.07 Mantenimiento.**

Se debe mantener el alineamiento correcto de la capa de agregados, la pendiente y la sección transversal nivelando, agregando agua, compactando con rodillo o cualquier combinación de lo anterior, hasta que se coloque la siguiente capa. Se deben corregir los defectos de acuerdo con la Subsección 301.06.

#### **309.08 Aceptación.**

Los requerimientos de pruebas y muestreo mínimo, para evaluar las características de calidad se muestran en la Tabla 309-1.

Se evaluará la emulsión asfáltica de acuerdo con las Subsecciones 107.03 y 702.09.

La graduación de los agregados se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.05. Los límites de especificación superior e inferior de la graduación de los agregados, corresponden a los valores límites de aceptación, más o menos las tolerancias permisibles mostradas en la Tabla 703-6. Ver la Tabla 309-1 para las categorías de las características de calidad de aceptación. Las demás propiedades de calidad de los agregados se evaluarán de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Se evaluará la construcción de la base de agregados tratados con emulsión asfáltica de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04 por parte del Contratante.

La preparación de la superficie sobre la cual se coloca la base de agregados tratados se evaluará visualmente y de acuerdo con la Sección 204 ó 303, según corresponda por parte del Contratante.

#### **309.09 Medición.**

Se deben medir los ítems de la sección 309 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable. Se debe medir los agregados tratados con emulsión asfáltica por metro cúbico en el camión de acarreo.

Se debe medir el ancho de la superficie de forma horizontal para incluir el ancho de la superficie de agregado, incluyendo las ampliaciones consideradas en el diseño. Se debe medir la longitud de la superficie a lo largo de la línea centro de la carretera.

#### **309.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 309 listados en el cartel de licitación, a excepción de la base de agregados estabilizados con emulsión asfáltica, cuyo precio se ajustará de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.309.01</b> Base de agregados tratados con emulsión asfáltica, graduación ____	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.309.02</b> Base de agregados tratados con emulsión asfáltica, graduación ____, ____ mm de espesor	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.309.03</b> Base de agregados tratados con emulsión asfáltica, graduación ____	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.309.04</b> Emulsion asfáltica, grado ____	Tonelada métrica (Tm)

Tabla 309-1  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Características	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de ensayos	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
Calidad del agregado	Medición y Ensayo de aprobación (107.04)	Abrasión LA (grueso)	---	AASHTO T 96	1 por cada fuente	Fuente del material	Si, cuando se solicite	Antes de utilizarlo en el trabajo
		Índice de durabilidad (grueso y fino)	---	AASHTO T 210	"	"	"	"
		Sanidad en sulfato de sodio	---	AASHTO T 104	"	"	"	"
Base tratada con emulsión asfáltica graduaciones C, D & E	Estadística (107.05)	Graduación		AASHTO T 30	1 por 1000 Tm	En el sitio	Si, cuando se solicite	4 horas
		9,5 mm	I	"				
		4,75 mm	I	"				
		425 µm	II	"				
		75 µm	---	"	"	"	"	"
Base tratada con emulsión asfáltica graduación C, D y E	Medición y Ensayo de aprobación (107.4)	Caras fracturadas	I	ASTM D 5621	"	"	"	"
		Equivalente de arena	---	AASHTO T 176, Método alterno N° 2, método de ref.	"	De la banda transportadora antes de agregar la emulsión asfáltica	"	---
		Índice SE/P <sub>75</sub>	I	Nota 1	"	En el sitio	---	Antes de colocar la siguiente capa
Base tratada con emulsión asfáltica graduación C, D y E	Medición y Ensayo de aprobación (107.4)	Compactación	---	AASHTO T 310 u otros procedimientos aprobados	1 por 500 Tm pero no menos de 1 por capa		---	---

Nota 1: El índice SE/P<sub>75</sub> (SEP) es una medida del desempeño del material basada en la calidad y cantidad de los finos presentes. La calidad está representada por la arena equivalente (SE) y la cantidad por el porcentaje pasando la malla de 75 µm (P<sub>75</sub>). SEP se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Para SE} \geq 29, \text{ SEP} = \text{SE}/(P_{75} + 25) \text{ y para SEP} = (\text{SE} + 4)/(P_{75} + P_{75})$$

Donde: SE = Finos plásticos en los agregados graduados y suelos utilizando la prueba de equivalente en arena AASHTO T 176, método alterno No. 2, método recomendado

P<sub>75</sub> = Material más fino que la malla 75-µm en los agregados minerales por lavado AASHTO T 11.

## **Sección 310.) REDUCCIÓN A ESCOMBROS DE PAVIMENTOS Y BASES DE CONCRETO**

### **310.01 Generalidades.**

#### (a) Escombrado

Es el proceso de fracturar los pavimentos de concreto de cemento Pórtland en piezas pequeñas. Las cuales serán de una granulometría fina, como de una arena en la parte superior de la losa, y en la base de ésta de 150mm como máximo. El acero de refuerzo, si existe, deberá ser separado de todas las piezas del pavimento fragmentado. Las piezas fracturadas deberán presentar entre ellas una adecuada trabazón.

#### (b) Ámbito de aplicación

Esta especificación cubre los requerimientos para la reducción a escombros en sitio de un pavimento de hormigón de concreto de cemento Pórtland, o de una base de este material, así como la compactación de dicho escombro.

### **310.02 Materiales.**

Conforme con las Subsecciones siguientes:

Eliminación de estructuras, servicios y obstáculos	203
Agregados para base granular	703.05
Agua	725.01

### **310.03 Definiciones.**

Para efectos de esta especificación, se aplicarán las siguientes definiciones:

-Base de concreto: se refiere a una estructura rígida de pavimento con una capa de concreto asfáltico en la superficie de rodamiento y puede incluir los espaldones.

-Pavimento de concreto: se refiere a una estructura rígida de pavimento con una superficie de concreto que puede incluir los espaldones.

-Reducción a escombros (Rubblizing): se refiere a la técnica de fracturar losas de hormigón simple o armado, con o sin dovelas, produciéndose en sitio un material granular para su uso como base o subbase.

### **310.04 Equipo.**

El equipo de reducción a escombros (escombrado o rubblizing) estará constituido por una unidad autosuficiente, autopropulsada, capaz de producir golpes de alta frecuencia y baja amplitud, con un mínimo de energía de impacto de 8 000 Newtons, a una velocidad no menor de 44 impactos por segundo. El equipo será capaz de reducir a escombros en el sitio un pavimento rígido o una base de hormigón.

El compactador será autopropulsado, vibratorio, de un solo tambor de acero liso, con un peso mínimo de 9,2 Toneladas.

El equipo deberá aplicar agua para la supresión del polvo, cuando sea requerido.

## **Requerimientos de construcción**

### **310.05 Limitaciones operacionales.**

(a) Todos los sistemas de drenaje del pavimento, sean nuevos o existentes, deberán estar completamente operativos durante las dos semanas previas a la aplicación de esta técnica.

(b) Antes de la reducción a escombros del pavimento, deberá proveerse suficiente apoyo lateral contra la losa de concreto existente, ya sea por el actual o el nuevo espaldón granular, o por la base.

(c) Todos los materiales bituminosos superpuestos serán removidos antes de realizar el procedimiento.

(d) Sólo se permitirá el tráfico del equipo de construcción en la superficie escombrada. El tráfico del equipo de construcción se limitará al máximo en esta superficie y se velará por mantener siempre la condición de compactación, previo a la colocación de la sobrecapa especificada en los términos contractuales.

(e) La operación de reducción a escombros no deberá dañar accesorios ni otros elementos expuestos en la carretera.

(f) Deberá realizarse un corte con sierra, a profundidad total, a lo largo de las juntas existentes en el pavimento, en todas las rampas y límites principales, en donde la reducción a escombros colinde con el pavimento de hormigón que ha de permanecer en su lugar. Todas las dovelas entre el área reducida a escombros y el pavimento de concreto a permanecer en el lugar, deberán ser cortadas y removidas.

#### ***310.06 Requisitos granulométricos para la reducción a escombros de pavimentos de concreto.***

La reducción a escombros de pavimentos de concreto deberá cumplir los siguientes requisitos granulométricos:

(a) Las partículas no podrán exceder de 150 mm en su dimensión mayor.

(b) Un máximo del 10 % (en masa) deberán pasar el tamiz de 75  $\mu$ m.

Cualquier pieza fracturada de hormigón de más de 150 mm, se suprimirá o reducirá a un tamaño aceptable. El vacío resultante se sustituirá con material granular y compactado, según la Sección 302.

#### ***310.07 Sección de prueba.***

La propuesta de operación de la reducción a escombros debe ser demostrada por el contratista en un tramo de prueba de 100 m, al ancho total de la sección. La ubicación de la sección de prueba estará sujeta a la aprobación del Ingeniero de Proyecto.

El producto resultante del escombrado deberá cumplir con los requisitos especificados. En caso de que el producto no se ajuste a la especificación, deberán introducirse los reajustes adecuados a la operación para garantizar la conformidad con el pliego de condiciones y se llevará a cabo una o más pruebas adicionales en la sección hasta que se cumplan las especificaciones.

#### ***310.08 Compactación y prueba del rodillo.***

Los escombros de concreto serán compactados con un mínimo de cuatro pasadas del rodillo vibratorio, autopropulsado, de un solo tambor de acero liso. El rodillo se pondrá en funcionamiento a una velocidad no superior a 5km/h. En caso de que las desviaciones y los movimientos de la superficie escombrada sean evidentes, las medidas correctivas se tomarán siguiendo las directrices del Ingeniero.

#### ***310.09 Muestreo.***

Se tomará un mínimo de una muestra por cada día de producción, de forma aleatoria y por parte del Contratista, en los lugares determinados por el Ingeniero. El tamaño de la muestra será de un mínimo de un metro cuadrado, en toda la profundidad del área escombrada. La frecuencia de muestreo podrá reducirse a discreción del Ingeniero de Proyecto. El material removido del escombrado será inspeccionado visualmente por el Ingeniero, para verificar la conformidad con las normas contractuales.

Después de la toma de muestras, la zona de muestreo será rellenada y compactada con un material granular.

### **310.10 Acero embebido.**

Todo el acero de refuerzo, incrustado en las piezas de concreto del escombro, se dejará en su lugar. En donde el refuerzo esté presente, la conexión entre el hormigón y el refuerzo será interrumpida. Todo el acero expuesto, o que sobresalga por encima de la superficie, se cortará a ras con la superficie y será retirado del sitio.

### **310.11 Eliminación de material excedente.**

La eliminación de material excedente se efectuará de acuerdo a la Sección 203.

### **310.12 Medida.**

(a) Medición en el sitio

La medición del área del pavimento o base de concreto reducida a escombros será realizada en metros cuadrados.

(b) Cantidad de pago según planos

Cuando la medición es con base en la cantidad mostrada en planos, ésta se basará en las unidades indicadas en la cláusula contractual correspondiente.

### **310.13 Pago.**

Escombrado en Pavimentos de Concreto - Item

Escombrado en Bases de Concreto - Item

El pago a los precios consignados en la oferta, serán la compensación total por todo el personal, equipo y materiales suministrados para la realización el trabajo.

La remoción de asfalto, si la hay, se abonará en un renglón de pago aparte.

## **SECCION 311.) CAPAS GRANULARES DE RODADURA**

### **311.01 Descripción del Trabajo a Ejecutar.**

La actividad de "lastrado" consiste en la reposición como superficie de rodadura del material perdido por desgaste, erosión etc., por un determinado volumen de material de préstamo aprobado, colocado en espesores de capa definidos por el Ingeniero, para recuperar el nivel de rasante y la sección transversal original de la carretera; esta actividad incluye la adquisición, corte, carga, acarreo, escarificación, colocación, conformación, afinamiento y compactación del material de acuerdo a la sección típica definida y a estas especificaciones.

### **311.02 Materiales Necesarios para Realizar la Obra.**

Los materiales incorporados en la obra consisten básicamente en agua y materiales pétreos o granulares, de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos indeseables, obtenidos en bancos de por el Ingeniero previo a la ejecución de los ensayos que sustenten el cumplimiento de las especificaciones de calidad aquí definidas.

El material selecto a utilizar deberá reunir las siguientes especificaciones de calidad; Granulometría  
Tamaño máximo 7 cm.

<b>Tamiz (mm)</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>
Nº 4	30 - 70
Nº 200	10 - 15



**Límites de Consistencia.**

La fracción del material que pasa por el tamiz No. 40, debe tener un índice de Plasticidad entre 6 y 12, determinado de acuerdo con las Normas AASTHO T-90 y un límite Líquido menor que 35, de acuerdo con AASTHO T-89 y un C.B.R.. mayor que 20 (AASTHO T-193); además el material deberá tener un peso unitario volumétrico mayor de 1,200 kg./m<sup>3</sup>.

**Prueba de Desgaste:**

El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la prueba de Los Ángeles, deberá presentar un desgaste menor del 50% (AASTHO T-96).

La explotación de los Bancos de Préstamo para la obtención del material deberá hacerse de fuentes aprobados por la Supervisión. La aprobación de la explotación de un banco de préstamo podría ser suspendida si durante esta surgiese un material de características distintas al originalmente aprobado. Los procedimientos, equipos de explotación y el sistema de almacenamiento; deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con éstos requisitos, el Ingeniero podrá exigir los cambios que considere necesarios. La separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado, se debe efectuar preferentemente en el sitio de explotación. Cuando el material de un Banco de Préstamo no reúna el total de las características especificadas, el Ingeniero podrá autorizar la combinación de 2 o más bancos para lograr las mismas.

Previo a la explotación de la fuente de suministro, el Contratista deberá limpiar el Banco de Préstamo y después de su explotación, deberá garantizar el buen drenaje del área explotada, evitando el estancamiento del agua en el sitio del Banco. Los materiales que no sean utilizados, tales como materia vegetal o desperdicios de la clasificación, deberán ser acumulados en sitios apropiados, en los cuales no queden expuestos al transporte y posterior asentamiento en zonas que puedan provocar problemas de drenaje o de cualquier otra naturaleza al camino.

**311.03 Procedimiento de Ejecución del Trabajo.**

Durante la ejecución de esta actividad, el Contratista deberá proveer la señalización del tipo preventivo y regulatoria necesaria para brindar seguridad a los usuarios. La cantidad de señales estarán en función de los frentes de trabajo desplegados diariamente a lo largo de la vía y las características de las mismas deberán corresponder a las indicadas en las especificaciones de señalamiento correspondientes, cualquier accidente ocurrido en la vía o problema derivado de la falta o insuficiencia del señalamiento será responsabilidad exclusiva del Contratista.

El trabajo deberá iniciarse con la conformación de las cunetas, labor en la cual se les deberá proporcionarla sección y forma original, continuando con la escarificación, humedecimiento, conformación y compactación de la superficie sobre la cual se colocará el espesor de material selecto, en aquellos tramos en donde por la condición de dureza del terreno no permita escarificar previamente la subrasante, se deberá incorporar sobre ellas el material de lastre en los espesores ordenados por el Ingeniero. Este trabajo deberá ejecutarse en todo el ancho de la sección indicada en los planos o el señalado por el Ingeniero y en general deberá seguirse todos los lineamientos señalados para el procedimiento de ejecución del trabajo de la actividad.

**311.04 Conformación de Superficies no Pavimentadas.**

El material selecto a utilizar deberá ser colocado esparciéndolo sobre la superficie previamente acondicionada, en el caso de que sea necesario la mezcla de dos o mas materiales provenientes de diferentes bancos se procederá con las motoniveladoras a formar camellones de material de lastre a lo largo del tramo debiendo mezclar los materiales pasándolos de un lado a otro de la superficie de rodadura del camino, hasta que el material mezclado sea homogéneo.

Este material será extendido mediante el uso de motoniveladoras u otros equipos, capaces de esparcir el material de acuerdo a los requerimientos de pendiente y coronamiento, con los espesores y anchos especificados eliminando en este momento todas las partículas de tamaño mayor al especificado y sin permitir la segregación del mismo, durante este proceso se deberá humedecer el material hasta proporcionarle la humedad óptima de compactación.

La compactación deberá ser realizada utilizando el equipo que proporcione la energía de compactación necesaria que asegure la obtención del cien por ciento (100 %) de la densidad medida mediante el ensayo AASHTO T-180 (Proctor Modificado).

La compactación deberá comenzar en los bordes, avanzando hacia el centro de la carretera y deberá continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con la densidad señalada anteriormente.

Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, se deberá mantener la superficie de la carretera libre de estancamiento de agua. Cuando por razones imputables al Contratista, se le causen deformaciones indebidas a la superficie de rodadura, esta se deberá reparar de manera satisfactoria por cuenta del Contratista.

Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se deberán hacer sin causar daño a los muros de los cabezales de entrada o de salida así como a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura, de producirse algún daño a estos elementos su reparación será ejecutada por cuenta del Contratista.

#### ***311.05 Medición de Obra y Forma de Pago.***

Esta actividad se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de material selecto colocado en la obra después de su compactación y se calculará multiplicando la longitud construida por el área de la sección del material colocada. Este material será pagado al precio Unitario de Contrato por metro cúbico de material colocado y compactado, pago que constituirá plena compensación por la preparación de la superficie a tratar, adquirir, cortar, cargar, transportar, colocar, mezclar, humedecer, conformar, afinar y compactar el material selecto y por toda la mano de obra, equipo, herramientas señalamiento y demás imprevistos necesarios para completar éste concepto, tal como se especifica en ésta especificación. No se reconocerá pago alguno por la obtención de los derechos de explotación, limpieza, chapeo y destronque de los Bancos de Préstamo de donde se obtenga el material, así como por la construcción y/o mejoramiento de los caminos de acceso a dichos bancos.

### **SECCION 312.) LASTRADO**

#### ***312.01 Descripción del Trabajo a Ejecutar.***

La actividad de "lastrado" consiste en la reposición como superficie de rodadura del material perdido por desgaste, erosión etc., por un determinado volumen de material de préstamo aprobado, colocado en espesores de capa definidos por el Ingeniero, para recuperar el nivel de rasante y la sección transversal original de la carretera; esta actividad incluye la adquisición, corte, carga, acarreo, escarificación, colocación, conformación, afinamiento y compactación del material de acuerdo a la sección típica definida y a estas especificaciones.

#### ***312.02 Materiales Necesarios para Realizar la Obra.***

Los materiales incorporados en la obra consisten básicamente en arena y materiales pétreos o granulares, de características uniformes, libres de terrones de arcilla, materia orgánica u otros elementos indeseables, obtenidos en bancos de por el Ingeniero previo a la ejecución de los ensayos que sustenten el cumplimiento de las especificaciones de calidad aquí definidas.

El material selecto a utilizar deberá reunir las siguientes especificaciones de calidad; Granulometría Tamaño máximo 7 cm.

Tamiz (mm)	Porcentaje que pasa
Nº 4	30 - 70
Nº 200	10 - 15

**Límites de Consistencia.**

La fracción del material que pasa por el tamiz No. 40, debe tener un índice de Plasticidad entre 6 y 12, determinado de acuerdo con las Normas AASTHO T-90 y un límite Líquido menor que 35, de acuerdo con AASTHO T-89 y un C.B.R. mayor que 20 (AASTHO T-193); además el material deberá tener un peso unitario volumétrico mayor de 1,200 kg/m<sup>3</sup>.

**Prueba de Desgaste.**

El material al ser sometido al ensayo de abrasión en la prueba de Los Ángeles, deberá presentar un desgaste menor del 50% (AASTHO T-96).

La explotación de los Bancos de Préstamo para la obtención del material deberá hacerse de fuentes aprobados por la Supervisión. La aprobación de la explotación de un banco de préstamo podría ser suspendida si durante esta surgiese un material de características distintas al originalmente aprobado. Los procedimientos, equipos de explotación y el sistema de almacenamiento; deben permitir el suministro de un producto de características uniformes. Si el Contratista no cumple con éstos requisitos, el Ingeniero podrá exigir los cambios que considere necesarios. La separación de partículas de tamaño mayor que el máximo especificado, se debe efectuar preferentemente en el sitio de explotación. Cuando el material de un Banco de Préstamo no reúna el total de las características especificadas, el Ingeniero podrá autorizar la combinación de 2 o más bancos para lograr las mismas.

Previo a la explotación de la fuente de suministro, el Contratista deberá limpiar el Banco de Préstamo y después de su explotación, deberá garantizar el buen drenaje del área explotada, evitando el estancamiento del agua en el sitio del Banco. Los materiales que no sean utilizados, tales como materia vegetal o desperdicios de la clasificación, deberán ser acumulados en sitios apropiados, en los cuales no queden expuestos al transporte y posterior asentamiento en zonas que puedan provocar problemas de drenaje o de cualquier otra naturaleza al camino.

**312.03 Procedimiento de Ejecución del Trabajo.**

Durante la ejecución de esta actividad, el Contratista deberá proveer la señalización del tipo preventivo y regulatoria necesaria para brindar seguridad a los usuarios. La cantidad de señales estarán en función de los frentes de trabajo desplegados diariamente a lo largo de la vía y las características de las mismas deberán corresponder a las indicadas en las especificaciones de señalamiento correspondientes, cualquier accidente ocurrido en la vía o problema derivado de la falta o insuficiencia del señalamiento será responsabilidad exclusiva del Contratista.

El trabajo deberá iniciarse con la conformación de las cunetas, labor en la cual se les deberá proporcionar la sección y forma original, continuando con la escarificación, humedecimiento, conformación y compactación de la superficie sobre la cual se colocará el espesor de material selecto, en aquellos tramos en donde por la condición de dureza del terreno no permita escarificar previamente la subrasante, se deberá incorporar sobre ellas el material de lastre en los espesores ordenados por el Ingeniero. Este trabajo deberá ejecutarse en todo el ancho de la sección indicada en los planos o el señalado por el Ingeniero y en general deberá seguirse todos los lineamientos señalados para el procedimiento de ejecución del trabajo de la actividad.

### ***312.04 Conformación de Superficies no Pavimentadas.***

El material selecto a utilizar deberá ser colocado esparciéndolo sobre la superficie previamente acondicionada, en el caso de que sea necesario la mezcla de dos o mas materiales provenientes de diferentes bancos se procederá con las motoniveladoras a formar camellones de material de lastre a lo largo del tramo debiendo mezclar los materiales pasándolos de un lado a otro de la superficie de rodadura del camino, hasta que el material mezclado sea homogéneo.

Este material será extendido mediante el uso de motoniveladoras u otros equipos, capaces de esparcir el material de acuerdo a los requerimientos de pendiente y coronamiento, con los espesores y anchos especificados eliminando en este momento todas las partículas de tamaño mayor al especificado y sin permitir la segregación del mismo, durante este proceso se deberá humedecer el material hasta proporcionarle la humedad óptima de compactación.

La compactación deberá ser realizada utilizando el equipo que proporcione la energía de compactación necesaria que asegure la obtención del cien por ciento (100 %) de la densidad medida mediante el ensayo AASHTO T-180 (Proctor Modificado).

La compactación deberá comenzar en los bordes, avanzando hacia el centro de la carretera y deberá continuar hasta que toda la capa quede compactada en todo su ancho y espesor, con la densidad señalada anteriormente.

Durante el proceso y hasta completar la superficie de rodadura, se deberá mantener la superficie de la carretera libre de estancamiento de agua. Cuando por razones imputables al Contratista, se le causen deformaciones indebidas a la superficie de rodadura, esta se deberá reparar de manera satisfactoria por cuenta del Contratista.

Las labores involucradas en la ejecución de esta actividad se deberán hacer sin causar daño a los muros de los cabezales de entrada o de salida así como a la tubería de la alcantarilla o cualquier elemento presente y de carácter necesario para el adecuado funcionamiento de la estructura, de producirse algún daño a estos elementos su reparación será ejecutada por cuenta del Contratista.

### ***312.05 Medición de Obra y Forma de Pago.***

Esta actividad se medirá en metros cúbicos (m<sup>3</sup>) de material selecto colocado en la obra después de su compactación y se calculará multiplicando la longitud construida por el área de la sección del material colocada.

Este material será pagado al precio Unitario de Contrato por metro cúbico de material colocado y compactado, pago que constituirá plena compensación por la preparación de la superficie a tratar, adquirir, cortar, cargar, transportar, colocar, mezclar, humedecer, conformar, afinar y compactar el material selecto y por toda la mano de obra, equipo, herramientas señalamiento y demás imprevistos necesarios para completar éste concepto, tal como se especifica en ésta especificación. No se reconocerá pago alguno por la obtención de los derechos de explotación, limpieza, chapeo y destronque de los Bancos de Préstamo de donde se obtenga el material, así como por la construcción y/o mejoramiento de los caminos de acceso a dichos bancos.

# Pavimentos asfálticos y tratamientos superficiales

# División 400

## **Sección 401.) MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE TIPO SUPERPAVE PROCESADA EN PLANTA CENTRAL PARA SUPERFICIE DE RUEDO**

### *401.01 Descripción.*

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de mezcla de concreto asfáltico en caliente tipo Superpave procesada en planta central.

El tamaño máximo nominal de la mezcla de concreto asfáltico en caliente tipo Superpave está detallado en las Tablas 401-1 y 703-16. La determinación de los ejes equivalentes simples (ESAL) y el número de giros de compactador giratorio requeridos para la condición de diseño (NDiseño) serán determinados de acuerdo con las Tablas 401-1, 703-10, y 703-11. El tipo de regularidad del pavimento está designado de acuerdo con la Subsección 401.16. El cemento asfáltico es designado de acuerdo con lo establecido en la norma AASHTO M 320.

Los aditivos antidesnudantes o mejoradores de adherencia están definidos de acuerdo con lo establecido en la Subsección 702.09. Si no hay un tipo de aditivo antidesnudante o mejorador de adherencia especificado, se debe usar el tipo de aditivo 2 (cal hidratada).

### *401.02 Materiales.*

De acuerdo con las siguientes Subsecciones

Agregado	703.17
Aditivos mejoradores de adherencia	702.09
Cemento asfáltico	702.01
Relleno mineral	725.05
Mezcla asfáltica reciclada	703.19
Agente de reciclado	702.07

## Requerimientos para la Construcción.

### **401.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño).**

En los proyectos en que su uso sea requerido, se deben emplear agregados, cemento asfáltico, pavimento asfáltico reciclado, y aditivos que cumplan con las especificaciones aplicables de calidad de cada material respectivo y los parámetros de diseño que se indican en la Tabla 401-1.

Los especímenes compactados con el compactador giratorio Superpave deberán ser sometidos a un esfuerzo de compactación de acuerdo con lo especificado en la Tabla 401-1 para los ejes equivalentes de diseño especificados o el N de Diseño.

La granulometría combinada de los agregados es clasificada como de graduación gruesa cuando la curva granulométrica pasa por debajo de los puntos de control indicados en la Tabla 703-18. Todas las otras granulometrías son clasificadas como de graduación fina.

(a) Uso de pavimentos asfálticos reciclados. No se deben usar pavimentos asfálticos reciclados en la capa de ruedo superior.

Solo se permitirá usar como máximo un 15 % por peso de pavimento asfáltico reciclado en la mezcla asfáltica en el caso en que no se quiera ajustar el grado del cemento asfáltico virgen empleado. Para mezclas en donde se añada más del 15 % y hasta un 25 % de material reciclado por peso de mezcla, se deberá determinar el grado apropiado del cemento asfáltico virgen, mediante cartillas de mezcla de ligantes (blending charts) o reduciendo en un grado el valor superior del tipo de cemento asfáltico especificado de acuerdo con la metodología de grado de desempeño. Si el Contratante lo autoriza explícitamente es posible usar un gráfico de mezcla de ligantes de acuerdo con el agente de reciclado especificado en lugar de los "blending charts". No se deberá usar en ningún caso más del 25 % de material reciclado por peso de mezcla.

Para el diseño de mezcla, se deberá usar la gravedad específica del cemento asfáltico virgen como la gravedad específica del asfalto en la mezcla asfáltica reciclada. Para el proceso de cálculo, la gravedad específica efectiva del agregado del material reciclado, deberá usarse como la gravedad específica bruta del agregado en la mezcla reciclada. Si el material reciclado tiene materiales altamente absorbentes (> 2 %), la cantidad de asfalto absorbida debe ser determinada de acuerdo con los registros históricos, y así, retro-calcular la gravedad específica bruta del agregado.

(b) Presentación del Informe de Diseño de mezcla. La fórmula de trabajo deberá ser presentada para su aprobación al menos 28 días antes del inicio del proceso de producción. Dicho informe debe indicar la ubicación de cada una de las plantas asfálticas que serán usadas y una fórmula de trabajo específica para cada planta. Para certificar la fórmula de trabajo se debe incluir un formulario firmado por el laboratorio de ensayo correspondiente que indique que se está cumpliendo con todos los requerimientos del contrato y que la mezcla puede ser compactada en campo durante la construcción de modo que se cumplan los requisitos del contrato. Para cada fórmula de trabajo, se debe suministrar la siguiente información:

a. Agregado y Relleno Mineral

i. Valores de diseño:

1. Valor de diseño para el porcentaje pasando cada tamiz de agregado.
2. Los porcentajes de cada apilamiento que se utilizarán según su granulometría deben ser determinados con base en el tamaño nominal máximo de agregado según lo mostrado en la Tabla 703-16.

ii. Fuente y porcentaje de cada apilamiento de agregado por ser usado en el diseño.

iii. Granulometría promedio para cada apilamiento de agregado.

iv. Se debe suministrar al Contratante muestras representativas de cada apilamiento de agregado. Las muestras deben ser tomadas al mismo tiempo que las que va a usar el contratista en su laboratorio de control de calidad, de la forma siguiente:

375 kilogramos de cada agregado de acuerdo con el porcentaje de cada apilamiento usado en el diseño de mezcla.

10 kilogramos de agregado fino, tomado de la casa de finos.

10 kilogramos de relleno mineral si va a ser utilizado en la mezcla.

v.El Contratista también debe presentar resultados de los ensayos de control de calidad de todas las fuentes seleccionadas. Dichos ensayos deben incluir: equivalente de arena, caras fracturadas, abrasión en la máquina de Los Ángeles, sanidad en sulfato de sodio, durabilidad del agregado grueso, y durabilidad del agregado fino.

b. Cemento asfáltico

i.Contenido óptimo de cemento asfáltico.

ii.Se deben suministrar al Contratante cinco galones del cemento asfáltico usado en la mezcla. Dicha muestra no debe contener aditivos antidesnudantes si estos son incluidos en el diseño.

iii.Resultados recientes de control de calidad del productor del ligante incluyendo la curva viscosidad-temperatura.

iv.Hojas de seguridad del material.

v.Rangos de las temperaturas de mezclado y compactación del asfalto

c. Aditivos antidesnudantes (si son parte de la fórmula de trabajo)

i.0,5 litros de aditivo antidesnudante o 5 kilogramos de cemento, cenizas volantes o cal deben ser suministrados al Contratante.

ii.Nombre del producto

iii.Productor del aditivo

iv.Hoja de seguridad del material, y

v.Detalles de la forma de aplicación

d. Mezcla Asfáltica Reciclada (si es parte de la fórmula de trabajo)

i.Fuente y porcentaje de mezcla asfáltica reciclada empleada

ii.Granulometría promedio de la mezcla asfáltica reciclada

iii.Porcentaje de asfalto en la mezcla asfáltica reciclada

iv.Porcentaje óptimo de cemento asfáltico (que incluya el porcentaje de cemento asfáltico del material reciclado) y el porcentaje de asfalto virgen que será añadido a la mezcla.

v.100 kilogramos de muestra representativa de la mezcla asfáltica reciclada. La muestra deberá ser tomada en el sitio de la obra con la autorización del Contratante y será sustituida por mezcla asfáltica recién producida, también aprobada por el Ingeniero de Proyecto.

vi.4 litros del agente de reciclado deben ser suministrados a la Administración, si es parte del diseño de mezcla.

(c) Verificación del Diseño de Mezcla. El Contratante debe revisar el diseño de mezcla suministrado por el Contratista y realizar una verificación del mismo. Si la verificación es realizada, la información suministrada por el Contratista deberá coincidir con los resultados de los ensayos de verificación dentro de las tolerancias indicadas aquí.

a. Granulometría de los agregados: En cada tamiz, los porcentajes de muestras representativas de agregado de cada apilamiento deben cumplir con las tolerancias especificadas a continuación, cuando han sido combinadas de acuerdo con el Diseño de Mezcla suministrado por el Contratista.

Abertura del tamiz	Tolerancia % ( $\pm$ )
25 mm	3,0
19 mm	3,0
12,5 mm	3,0
9,5 mm	3,0
4,75 mm	3,0
2,36 mm	3,0
425 $\mu$ m	2,0
75 $\mu$ m	1,0

b. Vacíos en el Agregado Mineral (VAM). El valor de VAM suministrado por el Contratista debe verificarse. El resultado deberá ser mayor que el valor mínimo especificado.

c. Vacíos Llenos con Asfalto (VFA). El valor de VFA suministrado por el Contratista debe verificarse. El resultado deberá estar dentro del rango especificado.

d. Contenido de vacíos. El resultado de Contenido de Vacíos suministrado por el Contratista deberá estar dentro de un 1,0 % del rango especificado para el mismo contenido de asfalto de la fórmula de trabajo.

e. Resistencia Retenida a la Tensión Diametral. El resultado de resistencia retenida a la tensión diametral debe ser verificado. Dicho valor debe ser mayor que el valor mínimo especificado.

f. Polvo-asfalto ó según Tabla 401.1.

(d) Cambios y reenvío del Informe de Diseño de Mezcla. Si el informe de diseño de mezcla es rechazado, o una fuente de material o el material reciclado es cambiado, se debe suministrar una nueva fórmula de trabajo para su aceptación. Para la aceptación del cambio a la fórmula de trabajo, pueden ser necesarios hasta 21 días. Los cambios aprobados en la fórmula de trabajo no son retroactivos para el pago.

El Contratante deducirá todos los costos de evaluación de la fórmula de trabajo que sean resultado de:

Cambios a la fórmula de trabajo requeridos por el Contratista

Solicitudes del Contratista para realizar cambios adicionales a la fórmula de trabajo.

Ensayos adicionales debido a errores en la fórmula de trabajo suministrada.

(e) Aceptación del Diseño de Mezcla. No se debe iniciar la producción de la mezcla asfáltica hasta que el diseño sea formalmente aceptado por el Contratante.



Tabla 401-1  
**Requerimientos de Diseño para Mezclas Asfálticas en Caliente Tipo SUPERPAVE. (AASHTO MP2)**

ESAL de Diseño (Millones)	Nivel de Compactación Giratoria		Valor Mínimo de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA) % <sup>(4)</sup>				Vacíos Llenos con Asfalto (VFA) % <sup>(5) (6)</sup>	Razón Polvo - Asfalto <sup>(1)</sup>	Porcentaje de Resistencia Retenida a la Tensión (%), AASHTO T 283 <sup>(2)</sup>
	(% Densidad Específica Máxima Teórica, Gmm). AASHTO PP 28		Tamaño Nominal Máximo del Agregado <sup>(3)</sup>						
	N <sub>Inicial</sub>	N <sub>Diseño</sub>	N <sub>Max</sub>	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm		
< 0,3	6 (≤ 91,5%)	50 (≤ 96%)	75 (≤ 98%)				70 - 80		
0,3 a < 3	7 (≤ 90,5%)	75 (≤ 96%)	115 (≤ 98%)	12,0	13,0	14,0	15,0	0,8 - 1,6	80
3 a <30	8 (≤ 89%)	100 (≤ 96%)	160 (≤ 98%)						
≥ 30	9 (≤ 89%)	125 (≤ 96%)	205 (≤ 98%)					65 - 75	

- (1) Incluir aditivos mejoradores de adherencia no líquidos, finos provenientes de la casa de finos, y otra materia mineral añadida a la mezcla asfáltica. La razón polvo-asfalto deberá calcularse con base en el asfalto efectivo (calculado por peso total de la mezcla).
- (2) Los especímenes deberán ser preparados de acuerdo con AASHTO T 283.
- (3) El tamaño máximo nominal de agregado corresponde a un tamiz superior al primer tamiz que retiene más del 10 por ciento del peso total de agregado.
- (4) Cuando el material mineral o cal hidratada es añadida a la mezcla, dichos valores deben ser incluidos en el cálculo del VMA.
- (5) Para mezclas con 9,5 mm de tamaño nominal máximo de agregado con  $\geq 3$  millones de ESALs, el VFA deberá estar en el rango entre 73 a 76 %.
- (6) Para mezclas con 9,5 mm de tamaño nominal máximo de agregado con  $< 3$  millones de ESALs, el VFA  $\geq 67$  %.

#### **401.04 Planta de Mezclado.**

Las plantas de mezclado del material asfáltico y los agregados deberán cumplir con lo especificado en AASHTO M 156, complementado con lo siguiente:

(a) Plantas asfálticas.

(1) Controles automatizados. La planta debe tener control automatizado en el proporcionamiento, mezclado y descarga de los materiales.

(2) Colector de Polvo. El colector de polvo de la planta asfáltica deberá cumplir con lo indicado en AASHTO M 156, Requerimientos para plantas asfálticas. La sección de control de emisiones deberá ser modificada con lo siguiente:

La planta asfáltica deberá ser equipada con un colector de polvo. El material recolectado deberá ser dispuesto adecuadamente. En el caso de que la planta posea una casa de finos como dispositivo de recolección, el material deberá ser eliminado y dispuesto adecuadamente o devuelto al proceso de mezclado de forma uniforme. El uso de casas de finos en plantas de mezcla asfáltica requiere de la aprobación del Ingeniero de Proyecto.

(3) Pavimento de mezcla asfáltica reciclada. Cuando se incorpora material asfáltico reciclado en la mezcla, la planta deberá ser modificada de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

(b) Plantas de tambor de secado.

(1) Tolvas. La planta deberá tener una tolva en frío para cada uno de los apilamientos que proveen el agregado, de acuerdo con el diseño de mezcla. Las tolvas deberán tener tamaño suficiente para mantener una cantidad adecuada de material de modo que se garantice la operación continua de la planta asfáltica. Adicionalmente, se debe prevenir que el material de una tolva no se rebalse en el de otra tolva.

(2) Procedimiento para preparar los apilamientos. El agregado debe ser separado en al menos 4 apilamientos con diferente granulometría y tamaño máximo de agregado. Al menos uno de los apilamientos deberá ser para agregado fino (material pasando la malla de 4,75 mm).

(c) Plantas de bache.

(1) Tolva de agregado en caliente. Se deberán proveer suficientes tolvas para almacenar y tamizar las fracciones de agregado que serán utilizadas en la mezcla asfáltica. Las tolvas deberán ser diseñadas de modo que se prevenga que el material de una tolva no se mezcle con el de las otras.

(2) Sistemas de pesaje. En las plantas de bache se deben usar celdas de carga calibradas o mecanismos de pesaje calibrados aprobados por el Contratante.

(3) Pavimento de mezcla asfáltica reciclada. Las plantas de bache deben ser modificadas cuando van a mezclar material reciclado. En este caso, la mezcla reciclada deberá ser introducida en el proceso después del secado del agregado en el tambor secador. La tolva especial en frío para el material reciclado y la banda transportadora deben ser diseñadas de forma tal que se evite la segregación y que el material reciclado se adhiera en las paredes de la tolva y de la banda. El agregado deberá ser calentado a una temperatura adecuada de modo que se transfiera calor suficiente al material reciclado para producir una mezcla que tenga una temperatura uniforme dentro del rango especificado en la fórmula de trabajo aprobada por el Ingeniero de Proyecto.

#### **401.05 Pavimentadores.**

Se permitirá usar pavimentadores que posean las siguientes características:

(a) Que funcione independientemente, autopropulsado con una plataforma niveladora ajustable para

determinar los espesores de capa, con tornillos sin fin ajustables a todo el ancho de carril

(b) La plataforma niveladora deberá tener un sistema de calentamiento en todo su espesor

(c) Deberá ser capaz de extender y preparar capas de mezcla asfáltica de un ancho de al menos 300 mm más que el ancho del carril

(d) Deberá estar equipado con un sistema de almacenamiento de suficiente capacidad para asegurar un extendido uniforme del material

(e) Deberá estar equipado con un sistema de alimentación automático, que deberá estar ajustado para mantener un espesor uniforme en frente de la plataforma niveladora

(f) Las velocidades de operación deberán ser las adecuadas para la colocación de la mezcla asfáltica

(g) Deberá ser capaz de producir una superficie con la textura y rugosidad requeridas que no tenga segregación, agrietamientos, ni acumulaciones de material en la capa de mezcla asfáltica

(h) Deberá estar equipada con un control automático de la plataforma niveladora a través de sensores que determinen la pendiente de la línea de referencia, y a la vez, capaz de ajustar la pendiente transversal de la plataforma niveladora, y de este modo, proveer señales automáticas que operen dicha plataforma para mantener la pendiente transversal y el nivel de la mezcla asfáltica.

**401.06 Preparación de la superficie.**

La superficie de la mezcla asfáltica deberá ser preparada de acuerdo con lo especificado en la Subsección 412.06. Se aplicará un riego de liga de emulsión asfáltica de rompimiento rápido para ligar las capas de mezcla asfáltica, cordón de caño, pozos de registro y otras estructuras de acuerdo con la Sección 414.

**401.07 Limitaciones Climatológicas.**

La mezcla asfáltica deberá ser colocada en un día seco, cuando la temperatura del aire sea superior a 2 °C y la temperatura de la superficie del pavimento a la sombra deberá estar conforme a lo indicado en la Tabla 401-2.

Tabla 401-2

**Temperatura de Colocación de la Mezcla Asfáltica**

<b>Espesor de la capa compactada</b>	<b>&lt; 50 mm</b>	<b>50 - 75 mm</b>	<b>&gt; 75 mm</b>
<b>Temperatura de la Superficie del Pavimento °C</b>	<b>Temperatura Mínima de Colocación <sup>(1)</sup></b>		
< 2	(2)	(2)	(2)
2 - 3,9	(2)	(2)	138
4 - 9,9	(2)	141	135
10 - 14,9	146	138	132
15 - 19,9	141	135	129
20 - 24,9	138	132	129
25 - 29,9	132	129	127
≥ 30	129	127	124

(1) La mezcla asfáltica nunca deberá ser calentada por encima de la temperatura especificada en el diseño de mezcla.

(2) No está permitido colocar la mezcla asfáltica por debajo de esta temperatura.

#### **401.08 Preparación del Cemento asfáltico.**

El cemento asfáltico deberá ser calentado adecuadamente para proveer un proceso continuo de transferencia del asfalto del tanque de almacenamiento hacia el tambor mezclador de la planta asfáltica. El asfalto no deberá ser calentado por sobre 175 °C.

Si un líquido promotor de adherencia es empleado, la cantidad añadida a la mezcla asfáltica deberá ser adecuadamente determinada y transportada. El líquido promotor de adherencia deberá estar uniformemente mezclado con los componentes de la mezcla asfáltica.

#### **401.09 Preparación del Agregado.**

La humedad de los agregados deberá ser de al menos 4 por ciento de la masa de agregado, en caso de que no se añada líquido promotor de adherencia. El líquido promotor de adherencia, en caso de ser aplicado, deberá ser añadido al agregado en el tambor mezclador antes de que éste sea secado. La cantidad de aditivo promotor de adherencia deberá ser cuidadosamente determinada por dispositivos calibrados de medición.

Si el agregado tratado es usado, éste deberá ser mantenido en los apilamientos antes de ser mezclado con el asfalto. Sin embargo, deberá ser utilizado en un tiempo razonable luego de ser preparado.

Para plantas de bache, el agregado deberá ser secado, calentado y transportado al compartimento de mezclado o molino, a una temperatura suficiente para producir mezcla asfáltica dentro del rango de temperatura aprobado. Las llamas del compartimento de secado o molino deberán ser usadas para secar y calentar al agregado de modo que éste no sea dañado o contaminado.

La operación de mezclado de la planta asfáltica deberá ser ajustada de modo que el contenido de humedad de la mezcla 0,3% según AASHTO 7130. Esta especificación es de densidad en sitio y contenido de humedad del suelo.

#### **401.10 Mezclado.**

El agregado y el asfalto deberán ser mezclados dentro de la planta de mezcla asfáltica de acuerdo con la fórmula de trabajo aprobada. Las mezclas deben ser mezcladas hasta que se encuentre completa y uniformemente cubiertas con asfalto de acuerdo con lo indicado en el procedimiento AASHTO M156. La temperatura de descarga de la mezcla deberá estar también dentro del rango aprobado.

#### **401.11 Transporte de la mezcla al sitio de obra.**

Para transportar la mezcla asfáltica se deben emplear vehículos que tengan una góndola metálica, suficientemente resistente y muy limpia. La superficie de la góndola del vehículo deberá ser cubierta con una fina capa de material antiadherente para evitar que la mezcla se le adhiera. El material antiadherente deberá ser aprobado por el Contratante. No se deben emplear materiales derivados del petróleo u otros materiales que puedan contaminar o alterar las propiedades de la mezcla asfáltica. La góndola deberá ser drenada antes de cargar la mezcla asfáltica.

Cada vehículo transportador de mezcla asfáltica deberá estar equipado con un manteado u otro material adecuado que cubra la góndola para proteger la mezcla asfáltica de las condiciones ambientales. Si se requiere mantener la temperatura constante cuando las condiciones ambientales son adversas (temperaturas muy bajas, tiempos de acarreo mayores a dos horas o lluvia) se deberán usar góndolas con aislamiento térmico y cobertores ajustables. Se deberá tener acceso a agujeros de control para verificar la temperatura de la mezcla asfáltica en la vagoneta.

#### **401.12 Procedimientos para el inicio de la producción.**

(a) Reunión de inicio. Al menos 14 días antes del inicio de las operaciones de pavimentación, se debe coordinar la reunión de inicio de la construcción. En esta reunión deben participar el Ingeniero de Proyecto, el

personal del Contratista y todos los subcontratistas relacionados con la obra. En esta reunión se deben suministrar los siguientes documentos para su discusión:

- (1) Programa de trabajo propuesto para las operaciones de pavimentación.
  - (2) Lista de todos los equipos de pavimentación y el personal que será empleado en las labores de producción y construcción.
  - (3) Plan de control de tráfico propuesto para las operaciones de pavimentación incluyendo el análisis de cierre de vías y movimiento de equipos de construcción en el proyecto
  - (4) Plan de control de calidad del contratista para muestreo y pavimentación acorde con la Sección 153.
  - (5) Procedimientos de construcción para el tramo de prueba incluyendo colocación, acabado y compactación de la mezcla, así como procedimientos para controlar la regularidad superficial de la mezcla, y
  - (6) Procedimientos de aceptación de acuerdo con las Subsecciones 107.05 y 401.17.
- (b) Tramo de prueba. Se debe publicar un anuncio de 7 días antes de iniciar la producción de la mezcla

asfáltica.

En el primer día de producción, se debe producir suficiente mezcla asfáltica para construir un tramo de prueba de 100 metros, de un carril de ancho, al espesor de capa deseado. El lugar de construcción del tramo de prueba deberá ser aprobado por el Ingeniero de Proyecto.

El tramo de prueba deberá ser construido con mezcla de la producción de ese día, colocado y compactado de acuerdo con los procedimientos con los que se va a trabajar en la obra. La producción de mezcla asfáltica deberá ser cesada hasta que el tramo de prueba sea evaluado y aprobado por el Contratante.

(1) Mezcla asfáltica en caliente. Se debe tomar y evaluar al menos tres muestras de mezcla asfáltica en caliente del tramo de prueba. La evaluación de dichas muestras se hará de acuerdo con la Subsección 401.17. La mezcla es aceptable si todos los resultados están dentro de los límites de especificación para: contenido de asfalto, granulometría, VMA, VFA, y el factor de pago calculado para el contenido de asfalto, granulometría, VMA y VFA es mayor a 0,90.

(2) Compactación. Se deberán tomar mediciones de densidad con densímetro nuclear a cada pasada del compactador para determinar el patrón de compactación necesario para lograr el nivel deseado de compactación.

Las mediciones de compactación se deben tomar en al menos cinco puntos dentro del tramo de prueba y núcleos de mezcla asfáltica deberán ser extraídos de acuerdo con la Subsección 401.17. La densidad es aceptable si los resultados de ensayo cumplen los límites de especificación o el factor de pago calculado es mayor a 0,90.

El proceso de control mencionado anteriormente deberá ser repetido hasta que se obtengan resultados satisfactorios en el tramo de prueba. Ver Subsección 107.01 para determinar si hay material fuera de especificación en el tramo de prueba. Si un tramo de prueba es aceptado, el material de dicho tramo se mantendrá como parte del pavimento. Los ensayos realizados al tramo de prueba no deben ser incluidos dentro de la evaluación del factor de pago de acuerdo con la Subsección 107.05. Cuando el tramo de prueba es aceptado por el Contratante, se puede iniciar el proceso de producción.

Los procedimientos aquí expuestos deberán ser utilizados cada vez que se use material proveniente de otra planta asfáltica o cuando se ha detectado material que no es aceptable y la producción debe iniciar de nuevo de acuerdo con la Subsección 107.05.

#### **401.13 Colocación y acabado.**

No se deben usar mezclas asfálticas que provengan de diferentes plantas asfálticas a menos que sean producidas con la misma fórmula de trabajo, que se usen materiales de las mismas fuentes y que dichos materiales hayan sido previamente aprobados por el Ingeniero de Proyecto. Los tramos de prueba deberán ser construidos de acuerdo con

la Subsección 401.12 para cada planta de mezcla asfáltica cuya producción se espera usar en el proyecto.

La mezcla asfáltica deberá ser colocada a una temperatura acorde con lo indicado en la Tabla 401-2. La temperatura de la mezcla asfáltica deberá ser medida en el vehículo transportador justo antes de que el material sea descargado en el pavimentador o se puede medir en el camellón inmediatamente antes de ser manipulada.

La mezcla deberá ser colocada de acuerdo con la Subsección 401.05 se deberá controlar el alineamiento horizontal de la mezcla con un nivel de referencia. El pavimentador deberá contar con un sistema automático de control de la pendiente y deberá ajustarse a lo indicado por la línea de referencia para asegurar que la mezcla sea colocada uniformemente en el plano horizontal. El pavimentador deberá ser alineado por guías de al menos 6m de largo.

En áreas en donde la colocación y acabado de la mezcla por medios mecánicos no es práctica, dichas tareas deben realizarse con equipo alternativo que permita producir una superficie uniforme que se acerque a la geometría obtenida por el pavimentador mecánico.

La junta longitudinal de una capa deberá ser construida con un traslape de 150 mm de la junta de la capa inferior. La junta longitudinal de la capa superior deberá ser construida en la unión de dos carriles o en los bordes de éstos si hay más de dos. Nunca se deben construir juntas frías.

El Ingeniero de Proyecto aprobará la fórmula de trabajo para capas de nivelación y de aproximación en cada lugar. El espesor máximo de las capas de nivelación y aproximación deberá ser de 75 mm.

#### **401.14 Compactación.**

La superficie de la mezcla asfáltica deberá ser cuidadosa y uniformemente compactada por apisonamiento. En la operación de compactación no se debe producir agrietamiento, deformación u ondulaciones de la mezcla asfáltica. La compactación deberá continuarse hasta que la mezcla quede con el espesor deseado, con una superficie uniforme y con la densidad especificada. No se debe compactar la mezcla a temperaturas inferiores a los 80 °C.

El proceso de compactación debe ser controlado con densímetros nucleares calibrados con base en los núcleos de mezcla asfáltica extraídos del tramo de prueba. La mezcla deberá ser compactada a un valor de al menos el 91,0 por ciento de la gravedad específica máxima teórica, determinada de acuerdo con AASHTO T 209.

De la capa compactada se deberán extraer núcleos de mezcla asfáltica de 150 mm de diámetro de acuerdo con lo indicado en AASHTO T 230, método B. Los agujeros remanentes de los núcleos deberán ser llenados de mezcla asfáltica. Dicha mezcla será compactada y nivelada al mismo espesor de la capa previamente colocada. Los núcleos de mezcla asfáltica deberán ser adecuadamente etiquetados en sitio y transportados cuidadosamente al laboratorio para su ensayo o almacenamiento. Ensayos de densidad y espesor de capa deberán ser ejecutados en los núcleos extraídos. Los resultados de dichos ensayos deberán ser suministrados al Ingeniero de Proyecto.

La mezcla deberá ser compactada con equipo alternativo en bordillos de caño, paredes, cabezales y otras obras de arte que no son accesibles para los compactadores convencionales.

#### **401.15 Juntas, preparación de bordes y limpieza.**

En carriles adyacentes, la pavimentación deberá ser completada dentro de 24 horas, de modo que los carriles tengan el mismo espesor. Si es necesario que queden diferencias de altura entre carriles adyacentes, se deberá dejar señalización adecuada que le indique a los conductores los lugares donde se localiza la diferencia de niveles.

En los puntos en donde se realicen conexiones con pavimentos existentes o capas previamente colocadas, la junta transversal deberá ser vertical y de la misma profundidad de la capa existente.

Se deberá aplicar una capa de emulsión asfáltica de rompimiento rápido al borde tanto de la junta longitudinal como de la transversal de acuerdo con lo indicado en la Sección 414.

La mezcla asfáltica deberá ser colocada de forma tan continua como sea posible. Los compactadores no deberán ser conducidos sobre los bordes de mezcla asfáltica recientemente colocada.

El material que se descarte deberá ser dispuesto de acuerdo con las Secciones 211 y 203.

**401.16 Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas en caliente**

El cálculo del IRI lo hará el Contratista como parte de su control de calidad, con equipos que deberán ser los clasificados como clase 1 según criterio del Banco Mundial.

Los resultados de las mediciones de autocontrol deben ser remitidos de forma oficial al Ingeniero de Proyecto en un plazo máximo de 30 días, contados desde el término de las labores de pavimentación de la superficie de rodadura, o de un sector que pueda ser auscultado por el autocontrol. El Ingeniero de Proyecto deberá ordenar una verificación de las mediciones realizadas por el control de calidad del contratista por un ente independiente y técnicamente calificado, en una porción de la superficie estadísticamente representativa de la sección intervenida.

Una vez que la verificación demuestre concordancia estadística con las mediciones de control de calidad del contratista, se podrán usar los datos de IRI del autocontrol para hacer una preevaluación con medias fijas, tomando los valores de diez tramos consecutivos de 100 m. Si no es posible disponer de diez valores consecutivos para la evaluación de las medias fijas y se cuente sólo con menos valores, se considerará como representativo del tramo el valor medio de ellos, el cual se comparará con el valor límite exigido para los promedios, debiendo también cumplir cada uno de los valores con las exigencias para valores individuales.

En el caso que se disponga de un solo valor, éste no tendrá más exigencia que el valor límite individual considerado en la especificación.

Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable, si todos los promedios consecutivos de diez valores de IRI tienen un valor igual o inferior al indicado en la siguiente tabla y ninguno de los valores individuales supera 3,0 m / km.

Porcentaje de m/km	Rodadura e Intermidia	
	Tipo de vía	
	Autopistas y Vías concesionadas	Resto de Vías
50	<1.5	<1.5
80	<1.8	<2.0
100	<2.0	<2.5

Las irregularidades que excedan las tolerancias especificadas, así como las zonas que retengan agua sobre la superficie, deberán ser corregidas según las instrucciones del Ingeniero de Proyecto.

El IRI medio en el caso de las autopistas y vías concesionadas será como máximo de 1.69, del resto de vías 1.85 y el de otras capas bituminosas 2.35.

Si se asume una distribución normal para la serie de valores de IRI, los percentiles que se muestran anteriormente permiten definir un valor promedio de 1,85 m/km y una desviación ( $\sigma$ ) de 0,39 m/km, que será la máxima aceptable.

ESPECIFICACIÓN	IRI Medio (m/km)	$\sigma$ (m/km)
	1.85	0.39

En caso de incumplimiento de la exigencia de los valores individuales, el Ingeniero de proyecto ordenará al Contratista efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor de IRI menor al límite máximo establecido para un valor individual. Los tramos que estén en esta condición y que no se reparen, también se deberán considerar para determinar el promedio de los diez tramos consecutivos. El Ingeniero de Proyecto estará facultado

para autorizar o rechazar estas operaciones, las cuales deben considerar tramos completos de 100 metros.

Si hay deficiencias en las medias fijas, el Contratista podrá solicitar al Ingeniero de Proyecto autorización para corregirlas, quien estará facultado para autorizar o rechazar estas reparaciones, las cuales deben considerar el o los tramos completos de 100 metros. Una vez finalizadas las actividades anteriores, en caso de que las haya, el autocontrol y la verificación deberán realizar una nueva medición en los sectores reparados.

En el momento en que se dé la finalización oficial de la obra el Ingeniero de Proyecto ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad de la obra como procedimiento de aceptación definitiva.

Con las mediciones de verificación final, se realizará la evaluación definitiva y oficial del IRI mediante medias fijas, considerando el promedio de diez tramos consecutivos en sectores homogéneos de pavimento. Se entenderá por sector homogéneo la superficie de rodadura que presenta un mismo tipo de pavimento. La superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable si cumple con los criterios establecidos en la tabla 1-401.16 mostrada en esta sección.

No habrá exigencia de cumplir con el Control de Regularidad IRI en las bermas ni en otras singularidades, entendiéndose como tales todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal del camino que no provengan de fallas constructivas y que incrementen el valor del IRI en el tramo en que se encuentren. Se considerarán como singularidades los cuellos de empalme, accesos, puentes, badenes, cámaras u otros, autorizadas por el Ingeniero de Proyecto.

Para efectos de la evaluación, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo completo de 100 metros en la pista en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación. Los tramos de 100 metros que no se consideren en la evaluación por efecto de singularidades, no dividirán el sector homogéneo en que se encuentran.

No se exigirá este control en recarpeteos asfálticos sobre pavimentos existentes, excepto cuando en el Proyecto se establezcan cotas de rasante para dichos recarpeteos, entendiéndose por esto la colocación de una capa asfáltica directamente sobre el pavimento existente, sin mejoramiento geométrico.

Para los pavimentos asfálticos que presenten simultáneamente en un sector deficiencia de IRI y espesor, la técnica de cepillado se aceptará previa consulta por escrito al Ingeniero de Proyecto, quien determinará en definitiva si se cepilla o se recomienda colocar una sobrecapa.

#### ***401.17 Control de regularidad (IRI) en sobrecapas, reciclajes con sobrecapas o sobrecapas sobre fresados, de mezcla asfáltica en caliente.***

Antes de iniciar los trabajos en la carpeta existente, debe medirse la regularidad de la superficie existente (IRI) en toda la longitud del proyecto. Esta será tomada como la superficie original antes de realizar el trabajo de colocación de las sobrecapas, realizar el reciclaje o el fresado. El IRI existente se utilizará para determinar el porcentaje de mejora en cada segmento de 100 metros.

Se debe medir la regularidad de la capa de superficie final pavimentada, tan pronto se termine el trabajo. Las áreas defectuosas son las porciones de superficie de regularidad excesiva, medida en segmentos de 100 metros, con un porcentaje de mejora de menos del 0,9 o 25,4, como se indica en la Tabla 401-4.

El porcentaje de mejora en el IRI se determinará con un decimal para cada segmento de 0,1 kilómetros de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Mejora} = [(IRI \text{ Original} - IRI \text{ Final}) / IRI \text{ Original}] * 100$$

El pago con el factor de ajuste para cada segmento de 100 metros se determinará a partir de la Tabla 401-4.



Tabla 401-4

**Factor de pago en sobrecapas según % de mejora del IRI**

Sobrecapa simple <sup>(1)</sup> % de Mejora del IRI	% de Pago del valor de la carpeta según mejora <sup>(1)</sup>	Multi-Capa <sup>(2)</sup> % de Mejora	% de Pago del valor de la carpeta según mejora <sup>(2)</sup>
≥ 50	100	≥ 60	100
35 < 50	75	40 < 60	75
25 < 35	50	30 < 40	50
15 < 25	25	20 < 30	25
< 15	Rechazo <sup>(3)</sup>	< 20	Rechazo <sup>(3)</sup>

(1) Para sobrecapas sencillas sin ningún otro trabajo previo de corrección como fresado, rectificación y/o prenivelación en más del 25 % de la superficie de la calzada existente.

(2) Para sobrecapas sencillas con otras operaciones previas, tales como fresado, rectificación y/o prenivelado, seguido de uno o más sobrecapas, o dos o más sobrecapas colocadas sobre el pavimento sin fresado, rectificado o prenivelado.

(3) Cuando las correcciones no son permitidas o no son efectuadas por el Contratista.

Corrección de áreas defectuosas. Se pueden corregir las fallas de las áreas defectuosas. Para ello, se debe obtener la aprobación del método de corrección propuesto por parte del Ingeniero de Proyecto. Si no son aceptadas las correcciones, no se harán reajustes a los factores de pago.

Si se aceptan las reparaciones hechas, deben medirse de nuevo las áreas corregidas respecto a la regularidad (IRI) especificada para el tipo de pavimento. El nuevo valor obtenido de regularidad (IRI) sustituirá al original.

**401.18 Aceptación del Trabajo.**

El material de relleno mineral, aditivos antidesnudentes y agentes de reciclado deberán ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El ligante asfáltico deberá ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.04, 702.09, y Tabla 401-5.

Las Subsecciones 107.02 y 107.04 deberán aplicarse en el caso de que se construya un pavimento asfáltico con mezcla Superpave.

El contenido de asfalto, el VAM, la densidad y la rugosidad serán evaluadas con base en la Subsección 107.05. Rugosidad del pavimento, VFA y granulometría del agregado deberán ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. La Tabla 401-6 indica los requerimientos para muestreo y ensayo.

(a) Contenido de asfalto. El valor superior e inferior de los límites de especificación son los aprobados en la formula de trabajo más o menos 0,4 %.

(b) VMA. El valor inferior de la especificación es el mostrado en la Tabla 401-1.

(c) Densidad de compactación. El valor inferior de la especificación es 91 por ciento de la gravedad específica máxima teórica determinada de acuerdo con el procedimiento AASHTO T 166 y T 209. El porcentaje de compactación calculado de acuerdo con la medición de la gravedad específica máxima teórica será determinado de acuerdo con la producción de al menos un día.

(d) Regularidad del pavimento. La evaluación de la regularidad del pavimento deberá ser hecha después de que todas las áreas defectuosas sean corregidas. Ver Subsección 401.16.

(e) VFA. El valor superior e inferior de la especificación de VFA se encuentran en la Tabla 401.1.

(f) Graduación del agregado. Los límites superior e inferior de las especificaciones son resultados de las mezclas de los agregados más menos las desviaciones, estos son mostrados en la Tabla 703-17.

#### 401.19 Medida

Los ítemes listados en la Sección 401 que aparezcan en un cartel de licitación deberán ser medidos de acuerdo con la Subsección 109.02.

#### 401.20 Pago

Las cantidades aceptadas serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida de acuerdo con los ítemes de pago indicados en la Sección 401 excepto en el caso de mezcla asfáltica en caliente Superpave. En el caso de mezclas Superpave se utilizarán para ajustar el pago de lo indicado en las Subsecciones 107.05 y 401.16. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección.

El pago para mezcla asfáltica en caliente Superpave será realizado al precio determinado mediante la multiplicación del precio unitario del material especificado en el contrato por el factor de pago. El factor de pago del material será calculado de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$A1 = 1 + [(PF_{Superpave} - 1) + (PFPG - 1)]$$

Donde:

1 = Factor de pago

$PF_{Superpave}$  = Factor de pago para mezcla asfáltica en caliente Superpave.

( $PF_{Superpave}$  corresponde al factor de pago mínimo determinado para el contenido de asfalto, densidad núcleos y VMA.)

PFPG = Factor de pago para cemento asfáltico. La fórmula para determinar el PFPG es:

$$PFPG = (PF1 + PF2 + PF3 + \dots + PF_n) / n$$

Donde:

PF# = Para cada muestra, el mínimo factor de pago determinado de cualquier ensayo de acuerdo con la Tabla 401-5. Si el factor de pago está en condición de rechazo para cualquier muestra, dicho factor de pago deberá ser cero.

n = Número de muestras ensayadas.

El lote completo de mezcla asfáltica Superpave deberá ser rechazado si el factor de pago para el cemento asfáltico (PFPG) o el factor de pago para la mezcla asfáltica en caliente Superpave ( $PF_{Superpave}$ ) son menores a 0,75.

Un ajuste separado deberá ser hecho para la regularidad del pavimento, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$A2 = 20\,300(PF_{regularidad} - 1,00)(L)$$

Donde:

A2 = Ajuste al factor de pago en dólares para regularidad del pavimento.

L = Longitud total del proyecto en kilómetros-carril. La longitud del proyecto deberá ser medida con una precisión de 3 decimales.

$PF_{regularidad}$  = El factor de pago de regularidad de acuerdo con el valor superior de la especificación de acuerdo con la Subsección 401.16 y 107.05 después de haber completado la corrección de las secciones defectuosas.

El factor de pago deberá ser ajustado cuando el contrato incluya un factor de pago para mezcla asfáltica en caliente Superpave. La cantidad de dólares por ajustar será determinada mediante la suma de los factores de pago calculados en la Subsección 401.16 para cada 0,1-kilómetro y multiplicando esa suma por el precio indicado en el contrato.

Tabla 401-5

**Factor de Pago para Asfalto**

Pruebas en Asfalto Original	Especificación	Ideal	Factor de pago =				
			1,00	0,95	0,90	0,75	Rechazo
Viscosidad Rotacional	≤ 3,0 Pa-s	N/A	≤ 3,0 Pa-s	> 3,0 Pa-s = Factor de Pago = 0,95			
G*/sin δ, kPa	≥ 1,00	≥ 1,12	1,00 a 1,11	0,99 a 0,88	0,87 a 0,71	0,70 a 0,50	< 0,50
<b>Ensayos al residuo envejecido en horno rotatorio de película delgada</b>							
Pérdida de masa, %	≤ 1,00	≤ 0,092	0,093 a 1,000	1,001 a 1,092	1,093 a 1,184	1,185 a 1,276	> 1,276
G*/sin δ, kPa	≥ 2,20	≥ 2,584	2,583 a 2,200	2,199 a 1,816	1,815 a 1,432	1,431 a 1,048	< 1,048
<b>Ensayos al residuo envejecido en horno de envejecimiento a presión</b>							
G*/sin δ, kPa	≤ 5,000	≤ 4,711	4,712 a 5,000	5,001 a 5,289	5,290 a 5,578	5,579 a 5,867	> 5,867
Reómetro de vigas a flexión, s, MPa	≤ 300	≤ 262	263 a 300	301 a 338	339 a 388	389 a 450	> 450
Reómetro de vigas a flexión, m	≥ 0,300	≥ 0,313	0,312 a 0,300	0,299 a 0,287	0,286 a 0,274	0,273 a 0,261	< 0,261
Ensayo de tensión directa, %	≥ 1,00	≥ 1,14	1,13 a 1,00	0,99 a 0,86	0,85 a 0,71	0,70 a 0,56	< 0,56

Tabla 401-6

Requerimientos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		Abrasión (grueso)	---	AASHTO T 96	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Si	Antes de la producción
		Sanidad en Sulfato de Sodio (Grueso y fino)	---	AASHTO T 104	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Si	Antes de la producción
Calidad de la fuente de agregado	Se debe medir y ensayar para determinar aceptación (107.04 y 105)	Angularidad del agregado fino	---	AASHTO T 304, método A	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Si	Antes de la producción
		Equivalente de arena	---	AASHTO T 176	1 por tipo y fuentes de material	Fuente de materiales	Si	Antes de la producción
		Granulometría	---	AASHTO T 27 & T 11	1 por diseño de mezcla suministrado	Aplamientos	Si	28 días antes de producir
		VMA	---	AASHTO PP 28	1 por diseño de mezcla suministrado	---	---	"
		VFA	---		1 por diseño de mezcla suministrado	---	---	"
		Vacios	---		1 por diseño de mezcla suministrado	---	---	"
		TD	---	AASHTO T 283	1 por diseño de mezcla suministrado	---	---	"

Tabla 401-6 (Continuación)

Requerimientos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte	
Asfalto	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Calidad	---	Subsección 702.01	1 por fuente y diseño de mezcla	Entre el tanque y la planta de mezclado	2 -1 -L muestras	---	
			---		1 para 2100 t de mezcla, pero no menos de 5 muestras				
Mezcla asfáltica en caliente	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Temperatura de la mezcla asfáltica		---	Primera carga o lo que indique el ingeniero de proyecto	En góndola de vagoneta o en el camellón antes de ser compactado	---	Cuando se completen los ensayos	
		Granulometría	I	AASHTO T 308 & T 30	3 mínimo	Detrás del pavimentador antes de compactar	Sí	4 horas	
		4,75 mm	I						
		600 µm	I						
		75 µm	I						
Mezcla asfáltica en caliente (tramo de prueba)	Estadística (107.05)	Otros tamices especificados	I						
		Contenido de asfalto	I	AASHTO T 308	3 mínimo	Detrás del pavimentador antes de compactar	Sí	4 horas	
		VMA	I	AASHTO PP 28	3 mínimo	Detrás del pavimentador antes de compactar	Sí	4 horas	
		VFA	I	AASHTO PP 28	3 mínimo	Detrás del pavimentador antes de compactar	Sí	4 horas	
		Densidad de núcleos <sup>(1)</sup>	I	AASHTO T 166	5 mínimo	En sitio después de compactar	Núcleos de mezcla asfáltica después de compactación <sup>1</sup>	---	
	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con (107.04)	Máxima gravedad específica (densidad)	---	AASHTO T 209	3 mínimo	Detrás del pavimentador antes de compactar	Sí	24 horas	

Tabla 401-6 (Continuación)

Requerimientos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Mezcla asfáltica en caliente (producción)	Estadística (107.05)	Contenido de asfalto	I	AASHTO T 308	1 cada 700 Tm	Detrás del compactador antes de compactar	Sí	4 horas
		VMA	I	AASHTO PP 28	1 cada 700 Tm	Detrás del compactador antes de compactar	Sí	4 horas
		Densidad de núcleos	I	AASHTO T 166	1 cada 700 Tm	En sitio		24 horas
Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo con 107.04		VFA	---	AASHTO PP 28	1 cada 700 Tm	Detrás del compactador antes de compactar	Sí	4 horas
		Granulometría	---	AASHTO T 308 & T 30	1 cada 700 Tm	Detrás del compactador antes de compactar	Sí	4 horas
		Gravedad específica máxima teórica	---	AASHTO T 209	Al menos 1 por día	Detrás del compactador antes de compactar	Sí	4 horas
Mezcla asfáltica en caliente (superficie final)	Estadística (107.05)	Regularidad	I	FLH T 504	Ver Subsección 401.16	Ver Subsección 401.16	---	14 días después de finalizado el trabajo

Tabla 401-6 (Continuación)

Requerimientos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Mezcla asfáltica en caliente (superficie final)	Se debe medir y ensayar para determinar su aceptación de acuerdo (107.04)	Regularidad	---	AASHTO PP 50, PP 51 Y PP 52	Ver Subsección 401.16	Ver Subsección 401.16	---	14 día después de finalizado el trabajo

Los núcleos deben ser extraídos de acuerdo con AASHTO T 230, método B. Los agujeros de los núcleos deberán ser llenados y compactados con mezcla asfáltica. Los núcleos deberán tener un diámetro de 150 mm.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.401.01</b> Capa de concreto asfáltico preparado en planta central en caliente (se debe especificar clase, grado y tipo de regularidad superficial), diseñado por la metodología SUPERPAVE.	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica	(Tm) ó (m³)
<b>CR.401.02</b> Concreto asfáltico para bacheo preliminar y capa de nivelación (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica	(Tm) ó (m³)
<b>CR.401.03</b> Cemento asfáltico no modificado (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)
<b>CR.401.04</b> Relleno mineral	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)
<b>CR.401.05</b> Aditivo anti-desnudante (se debe especificar el tipo)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)

## **Sección 402.) PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE SEGÚN MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLA HVEEM O MARSHALL**

### **402.01 Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de pavimento de hormigón asfáltico en caliente diseñadas conforme a los métodos Hveem o Marshall.

El método de diseño de mezcla designado como Hveem implica la determinación de un contenido aproximado de asfalto por medio del ensayo "Equivalente Centrífugo de Kerosene", y luego el sometimiento de probetas con este contenido de asfalto, y con contenidos mayores y menores, a un ensayo de estabilidad. También se efectúa un ensayo de expansión sobre una probeta que ha sido expuesta al agua. El propósito del Método Hveem es el de determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica de agregados. También provee información sobre las propiedades de la mezcla asfáltica final.

El propósito del Método Marshall es determinar el contenido óptimo de asfalto para una combinación específica de agregados. También provee información sobre las propiedades de la mezcla asfáltica en caliente, y establece densidades y contenidos óptimos de vacíos que deben ser cumplidos durante la construcción del pavimento.

En la actualidad, ambos procedimientos de diseño siguen siendo utilizados en diversos proyectos viales en numerosos países. De no definirse por el contratante el tipo de mezcla a utilizar en el proyecto deberá considerarse las especificaciones de la mezcla Marshall a 75 golpes, como los requisitos a cumplir.

El tipo de pavimento de hormigón asfáltico en caliente es designado como se muestra en la Tabla 402-1. La graduación del agregado es indicada como se muestran en la Tabla 703-8. El tipo de pavimento según regularidad es señalada como se muestra en la Subsección 401.16. El aglutinante bituminoso es designado como se indica en AASHTO M 20, M 226, o M 320.

El tipo de aditivo antidesnudante se designa como se indica en la subsección 702.09. En caso de que no se especifique la clase, usar tipo 3 (cal).

### **402.02 Materiales**

Conformes con las siguientes Subsecciones:

Agregados	703.07
Aditivo antidesnudante	702.09
Cemento asfáltico	702.01
Relleno mineral	725.05
Pavimento asfáltico reciclado	703.19
Agente reciclante	702.06



## Requisitos de construcción

**402.03 Composición de la mezcla (Fórmula de la Mezcla de Trabajo).**

Proporcionar mezclas de agregados, ligantes bituminosos, pavimento asfálticos reciclados y aditivos, que cumplan con los requisitos aplicables para los materiales, parámetros de diseño apropiados según la Tabla 402-1, y que sean capaces de ser colocados y compactados, tal como se especifica.

(a) Uso del pavimento asfáltico reciclado. Ver Subsección 401.03 (a).

(b) Presentación. Someter por escrito al Ingeniero de Proyecto las fórmulas de mezclas de trabajo en los formularios FHWA 1607 (Hveem) o FHWA 1608 (Marshall) para su aprobación, por lo menos 28 días antes de la producción. Incluir la ubicación de todas las plantas de mezcla que se utilizarán y una fórmula de mezcla de trabajo para cada planta. Incluya una declaración preparada por el laboratorio de ensayo que certifique que la propuesta de mezcla de trabajo cumple con los requisitos del contrato y puede ser compactada en el campo, durante la producción, para satisfacer los requisitos del contrato. Para cada fórmula de trabajo presentar lo siguiente:

Tabla 402-1

**Requisitos para la mezcla de concreto asfáltico**

Parámetros de Diseño	Clase de Mezcla		
	A	B	C
(a) Hveem (AASHTO T 246 y T 247)			
(1) Estabilómetro, mínimo	37	35	30
(2) Porcentaje de vacíos de aire	3,0 - 5,0	3,0 - 5,0	3,0 - 5,0
(3) Vacíos en el agregado mineral, min. %	Ver Tabla 402-2		
(b) Marshall (AASHTO T 245)			
(1) Estabilidad, kN min.	8,00	5,34	4,45
(2) Flujo, 0,25 mm	8 - 14	8 - 16	8 - 20
(3) Porcentaje de vacíos de aire	3,0 - 5,0	3,0 - 5,0	3,0 - 5,0
(4) Vacíos en el agregado mineral, min. %	Ver Tabla 402-2		
(5) Compactación, número de golpes en cada cara del espécimen de ensayo	75	50	50
c) Inmersión - Compresión (AASHTO T 165 y T 167)			
(1) Resistencia a la compresión, kPA min. (seco)	2100	1700	1400
(2) Resistencia a la tensión diametral retenida min. %	75	75	75
(d) Relación polvo-asfalto (2)	0,6 - 1,3	0,8 - 1,6	0,8 - 1,6

(1) El porcentaje de vacíos de aire se basa en AASHTO T 166, T 209 y T 269. La gravedad específica máxima (densidad) se basa en AASHTO T 209.

(2) La relación polvo-asfalto se define como el porcentaje de material, incluyendo al antidesnudante no líquido y los minerales de relleno, que pasan el tamiz de 75 micrómetros, dividido por el porcentaje de asfalto efectivo (calculado en la masa de la mezcla).

**Vacios en el Agregado Mineral (VMA). Mezcla de Diseño Marshall o Hveem**

Tamaño de Malla (1)	Porcentaje de Vacíos Mínimo (2) y (3)	
	Marshall	Hveem
4,75 mm	18,0	16,0
9,5 mm	16,0	14,0
12,5 mm	15,0	13,0
19 mm	14,0	12,0
25 mm	13,0	11,0

(1) El tamaño mayor de tamiz que figura en las especificaciones aplicables a cualquier material que se permita conservar.

(2) VMA que se determinará según del Manual del Instituto de Asfalto MS-2.

(3) Cuando se use un mineral de relleno o antidesnudente no líquido, se incluyen en el cálculo del porcentaje especificado para el cumplimiento de VMA.

(1) Agregados y relleno mineral.

(a) Valores meta:

(1) Valor meta u objetivo para el porcentaje pasando en cada tamaño de tamiz de la mezcla total, y

(2) Valores meta u objetivo designado dentro de la graduación, dentro de la banda de graduación especificada para la granulometría indicada en la Tabla 703-8.

(b) Fuentes de agregados. Ver Subsección 401.03.

(c) Graduaciones de los apilamientos. Ver Subsección 401.03.

(d) Muestras representativas. Ver Subsección 401.03.

(e) Resultados de las pruebas de calidad de los agregados para las fuentes seleccionadas por el Contratista. Ver Subsección 401.03.

(2) Cementos asfálticos. Ver Subsección 401.03.

(3) Aditivos antidesnudentes. Ver Subsección 401.03.

(4) Material reciclado de pavimento asfáltico. Ver Subsección 401.03.

(c) Verificación. El Ingeniero de Proyecto, además de la revisión de los ensayos sometidos a su aprobación, puede realizar la verificación de las pruebas y del diseño. Si se realizan las pruebas de verificación, la información suministrada en el diseño del contratista debe estar de acuerdo con los resultados de las pruebas de verificación dentro de los límites de tolerancia que se muestran a continuación.

(1) Graduación de los agregados. Ver Subsección 401.03.

(2) Estabilómetro de Hveem. El valor del contenido de asfalto seleccionado del diseño realizado por el Contratista mediante el estabilómetro, se verifica para comprobar si cumple o supera las especificaciones límite y difiere en no más de seis puntos de las comprobaciones del Ingeniero de Proyecto y si el promedio de los resultados del Contratista y de los resultados del Ingeniero de Proyecto cumplen o superan los requisitos mínimos de las especificaciones del contrato.

(3) Contenido de vacíos de aire Hveem. El contenido de vacíos de aire del diseño del Contratista se verifica para ver si cumple con las especificaciones del contrato de 3,0 a 5,0 por ciento, y si difiere del resultado obtenido por el Ingeniero de Proyecto en no más de 2,0 por ciento, y el resultado no excede los límites de la especificación en más de 0,5 por ciento.

(4) Vacíos en el agregado mineral (VMA). Ver Subsección 401.03.

(5) Inmersión-compresión. El resultado de la resistencia en seco obtenida por el Contratista será verificado si el resultado del ensayo del Ingeniero de Proyecto está por encima del mínimo especificado en el contrato, o si el promedio de los resultados del Contratista y del Ingeniero de Proyecto está por encima de la normativa contractual y los dos valores difieren por no más de 350 kilopascales. El resultado de la resistencia retenida del Contratista será verificado si el resultado del Ingeniero de Proyecto está por encima del mínimo especificado por el contrato.

(6) Vacíos de aire, estabilidad y flujo Marshall. Los resultados del Contratista serán verificados si cumplen las especificaciones del contrato en Tabla 402-1.

(d) Cambios y enmiendas. Ver Subsección 401.03.

(e) Aceptación. Ver Subsección 401.03.

**402.04 Planta de mezclado.**

Ver Subsección 401.04.

**402.05 Pavimentadoras.**

Ver Subsección 401.05.

**402.06 Preparación de la superficie.**

Ver Subsección 401.06.

**402.07 Limitaciones del clima.**

Ver Subsección 401.07.

**402.08 Preparación del asfalto.**

Ver Subsección 401.08.

**402.09 Preparación de los agregados.**

Ver Subsección 401.09.

**402.10 Mezclado.**

Ver Subsección 401.10.

**402.11 Acarreo.**

Ver Subsección 401.11

**402.12 Procedimiento para inicio de la producción.**

Ver Subsección 401.12.

(a) Conferencia de Pre-pavimentación. Ver Subsección 401.12 (a).

(b) Tramo de prueba. Ver Subsección 401.12 (b).

(1) Mezcla. Tomar y ensayar por lo menos tres muestras de la mezcla de hormigón asfáltico colocada en el tramo de prueba y evaluarlas de acuerdo con la Subsección 402.17. La mezcla será aceptable si el factor de pago calculado para el contenido de asfalto y granulometría del agregado es 0,9 o mayor.

(2) Compactación. Ver Subsección 401.12 (b)(2).

**402.13 Colocación y acabado.**

Ver Subsección 401.13.

**402.14 Compactación.**

Ver Subsección 401.14.

**402.15 Juntas, recortes, y limpieza.**

Ver Subsección 401.15.

**402.16 Lisura/regularidad del pavimento.**

Ver Subsección 401.16 y 401.17.

**402.17 Aceptación.**

Ver Tabla 402-3 para los requerimientos de muestreo y ensayo y la categoría de la aceptación de calidad.

El relleno mineral, aditivo antidesnudente y agente reciclante serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El cemento asfáltico será evaluado bajo la Subsección 107.03 (a), 107.04 y 702.09.

La construcción de la capa de pavimento de hormigón asfáltico en caliente, diseñada por el Método Hveem o Marshall según se haya especificado, será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El contenido de asfalto, granulometría del agregado, densidad y regularidad del pavimento serán evaluados bajo la Subsección 107.05. Regularidad del pavimento y otras propiedades de calidad del agregado serán evaluadas bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

(a) Contenido de asfalto. Los límites superior e inferior de la especificación son los valores obtenidos y aprobados en la fórmula de trabajo, más o menos 0,4 por ciento.

(b) Graduación de los agregados. Los límites superior e inferior de la especificación son los valores obtenidos y aprobados en la fórmula de trabajo, más o menos las desviaciones permisibles mostradas en la Tabla 703-8. Ver Tabla 402-3 para la categoría de aceptación de las características de calidad.

(c) Densidad. El límite inferior especificado es 91 por ciento de la gravedad específica máxima (densidad) determinada de acuerdo con AASHTO T 209 como parte de la evaluación de la especificada en la Subsección 402.03.

(d) Lisura/regularidad del pavimento. La evaluación será hecha después de que todas las áreas defectuosas sean corregidas. Ver Subsección 401.16.

**402.18 Medición**

Medir los renglones listados en el Cartel para la Sección 402, de acuerdo con la Subsección 109.02.

**402.19 Pago**

Para los renglones de pago de la Sección 402 listados en el Contrato, las cantidades aceptadas serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida, excepto el pavimento de concreto asfáltico en caliente en el

que el precio unitario del contrato será ajustado de acuerdo a las Subsecciones 107.05 y 401.16. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección.

El pago para el pavimento de concreto asfáltico en caliente será hecho al precio determinado multiplicando el precio unitario del contrato por el factor de pago del material. El factor de pago del material es el factor de pago individual más bajo determinado para contenido de asfalto, gravedad específica (densidad), o cualquier malla individual de la granulometría del agregado.

Cuando el contrato contiene ítem de pago para pavimento de hormigón asfáltico en caliente, regularidad de pavimento, un ajuste separado será hecho para la regularidad del pavimento de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$A = 20\,300 (PF_{\text{regularidad}} - 1,00)(L)$$

donde:

A = Ajuste al pago en dólares según contrato por regularidad del pavimento.

L = Longitud total del proyecto en kilómetros de ruta de viaje incluyendo las áreas excluidas. La medición de la longitud del proyecto se hará con 3 decimales.

PF<sub>regularidad</sub> = Factor de pago por lisura con respecto al límite superior de la especificación determinado de acuerdo con la Subsecciones 401.16 y 107.05, después de completar el trabajo correctivo.

Cuando el contrato contiene un renglón de pago para pavimento de concreto asfáltico en caliente, según su regularidad, se deberá hacer un ajuste de pago separado. La cantidad de dólares del ajuste será determinada por la sumatoria de los factores de ajuste de pago determinados en la Subsección 401.16 por cada 0,1-kilómetros y multiplicando esa suma por el precio unitario del contrato.

Renglón de pago	Unidad de medida	
<b>CR.402.01</b> Capa de concreto asfáltico preparado en planta central en caliente (se debe especificar clase, grado y tipo de regularidad superficial), diseñado por la metodología Marshall.	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica	(Tm) ó (m³)
<b>CR.402.02</b> Capa de concreto asfáltico preparado en planta central en caliente (se debe especificar clase, grado y tipo de regularidad superficial), diseñado por la metodología Hveem.	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica	(Tm) ó (m³)
<b>CR.402.03</b> Concreto asfáltico para bacheo preliminar y capa de nivelación (se debe especificar clase y grado)	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica	(Tm) ó (m³)
<b>CR.402.04</b> Cemento asfáltico no modificado (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)
<b>CR.402.05</b> Relleno mineral	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)
<b>CR.402.06</b> Aditivo anti-desnudante (se debe especificar el tipo)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)

Tabla 402-3

Requisitos de muestreo y ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
		L.A. abrasión (agregado grueso)	---	AASHTO T 96	1 por tipo y fuente de materiales	Fuente de materiales	Si	Antes de la producción
Calidad de la fuente de materiales	Medida y ensayada para conformidad (107.04)	Pérdida sanidad sulfato de sodio (grueso y fino)	---	AASHTO T 104	"	"	"	"
		Equivalente de arena	---	AASHTO T 176, Método alternativo N° 2, método de referencia	"	"	"	"
		Graduación	---	AASHTO T 27 y T 11	1 por diseño de mezcla presentado	Aplamientos	Si	28 días antes de la producción
Concreto asfáltico (diseño de mezcla)	Medida y ensayo para conformidad (107.04)	Vacios	---	AASHTO T 209	"	"	"	"
		Susceptibilidad a la humedad	---	AASHTO T 165 y T 167	"	"	"	"
		Graduación	---	AASHTO T 27 y T 11	1 por 6 horas de producción pero no menos que 2 por día	Agregados (descarga de tolva o faja) o tomado de la faja	Si, cuando sea requerido	Final de la jornada
		Equivalente de arena	---	AASHTO T 176, Método alternativo N° 2, método de referencia	1 por tipo y fuente de materiales	"	"	"
Agregados (producción)	Medida y ensayo para conformidad (107.04)	Caras fracturadas	---	AASHTO T 5821	"	"	"	"
		Muestreo verificación fórmula de trabajo	---	AASHTO T 401.03	1 por aplamiento de agregados	"	---	21 días antes aprobación de la fórmula de trabajo

Tabla 402-3 (Continuación)

Requisitos de muestreo y ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Cemento asfáltico	Medición y ensayo para conformidad (170.04)	Calidad	---	Subsección 702.01	1 por fuente propuesta y diseño de mezcla	En la línea entre el tanque y la planta de mezclado	2 - 1 - L Muestra suministradas al contratante	---
Mezcla de concreto asfáltico (lodo)	Medición y ensayo para conformidad (170.04) Sección 105	Temperatura de la mezcla	---	---	1 por 2100 Tm de mezcla pero no menos de 5 muestras	En el vehículo de transporte antes de la descarga o en la compuerta de salida antes de la carga	---	Al completar el ensayo
Pavimento de concreto asfáltico en caliente (sección de prueba)	Estadística (107.05)	Graduación		AASHTO T 308, T 30 y T 110	Primera carga y como haya sido establecido por el Ingeniero de Proyecto de ahí en adelante	Detrás de la pavimentadora antes de la compactación	Sí	4 horas
		12,5 mm	I		3 mínimo			
		9,5 mm	II					
		4,75 mm	I					
		2,36 mm	I					
		425 µm	II					
		75 µm	I					
Otras mallas especificadas	II							
Contenido de asfalto	I		AASHTO T 308					

Tabla 402-3 (Continuación)  
Requisitos de muestreo y ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte	
Pavimento de concreto asfáltico en caliente (Tramo de Prueba)	Estadística (107.05)	Densidad de núcleo	I	AASHTO T 166 y T 209	Por lo menos 5 muestras por tramo de prueba	En sitio	Núcleos al Ing. de Proyecto después de determinar gravedad específica y compactación	---	
		Graduación		AASHTO T 308, T 30 y T 110	1 por 700 Tm	Detrás de la pavimentadora antes de compactar		4 horas	
		12,5 mm							
		9,5 mm	I						
		4,75 mm	II	"	"	"	"	"	"
Pavimento de concreto asfáltico en caliente (producción)	Estadística (107.05)	2,36 mm	I						
		425 µm	I	"	"	"	"	"	
		75 µm	II						
		Otras mallas especificadas	I	"	"	"	"	"	"
		Contenido de asfalto	II	"	"	"	"	"	"
Mezcla de concreto asfáltico en caliente (superficie final)	Estadística (107.05)	Densidad de núcleo (1)	I	AASHTO T 166 y T 209	"	En sitio	Núcleos al Ing. de Proyecto después de determinar gravedad específica	24 horas	
		Regularidad	I	FLHT 504	Ver Subsección 401.16	Ver Subsección 401.16	---	14 días después de la pavimentación	



Tabla 402-3 (Continuación)

Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Pavimento de concreto asfáltico en caliente (superficie plana)	Medida y ensayada para conformidad (107.04)	Regularidad	---	AASHTO PP 50, PP 51 y PP 52	Ver Subsección 401.16	Ver Subsección 401.16	---	14 días después de la pavimentación

(1) Cortar el núcleo muestra del pavimento de acuerdo con AASHTO T 230, método B. Rellenar y compactar los huecos de las muestras con concreto asfáltico.

Los núcleos deberán tener un diámetro de 150 mm. Realizar los ensayos de gravedad específica y espesor en ellos y entregar al Ingeniero de Proyecto después de que los ensayos han sido completados. Etiquetar los núcleos y protegerlos de daños debido al envío y alteraciones debidas a la temperatura durante el almacenamiento o transporte.

## **Sección 403.) MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA PROCESADA EN PLANTA DE PRODUCCIÓN EN CALIENTE**

### **403.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas utilizando mezcla asfáltica producida en planta de producción en caliente, considerando la incorporación de mezcla asfáltica reciclada y/o agregado reciclado, en conjunto con agregado nuevo, cemento asfáltico nuevo y/o agentes de reciclaje.

La granulometría del agregado en la mezcla final (combinación de agregado reciclado y agregado nuevo), el grado del cemento asfáltico (combinación de cemento asfáltico recuperado y cemento asfáltico nuevo), y el tipo de aditivo de mejoramiento de adherencia, deberán estar conforme las Tablas 703-15 a 703-17, la Subsección 702.01 y la Subsección 702.09, respectivamente.

### **403.02 Materiales.**

Los materiales a utilizar en este tipo de usos deben estar de acuerdo con las siguientes Subsecciones:

Agregado (mezclas Marshall)	703.07
Agregado (mezclas SUPERPAVE)	703.17
Aditivo de mejoramiento de adherencia	702.09
Cemento asfáltico	702.01
Relleno mineral	725.05
Agente de reciclaje	702.07

### **Requerimientos para la construcción**

### **403.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).**

La mezcla de concreto asfáltico reciclada será preparada usando agregados reciclados, mezcla asfáltica recuperada, agregado nuevo, cemento asfáltico nuevo, agente de reciclaje y/o aditivos, que cumplan con los requisitos especificados en la Sección 403.02.

La composición y requerimientos de la mezcla asfáltica deberá ajustarse a lo establecido en la Sección 401.03 ó 402.03 de acuerdo con la metodología de diseño (Marshall, Hveem o SUPERPAVE) definida. Se podrá usar hasta un 50 % de material reciclado en la mezcla asfáltica, determinado como porcentaje de peso de mezcla reciclado respecto del peso total de mezcla.

Se requiere que la entrega de la dosificación de diseño (contenido de asfalto total por peso total de mezcla, contenido de asfalto reciclado por peso total de mezcla, contenido de asfalto nuevo por peso total de mezcla, contenido de agente de reciclaje por peso total de mezcla, y el contenido de mezcla reciclada por peso total de mezcla, y granulometría de agregado nuevo a dosificar) esté disponible al menos 30 días antes del inicio de la producción. Para cada dosificación de diseño, se deberán suministrar muestras de acuerdo con la Subsección 401.03 o 402.03 apartados (a), (b), y (c), así como la siguiente información:

(a) Muestras de la mezcla asfáltica reciclada, muestras del agregado reciclado y agentes de reciclaje por incorporar, de acuerdo con la dosificación de diseño. En las cantidades señaladas por el Contratante.

Cuando sea necesario suministrar una muestra del pavimento existente, se deberá escarificar hasta la profundidad de remoción en las áreas definidas por el Contratante. Se sustituirá la porción de pavimento removida con una mezcla de concreto asfáltico aprobada por el Contratante, que no deberá contener material reciclado del mismo proyecto.

(b) Informes de laboratorio para el cemento asfáltico reciclado, el nuevo cemento asfáltico y el agente de reciclaje, de manera que se demuestre el cumplimiento del grado requerido para la combinación de dichos cementos asfálticos, en las proporciones establecidas por la dosificación de diseño, de acuerdo con la Sección 702.01.

La dosificación de diseño deberá ser evaluada y su aprobación considerada, de acuerdo con la Subsección 401.03 ó 402.03.

#### **403.04 Planta de procesamiento de mezcla asfáltica reciclada.**

Las plantas asfálticas deberán estar de conformidad con la Subsección 401.04 y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante en relación con el procesamiento de mezcla asfáltica reciclada. Adicionalmente deberán cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Plantas de bache. Las plantas de bache deberán ser modificadas de manera que se permita la introducción de mezcla asfáltica reciclada en la cámara de mezclado, usando métodos de conducción que eviten el contacto del cemento asfáltico con el secador. Se deberán diseñar tolvas de alimentación en frío, el sistema de conducción y las tolvas de alimentación especial, adyacentes al dosificador, en los casos donde se apliquen, con el propósito de evitar la segregación y acumulación de material asfáltico recuperado.

Se debe disponer el calentamiento del agregado nuevo y/o agregado reciclado (en caso de que se esté reciclando agregado de una capa granular), a una temperatura tal que suficiente calor sea transferido a la mezcla asfáltica recuperada, para producir una mezcla con temperatura uniforme dentro del rango especificado para la dosificación de diseño.

(b) Plantas con tambor secador y mezclador. Las plantas con tambor secador y mezclador deberán ser acondicionadas para evitar el contacto directo de la mezcla asfáltica recuperada con la llama del tambor secador y quemador, y para prevenir el sobrecalentamiento de la mezcla asfáltica reciclada.

#### **403.05 Construcción.**

La pavimentación con mezcla asfáltica reciclada se hará de acuerdo con las Subsecciones 402.05 a 402.16. El material reciclado no incorporado en las obras será retirado de acuerdo con la Subsección 211.03.

#### **403.06 Aceptación.**

El agente de reciclaje y el aditivo de mejoramiento de adherencia serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El cemento asfáltico será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 702.01.

La construcción de capas de mezcla asfáltica reciclada en planta de producción en caliente será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El contenido de asfalto, la granulometría del agregado, la densidad, la regularidad superficial, las deflexiones medidas en la superficie del pavimento, la deformación permanente y la fatiga de la capa asfáltica serán evaluados de acuerdo con la Subsección 107.05.

Las propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. (Ver Tabla 403-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo).

(a) Contenido de asfalto. Los límites de tolerancia del contenido de asfalto probado para la dosificación de diseño corresponden a  $\pm 0,50$  % multiplicado por el resultado de sumar uno más la razón de peso de mezcla asfáltica reciclada, respecto del peso total de mezcla (redondeando a la décima - 0,1 %- más cercana). (Ver categoría de aceptación de calidad en la Tabla 403-1).

Ejemplo: si se utiliza un 30 % de mezcla asfáltica reciclada, la desviación máxima tolerable con respecto a la dosificación de diseño será  $0,50 * (1,30) = 0,65$  %. Así, el rango de tolerancia será de  $\pm 0,70$  % a partir del contenido de asfalto aprobado en la dosificación de diseño.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de tolerancia de la granulometría correspondiente a la dosificación de diseño, son los indicados en la Tabla 703-8 multiplicados por el resultado de sumar uno más la

razón de peso de mezcla asfáltica reciclada, respecto del peso total de mezcla. Se requiere redondear el rango de tolerancia a la unidad porcentual entera más cercana, excepto en el caso del porcentaje de agregado pasando el tamiz No. 200, en que se debe redondear a la décima -0,1 % más cercana. (Ver categoría de aceptación de calidad en la Tabla 403-1).

Ejemplo: si se utiliza un 30 % de mezcla asfáltica reciclada, la desviación máxima tolerable para el porcentaje de agregado pasando el tamiz No. 200 respecto de la dosificación de diseño será  $2,0 * (1,30) = 2,60$  %. Así, el rango de tolerancia será de  $\pm 2,60$  % a partir del porcentaje de agregado que pasa el tamiz No. 200 aprobado en la dosificación de diseño.

(c) Densidad en sitio. El límite inferior de tolerancia para la densidad en sitio es 92 % de la densidad máxima teórica determinada a partir de AASHTO T 209. El límite superior de tolerancia para la densidad en sitio es 98% de la densidad máxima teórica determinada a partir de AASHTO T 209. En ambos casos se usará, como referencia para el cálculo de porcentaje de densificación, la densidad máxima teórica correspondiente a un muestreo aleatorio, para la producción de mezcla asfáltica correspondiente a la producción evaluada. La densidad en sitio será medida, para efectos de aceptación, en un plazo no mayor de 2 semanas posterior a la compactación. La categoría de pago en función de la calidad para densidad en sitio se indica en la Tabla 403-1.

(d) Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas recicladas en caliente. La evaluación para pago deberá realizarse después de la corrección, por el contratista, de todos los defectos identificados. Los criterios de aceptación en función de la calidad para la regularidad superficial, serán definidos por el Contratante para cada proyecto en particular. La categoría de pago en función de la calidad para regularidad superficial se indica en la Tabla 403-1.

(e) Deflexiones medidas en la superficie del pavimento. La evaluación para pago deberá realizarse después de la corrección por parte del Contratista de todos los defectos identificados. Los criterios de aceptación en función de la calidad para deflexión serán definidos por el Contratante para cada proyecto en particular. La categoría de pago en función de la calidad para deflexión se indica en la Tabla 403-1.

(f) Deformación permanente. Se aplica para mezcla asfáltica por colocar en capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes, o cuando el Contratante así lo requiera. La categoría de pago en función de la calidad para deformación permanente se indica en la Tabla 403-1.

(g) Fatiga. Se aplica a la mezcla asfáltica por colocar en capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes, o cuando el Contratante así lo requiera. La categoría de pago en función de la calidad para fatiga será definida de acuerdo con el criterio establecido por el Contratante para cada proyecto en particular. La categoría de pago en función de la calidad para fatiga se indica en la Tabla 403-1.

#### **403.07 Medida.**

Se medirá la mezcla de concreto asfáltico con material reciclado, cemento asfáltico nuevo, relleno mineral, agregado nuevo, agente de reciclaje y aditivo de mejoramiento de adherencia, por tonelada métrica o por metro cúbico, según defina el Contratante para cada proyecto en particular.

La escarificación será medida en conformidad con la Sección 415.

Tabla 403-1  
Muestreo y ensayo

Material o producto	Propiedad o característica	Categ.	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de superficie de concreto asfáltico procesado en planta en caliente, con material reciclado	Contenido de asfalto	I	AASHTO T 164	1 cada 500 Tm	Después de la colocación, antes de la compactación
	Granulometría (1)				
	4,75 mm	I	AASHTO T 30 (4)	1 cada 500 Tm	Después de la colocación, antes de la compactación
	600 µm	II			
	75 µm	I			
	Otros tamices especificados	II			
	Densidad en núcleos (2)	I	AASHT T 166 Y AASHTO T 209	1 cada 500 Tm	En sitio no más de dos semanas después de la compactación
	Regularidad superficial (3)	I	A definir por el Contratante	Sub-lotes de 0,1 m a lo largo de todo el proyecto	En sitio, posterior a la compactación
Deflexión en la superficie del pavimento (3)	I	A definir por el Contratante	Sub-lotes de 0,1 m a lo largo de todo el proyecto	En sitio, posterior a la compactación	
Deformación permanente (4)	I	En sitio, posterior a la compactación	A definir por el Contratante	A definir por el Contratante	
Fatiga (4)	I	En sitio, posterior a la compactación	A definir por el Contratante	A definir por el Contratante	

- (1) Usar sólo los tamices requeridos por las especificaciones de granulometría.
- (2) Cortar núcleos del pavimento compactado, de acuerdo con AASHTO T 230, método B. Llenar y compactar el hoyo correspondiente al muestreo con mezcla de concreto asfáltico.
- (3) Se aplica sólo a capas de superficie.
- (4) Para mezcla asfáltica por aplicar en capas asfálticas con vida útil de más de tres millones de ejes equivalentes, o cuando el Contratante lo requiera.

#### 403.08 Pago.

Las cantidades aceptadas por el Contratante, serán pagadas por renglón, según el precio de contrato, excepto en el caso de las capas de mezcla asfáltica con material recuperado, cuyo precio unitario de contrato será ajustado de acuerdo con las Subsecciones 107.05 y 110.05. El pago corresponderá a la compensación por los trabajos realizados de acuerdo con esta Sección.

El pago para capas de mezcla asfáltica procesada en planta de producción en caliente con material reciclado, será el producto del precio unitario del contrato y el factor de pago.

El factor de pago por aplicar será, según criterio del Contratante, alguno de los dos siguientes:

(a) El factor de pago más bajo determinado a partir de los criterios definidos por el Contratante.

(b) El promedio ponderado de los factores de pago por criterio individual, de acuerdo con los factores de ponderación definidos por el Contratante para un proyecto en particular.

El pago se realizará como sigue:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.403.01</b> Capa de concreto asfáltico reciclado preparado en planta de producción en caliente (se debe especificar clase, grado y tipo de rugosidad superficial), diseñado por la metodología Marshall.	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )
<b>CR.403.02</b> Concreto asfáltico para bacheo preliminar y capa de nivelación (se debe especificar clase y grado)	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )
<b>CR.403.03</b> Cemento asfáltico (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )
<b>CR.403.04</b> Relleno mineral	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )
<b>CR.403.05</b> Agente de reciclado	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )
<b>CR.403.06</b> Aditivo anti-desnudante (se debe especificar clase y grado)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )
<b>CR.403.07</b> Capa de concreto asfáltico reciclado preparado en planta de producción en caliente (se debe especificar clase, grado y tipo de rugosidad superficial), diseñado por la metodología SUPERPAVE.	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )

El Contratante definirá el criterio de unidad de medida correspondiente a cada proyecto ya sea por tonelada métrica o por metro cúbico. Así mismo, definirá la sección típica en los casos en que el pago sea por metro cúbico de acuerdo con la sección típica.

#### **Sección 404.) MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA APLICACIONES MISCELÁNEAS**

##### **404.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la aplicación de mezcla asfáltica procesada en planta de producción en caliente, para la construcción de aceras, ciclovías, drenajes o alcantarillas pavimentadas y vías menores (vida útil para menos de cien mil ejes equivalentes simples de 8200 kg).

##### **Requerimientos para la construcción**

##### **404.02 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).**

Se debe suministrar concreto asfáltico compuesto de piedra o grava triturada y cemento asfáltico, mezclados en una planta aprobada para la producción de mezcla procesada en caliente. Tanto los agregados, como el cemento asfáltico deben estar de acuerdo con los requisitos definidos por el Contratante. Este definirá, antes de iniciar las obras, si tales requisitos corresponden a los indicados en las Secciones 401, 702 y 703, o si se usan requisitos particulares para un contrato específico.

Se requiere suministrar las especificaciones de resistencia, calidad y granulometría para la mezcla asfáltica. Se debe incluir copia de los informes de laboratorio que demuestren que las propiedades de los agregados, cemento asfáltico, aditivos y mezcla cumplan con los requisitos definidos por el Contratante. Adicionalmente debe suministrarse la magnitud de la densidad máxima teórica determinada de acuerdo con AASHTO T 209.

#### **404.03 Preparación de la superficie.**

La superficie se preparará de acuerdo con la Subsección 303.07 o la Sección 209, si se trata de una estructura de pavimento u otros tipos de estructuras (drenajes), respectivamente.

#### **404.04 Limitaciones climáticas.**

La colocación de la mezcla asfáltica en caliente se hará sobre una superficie seca y no congelada, y cuando la temperatura del aire a la sombra sea de al menos 4 °C, con tendencia a subir.

#### **404.05 Transporte.**

La mezcla asfáltica será transportada en vehículos que estén en conformidad con la Subsección 401.11.

#### **404.06 Colocación.**

La colocación de la mezcla se hará mediante un pavimentador mecánico. Para la pavimentación de vías menores se considerarán espesores de capa de menos de 10 cm. En áreas donde no sea práctica la distribución y colocación por medios mecanizados (colocación y acabado), la mezcla asfáltica podrá ser colocada mediante métodos manuales u otros medios aprobados por el Contratante. Se debe construir una superficie uniforme en textura y sección transversal. Las juntas serán construidas de acuerdo con la Subsección 401.15.

#### **404.07 Compactación.**

(a) Pavimentación de vías menores: Se compactará la mezcla a un mínimo de 90 % de la densidad máxima teórica. Se determinará la densidad en sitio, mediante el uso de densímetros nucleares y/o extracción de núcleos. La compactación de la mezcla asfáltica debe realizarse por completo antes de alcanzar los 70 °C. La densidad máxima teórica de referencia será la correspondiente a un muestreo en el mismo día de la colocación.

(b) Pavimentación de aceras, conductos de agua pavimentados y otros:

Serán compactados con rodillos de operación manual, con un peso aprobado por el Contratante que se recomienda no sea menor a 130 kg, o con compactadoras mecanizado pequeño, con características aprobadas por el mismo.

Las áreas que no sean accesibles a los rodillos compactadores serán densificadas por el método que defina el Contratante.

#### **404.08 Regularidad superficial del pavimento.**

Se usará un codal recto de 3 m, en forma paralela a la línea de centro, para medición de irregularidades verticales. Se considerarán como áreas defectuosas aquellas que experimenten desviaciones superficiales por encima de 7 mm en distancias de 3 m (longitud del codal recto), entre dos puntos de contacto del codal recto y la superficie del pavimento. Las áreas con defectos serán corregidas por el método, y dentro del plazo, que el Contratante establezca.

#### **404.09 Aceptación.**

La mezcla de concreto asfáltico para aplicaciones misceláneas será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de obras con mezcla asfáltica en caliente para usos misceláneos será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Se aplicará el criterio de muestreo y ensayo de la Tabla 404-1, o aquel que sea definido por el Contratante.

#### 404.10 Medida.

Se medirá la mezcla de concreto asfáltico por tonelada métrica o por metro cúbico basado en la sección típica. La aplicación de uno u otro método de medida dependerán del criterio del Contratante para cada proyecto en particular.

#### 404.11 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 404.10, serán pagadas al precio unitario de contrato, para los renglones de pago listados a continuación, que figuren dentro de los términos contractuales y de acuerdo con las siguientes consideraciones adicionales:

(a) El pago determinado corresponderá a la compensación por los trabajos realizados en conformidad con esta Subsección.

(b) De especificarse la calidad de la mezcla asfáltica de acuerdo con la Subsección 401.03, se aplicará el criterio de pago de la Subsección 401.20.

(c) De especificarse en el contrato una metodología de pago, ésta se aplicará. En caso de que no se especifique, se pagará de acuerdo con el monto unitario del contrato, siempre que todas las inconformidades de la Tabla 404-1 hayan sido sujeto de reparación por el Contratista, y sean aceptadas por el Contratante.

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.404.01</b> Mezcla de concreto asfáltico para pavimentación de obras misceláneas	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica (Tm) ó (m <sup>3</sup> )

Tabla 404-1

#### Muestreo y ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (subsección)	Propiedad o caract.	Categ.	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo	Reporte
Pavimentación de obras misceláneas con mezcla asfáltica (404.07)	Medición y pruebas conforme (107.04)	Compactación (Calzada del pavimento)	---	Densímetro nuclear AASHTO T 310 o extracción de núcleos <sup>(1)</sup>	1 por cada 1000 metros cuadrados	En sitio, posterior a la colocación	Al completar las pruebas

(1) Cuando el Contratante requiera la extracción de núcleos, a partir de la capa compactada, se aplicará el método AASHTO T 210, método B. Los agujeros correspondientes al muestreo de núcleos, se tapanán con mezcla asfáltica aprobada por el Contratista y se compactarán por el medio definido por el Contratante.



## **Sección 405.) MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE GRANULOMETRÍA ABIERTA PARA CAPAS DE RUEDO**

### **405.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de una capa de ruedo de mezcla asfáltica de granulometría abierta (capa de fricción), procesada en planta de producción en caliente.

Las características del cemento asfáltico no modificado se describen en la Subsección 702.01.

Las características de los aditivos mejoradores de adherencia se describen en la Subsección 702.09. Cuando no se especifique el tipo de aditivo, usar Tipo 3 (cal).

### **405.02 Materiales.**

En conformidad con las siguientes Subsecciones:

Agregado	703.08
Aditivo mejorador de adherencia	702.09
Cemento asfáltico	702.01
Relleno mineral	725.05

### **Requerimientos para la construcción**

### **405.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).**

Diseñar una mezcla asfáltica de granulometría abierta a base de agregado, asfalto y aditivos de acuerdo con el procedimiento de diseño establecido por la Federal Highway Administration, en el documento "FHWA Technical Advisory T 5040.31, Open-Graded Friction Courses" de diciembre de 1990, o por otro método aprobado por el contratante. La granulometría de diseño debe cumplir con los requerimientos establecidos en la Tabla 703-8 (granulometría F). Se deben reportar los rangos de temperatura de mezclado y compactación, así como el fundamento técnico.

Se debe presentar la dosificación de diseño por escrito, con una anticipación de al menos 21 días previo al inicio de la producción en la planta asfáltica, para ser aprobada. Se deben presentar la información y muestras conformes con la Subsección 401.03. La dosificación de diseño deberá ser evaluada y aprobada de acuerdo con la Subsección 401.03.

### **405.04 Plantas procesadoras y pavimentadoras.**

El uso de plantas procesadoras de mezcla asfáltica en caliente deberá hacerse en conformidad con la Subsección 401.04. El uso de pavimentadoras deberá realizarse según lo señala la Subsección 401.05.

### **405.05 Preparación de la superficie.**

La superficie se deberá preparar de acuerdo a la Subsección 401.06.

### **405.06 Limitaciones climáticas.**

La colocación de mezcla asfáltica de granulometría abierta (capa de fricción) deberá realizarse en una superficie de apoyo seca, solamente cuando la temperatura bajo la sombra sea igual o superior a los 13 °C y la temperatura de la capa de superficie sea igual o superior a los 16 °C. La colocación de la mezcla asfáltica deberá suspenderse si cualquiera de las temperaturas mencionadas baja de los límites mínimos establecidos anteriormente.

#### **405.07 Preparación y mezclado del material.**

La preparación, mezclado y control de calidad del material deberá realizarse de acuerdo a lo establecido en las Subsecciones 401.08 a la 401.10, con la excepción de que la temperatura del agregado que se introduce en el tambor mezclador no deberá exceder la temperatura óptima de mezclado establecida en conjunto con la dosificación de diseño (Subsección 405.03).

#### **405.08 Transporte, colocación y acabado.**

La construcción de la mezcla asfáltica de granulometría abierta (capa de fricción) deberá realizarse en conformidad con las Subsecciones 401.11 a 401.13. La mezcla asfáltica deberá ser colocada dentro del rango de temperaturas reportado en conjunto con la dosificación de diseño (Subsección 405.03).

Con el fin de minimizar el drenaje de cemento asfáltico, se deberá descargar la mezcla en el pavimentador dentro de un plazo máximo de 1,5 horas, luego de cargada la vagoneta.

#### **405.09 Compactación.**

La mezcla asfáltica deberá ser compactada paralelamente a la línea centro de la calzada, empezando por los extremos exteriores de la capa asfáltica y progresando hacia el centro. Se deberá usar un compactador con rodillo de acero o llanta de hule de manera que al aplicarse la energía de compactación no deberá deformar, distorsionar o separar la mezcla debajo del rodillo. Cuando la compactación se realice en curvas superelevadas, la compactación deberá iniciar en la sección con menor elevación y se deberá avanzar a la sección de mayor elevación. La compactación deberá limitarse a aquella necesaria que garantice la consolidación de la mezcla asfáltica y su adhesión a la superficie subyacente o capa de soporte.

Se deberá proveer una superficie lisa en conformidad con la Subsección 404.08.

#### **405.10 Juntas y limpieza.**

Las juntas de construcción longitudinales y transversales serán construidas en conformidad con los requisitos establecidos por el Contratante, debiendo, en todo momento, utilizarse cortes verticales y sellarse de manera que se impida la entrada de humedad. Se deberá proteger la capa de ruedo construida con concreto asfáltico de granulometría abierta, de toda acción del tránsito, hasta que la misma haya desarrollado suficiente resistencia a la abrasión, desprendimiento y desgaste.

#### **405.11 Aceptación.**

Referirse a la Tabla 405-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo, y su importancia en cuanto a la aceptación de la calidad de la mezcla.

El relleno mineral y el aditivo mejorador de adherencia serán evaluados de acuerdo con lo establecido en las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El cemento asfáltico no modificado será evaluado conforme con lo establecido en las Subsecciones 107.04 y 702.09.

La construcción de la capa de ruedo con concreto asfáltico de granulometría abierta será evaluada según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El contenido de cemento asfáltico y la granulometría del agregado serán evaluados de acuerdo con la Subsección 107.05. Otras propiedades para garantizar la calidad del agregado serán evaluadas según indican las Subsecciones 107.02 y 107.04.

(a) Contenido de cemento asfáltico. Los límites de tolerancia inferior y superior están dados por el valor aprobado de dosificación de diseño  $\pm 0,5$  %. La categoría de pago en función de la calidad del contenido de cemento asfáltico se define en la Tabla 405-1.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de tolerancia inferior y superior están dados por el valor aprobado de dosificación de diseño  $\pm$  las desviaciones permisibles mostradas en la Tabla 703-8, granulometría F. La categoría de pago en función de la calidad de la granulometría del agregado se define en la Tabla 405-1.

**405.12 Medición.**

La medición de los ítems de la Sección 405 listados en los términos del contrato se realizarán en conformidad con la Subsección 110.02.

**405.13 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas según precisa la Sección 405, serán pagadas al precio establecido en el contrato, por unidad de medición, para los renglones de pago listados en los términos del contrato, a excepción del costo unitario de la mezcla asfáltica de granulometría abierta que se debe ajustar con respecto a la Subsección 107.05. El pago será la compensación completa del trabajo prescrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago para la mezcla asfáltica de granulometría abierta se cancelará a un monto determinado por la multiplicación del costo unitario establecido en el contrato y el factor de pago. El factor de pago del material es el mínimo factor de pago individual determinado a partir de la evaluación del contenido de cemento asfáltico o cualquier tamiz individual utilizado en la evaluación de la granulometría del agregado.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.405.01</b> Capa de base con mezcla asfáltica (se debe especificar la granulometría)	Tonelada métrica o metro cúbico de acuerdo con la sección típica	(Tm) ó (m³)
<b>CR.405.02</b> Cemento asfáltico (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)
<b>CR.405.03</b> Relleno mineral	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)
<b>CR.405.04</b> Aditivo de mejoramiento de adherencia (se debe especificar el tipo)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)

Tabla 405-1  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Mezcla asfáltica de granulometría abierta, procesada en planta en caliente	Estadística (107.05)	Contenido de cemento asfáltico	I	AASHTO T 308 ó T 164	1 por 250 Tm	Tolva receptora del pavimentador, posterior a la descarga de la vagoneta	Si	---
Granulometría								
		4,75 mm	I	AASHTO T 30	1 por 300 Tm	"	---	---
		75 µm	I					
		Otros tamices especificados	II					
Cemento asfáltico	Estadística (107.05)	Calidad	---	Subsección 702.01	1 por 250 Tm	Tubería entre tanque de almacenamiento y planta de mezclado	Si	---

## **Sección 406.) MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA CAPAS DE BASE**

### **406.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas de base, procesada en planta de producción en caliente.

La granulometría para capas asfálticas de base está designada en la Tabla 703-8.

Las características correspondientes al cemento asfáltico no modificado se describen en la Subsección 702.01.

Las características y clasificación de los aditivos mejoradores de adherencia se presentan en la Subsección 702.09.

### **406.02 Materiales.**

En conformidad con las siguientes Subsecciones:

Agregado	703.05
Aditivo mejorador de adherencia	702.09
Cemento asfáltico	702.01
Relleno mineral	725.05

### **Requerimientos para la construcción**

### **406.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).**

Se diseñará una mezcla de agregado, cemento asfáltico y aditivos que cumpla con los requisitos de granulometría de la Tabla 703-8, y con los requisitos de muestreo y ensayo según Tabla 406-1, exceptuando el contenido de vacíos en la mezcla que podrá estar entre 3,0 y 8,0 %.

La dosificación de diseño deberá ser presentada por escrito, con una anticipación de al menos 21 días de previo al inicio de la producción de la planta asfáltica. Se suministrará la información definida en la Subsección 401.03. Se suministrarán las muestras definidas en la Subsección 401.03. La dosificación de diseño será considerada para aprobación de acuerdo con la Subsección 401.03.

### **406.04 Plantas procesadoras.**

Deberá utilizarse una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con los requisitos de la Subsección 401.04, excepto en:

- Para mezcladoras de bache, la única acción de cribado requerida es la eliminación del sobretamaño.
- No se requiere la separación de las tolvas de alimentación para agregados de apilamiento.
- Para mezcladoras continuas, no se requiere contar con dos o más apilamientos de agregado.

### **406.05 Construcción.**

Se preparará la superficie de soporte para la capa de base de acuerdo con la Subsección 303.07. Se construirá la capa de base de acuerdo con las Subsecciones 401.05 a 401.15. Se proveerá una superficie lisa y uniforme según indica la Subsección 402.08.

### **406.06 Aceptación.**

El relleno mineral y el aditivo mejorador de adherencia serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El cemento asfáltico no modificado será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.04 y 702.09.

La construcción de capas de base con mezcla asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El contenido de asfalto, la granulometría y la densidad de la capa compactada serán evaluados de acuerdo con la Subsección 107.05.

Las propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver la Tabla 406-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

(a) Contenido de asfalto. Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada serán de  $\pm 0,5\%$ . La categoría de pago en función de la calidad para el parámetro de contenido de asfalto se indica en la Tabla 406-1.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada se presentan en la Tabla 703-8. La categoría de pago en función de la calidad para granulometría se indica en la Tabla 406-1.

(c) Densidad en sitio. El límite inferior de tolerancia para la densidad es 90 % de la densidad máxima teórica determinada a partir de AASHTO T 209 como parte de la evaluación para la dosificación de trabajo especificada en la Subsección 405.03. La categoría de pago en función de la calidad para densidad en sitio se indica en la Tabla 406-1.

#### **406.07 Medición.**

La unidad de medición para mezcla asfáltica de base, cemento asfáltico, relleno mineral y aditivo mejorador de adherencia será la tonelada métrica.

#### **406.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 406.07, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato, excepto en el caso de las capas de base con mezcla asfáltica, cuyo precio unitario de contrato será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago correspondiente será de acuerdo a la compensación por los trabajos realizados tal como se especifica en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago para capas de base con mezcla asfáltica será el producto del precio unitario del contrato y el factor de pago. El factor de pago a aplicar será el factor de pago más bajo determinado a partir de la evaluación de contenido de asfalto, densidad en sitio o cualquier tamiz individual utilizado para evaluar la granulometría del agregado.

El pago se realizará de acuerdo con:

(1) Utilizar solo los tamices indicados para la granulometría especificada.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.406.01</b> Capa de base con mezcla asfáltica (se debe especificar la granulometría)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )
<b>CR.406.02</b> Cemento asfáltico no modificado (se debe especificar el grado)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )
<b>CR.406.03</b> Relleno mineral	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )
<b>CR.406.04</b> Aditivo mejorador de adherencia (se debe especificar el tipo)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )

Tabla 406-1  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Característica	Categoría	Métodos de ensayo específico.	Frecuencia de ensayo	Ubicación de muestreo
Capa base con mezcla asfáltica, procesada en planta en caliente	Contenido de asfalto residual	I	AASHTO T 164	1 por 500 Tm	Vehículo de transporte, posterior a la descarga de planta
	Granulometría (1)				
	9,5 mm	I	AASHTO T 30	1 por 500 Tm	Vehículo de transporte, posterior a la descarga de planta
	4,75 mm	I			
75 µm	I				
	Otros tamices especificados	II			
	Densidad a partir de núcleos (2)	I	AASHTO T 166/ AASHTO T 209	1 por 500 Tm	En sitio, posterior a la compactación

(2) Obtener los núcleos en la capa compactada, de acuerdo con AASHTO T 230 (método B). Llenar y compactar los orificios de las muestras con mezcla asfáltica para base.

#### **Sección 407.) MEZCLA ASFÁLTICA DE GRADUACIÓN ABIERTA PREPARADA EN FRÍO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA**

##### **407.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica. Esta sección aplica para capas de base o para capas de ruedo.

La designación para el agregado en una mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica se presenta en la Tablas 703-6.

El grado de la emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03. Corresponderá al Contratante el definir el tipo de asfalto emulsificado.

##### **407.02 Materiales.**

En conformidad con las siguientes Subsecciones:

Agregado	703.09
Material de secado	703.13
Emulsión asfáltica	702.03
Agua	725.01

#### **Requerimientos para la construcción**

##### **407.03 Composición de la mezcla (Dosificación de diseño)**

Se presentará la dosificación correspondiente a una mezcla de agregado, emulsión asfáltica, aditivos y/o agua que cumpla con los requisitos de granulometría de la Tabla 703-10 y los parámetros de diseño de la Tabla

407-1.

El Contratista suministrará la dosificación de diseño, para su aprobación por el Contratante, por lo menos 21 días antes del inicio de los trabajos. El método de selección de la dosificación de diseño será establecido por el Contratante. Se deberá presentar la información requerida de acuerdo con la Subsección 406.03, debiendo, además, indicar el porcentaje de agua a incorporar en la mezcla (si aplica); deberá definirse un máximo contenido de humedad aproximado a la condición saturada superficie seca del agregado, determinada de acuerdo con AASHTO T 85.

La dosificación de diseño será evaluada y su aprobación considerada, por el Contratante, de acuerdo con la Subsección 401.03.

Tabla 407-1

**Requerimientos para mezcla asfáltica con granulometría densa y emulsión asfáltica**

Parámetros de Diseño	Especificación	Procedimientos de Ensayo
(a) Recubrimiento (%), mínimo		
Capa de base	50	Visual (ii)
Capa de ruedo	75	Visual (ii)
(b) Escurrimiento (Run off), porcentaje de asfalto residual máximo (%)	0,5	Visual (ii)
(c) Lavado (wash off), porcentaje de asfalto residual máximo (%)	0,5	Visual (ii)
(d) Combinado (Escurrimiento y lavado) porcentaje máximo (%)	0,5	Visual (ii)

i. De acuerdo con Instituto del Asfalto; Manual Series No. 19 (MS-19).

ii. Se debe evaluar la mezcla posterior al secado de superficie, cuantificando el porcentaje de partículas recubiertas.

**407.04 Plantas procesadoras.**

El Contratista podrá utilizar un tambor mezclador estacionario, una planta de bache, una planta de tambor secador y mezclador, o una planta continua, equipados con un sistema de dosificación por peso, o volumétrico, siempre que sea capaz de proveer un adecuado control de la cantidad de material ingresando en el mezclador, de conformidad con lo requerido por el Contratante.

Se utilizará una planta de mezclado que permita la variación en los tiempos de mezclado de 5 a 30 segundos, y que inyecte la emulsión asfáltica en la mezcla mediante un sistema de flujo y no como una aplicación de aspersión.

Se ubicará la planta de mezclado tan cerca del proyecto como sea práctico, a criterio del Contratista.

**407.05 Preparación de la superficie.**

Se preparará la superficie de acuerdo con la Subsección 401.06.

**407.06 Limitaciones climáticas.**

La capa de mezcla asfáltica con emulsión asfáltica deberá aplicarse en una superficie de apoyo seca, sin congelamiento, cuando la temperatura del aire, en la sombra, esté al menos sobre 10 °C y cuando la temperatura de la superficie de la capa de apoyo esté al menos sobre 4 °C.

No deberá colocarse mezcla asfáltica preparada con emulsión asfáltica cuando haya posibilidades de neblina, lluvias, lloviznas, congelamiento, o temperaturas por debajo de 2 °C, durante las 24 horas posteriores a la colocación de la capa.



#### **407.07 Mezclado.**

Se introducirá el material en la planta de mezclado de acuerdo con la dosificación de diseño aprobada por el Contratante. Se controlará el contenido de humedad en el agregado de los apilamientos, de manera que el contenido de humedad máximo de la dosificación de diseño no sea excedido. Se mezclará hasta lograr un recubrimiento uniforme del 70 al 95 %; determinado a partir de la inspección visual.

#### **407.08 Transporte, colocación y acabado.**

El Contratista deberá utilizar vehículos de transporte de conformidad con la Subsección 401.11. Se iniciará la colocación en el estacionamiento más alejado respecto a la planta de mezclado y se progresará en dirección hacia la planta. Se minimizará la circulación de vehículos de transporte sobre las capas de material previamente colocadas y no habrá circulación alguna de tránsito hasta que la capa esté compactada. Se eliminarán los restos de cemento asfáltico producto de derrames de los vehículos de transporte sobre las capas previamente construidas, en una base diaria.

Se colocará la mezcla por medio de pavimentadoras, que deberán ser conformes con la Subsección 401.05. Se distribuirá, nivelará y terminará la mezcla asfáltica a la pendiente y elevación necesaria para cumplir con el espesor definido por el Contratante. Se identificarán y tratarán las juntas longitudinales de acuerdo con la Subsección 401.13.

Se limpiará el pavimentador inmediatamente después de su uso fuera del área de trabajo. Se limpiará únicamente en los puntos donde la mezcla asfáltica no es descargada.

#### **407.09 Compactación.**

Se compactará cuando el contenido fluido (emulsión asfáltica y agua) esté dentro de un rango de  $\pm 2\%$  del contenido óptimo de fluido de la dosificación de diseño y cuando el contenido de asfalto residual esté dentro de un rango de  $\pm 0,5\%$  del correspondiente a la dosificación de diseño aprobada por el Contratante. Se compensará cualquier deficiencia en el contenido de asfalto residual mediante la aplicación de un sello asfáltico (Subsección 407.10), de conformidad con el Contratante.

El Contratista dispondrá de los compactadores requeridos para obtener la densificación sin desplazamiento superficial, agrietamiento o corrugación en la capa colocada, en cuanto a cantidad, peso y tipo. Los compactadores se utilizarán a una velocidad uniforme inferior a 5 km/h, con las llantas de propulsión en la posición más cercana al pavimento.

Se corregirá cualquier deformación plástica relacionada con el cambio de dirección del compactador, o con otras causas, de inmediato a su manifestación; se utilizarán rastrillos y mezcla asfáltica fresca para realizar dichas correcciones. No deberá alterarse el alineamiento y pendiente de los bordes de capa cuando se hagan correcciones.

Se iniciará la compactación en los lados y se progresará de forma paralela a la línea de centro. Se traslapará cada franja compactada en un ancho equivalente a la mitad del ancho del rodillo compactador, progresando gradualmente hacia la corona de la sección transversal. En curvas peraltadas, se iniciará la compactación en el extremo de menor elevación, progresando hacia el extremo de mayor elevación, traslapando pasadas de rodillo paralelas a la línea de centro. Se aplicará un mínimo de 3 pasadas completas de rodillo (ida y vuelta), usando un compactador sin vibración, de dos rodillos, y con un peso mínimo de 8 Tm, para la densificación inicial.

Inmediatamente después de la densificación preliminar, el Contratista aplicará el material de secado, utilizando un distribuidor diseñado para la aplicación uniforme de un material granular fino. Se distribuirá el agregado de secado a una tasa de 1,7 a 3,2 kg por metro cuadrado.

Se aplicará un mínimo de 2 pasadas completas, para la densificación intermedia, utilizando un compactador de llantas con neumáticos, con una presión de inflado de aproximadamente 275 kPa, para la densificación intermedia. Se deberá obtener una superficie de textura uniforme, con el mínimo de vacíos.

Se utilizará un compactador con dos llantas de acero, sin vibración, para la densificación final. Se continuará densificando hasta que todas las marcas de rodillo hayan sido eliminadas.

Se corregirán las áreas defectuosas mediante la remoción, o la incorporación de material adicional y la recompactación.

En los sitios inaccesibles para los compactadores, como cunetas, cabezales, muros, y otros, se compactará la mezcla por medio de densificadores manuales (tampers). Se construirán las juntas, se terminarán los bordes y se limpiarán los residuos sobre el pavimento de acuerdo con la Subsección 401.15.

#### **407.10 Sello asfáltico.**

Se permitirá que la superficie compactada cure por un mínimo de 2 días. El Contratista mantendrá la superficie libre de corrugaciones. Se repararán los desprendimientos con material aprobado por el Contratante. Se removerán los excesos de material de secado, polvo, u otras sustancias contaminantes.

Si la superficie final será utilizada como superficie de ruedo, se aplicará un sello asfáltico, correspondiente a una aplicación de emulsión asfáltica, por medio de un equipo distribuidor, de conformidad con la Subsección 409.04. Se utilizará el mismo tipo y grado de emulsión asfáltica de la mezcla asfáltica. Se incorporará agua a la emulsión asfáltica y se mezclarán ambos materiales hasta producir un material uniforme con una dosificación de 50 % de emulsión asfáltica y 50 % de agua añadida.

Cuando se introduzca agua en una emulsión CMS-2, CMS-2s o CMS-2h, el calentamiento del agua puede ser necesario.

Se aplicará la combinación de emulsión asfáltica y agua a una tasa de 0,2 a 0,7 litros por metro cuadrado.

#### **407.11 Tratamiento superficial.**

Se permitirá que la superficie cure por un mínimo de 10 días, de acuerdo con la Subsección 407.10. Cuando sea requerido por el Contratante, se colocará un tratamiento superficial de acuerdo con la Sección 409.

#### **407.12 Aceptación.**

El material de secado será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La emulsión asfáltica será evaluada según las Subsecciones 107.04 y 702.09.

La construcción de la capa de mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El contenido de asfalto residual y la granulometría del agregado serán evaluados de acuerdo con la Subsección 107.05. Otras propiedades de calidad del agregado serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Véase la Tabla 407-2 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

(a) Contenido de asfalto residual. Los límites de especificación máximo y mínimo corresponden al contenido de asfalto residual de la dosificación de diseño  $\pm 0,5$  %. Ver la Tabla 407-2 para la definición de las categorías de aceptación de calidad.

(b) Granulometría del agregado. Los límites de especificación máximo y mínimo corresponden a la granulometría de la dosificación de diseño  $\pm$  las desviaciones tolerables, indicadas en la Tabla 703-10.

El sello asfáltico será evaluado de conformidad con la Sección 412.

#### **407.13 Medición.**

Se medirán las cantidades de mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica, sello asfáltico y material de secado por tonelada métrica.

Se evaluará el tratamiento superficial según la Sección 412.

**407.14 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 407.13, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato, exceptuando la mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica, cuyo precio unitario será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.407.01</b> Mezcla asfáltica de graduación abierta preparada en frío con emulsión asfáltica (se debe especificar el grado de la emulsión asfáltica)	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m³)
<b>CR.407.02</b> Emulsión asfáltica (se debe especificar el grado)	Litro	(l)
<b>CR.407.03</b> Material de secado	Metro cuadrado	(m²)

### **Sección 408.) MEZCLA ASFÁLTICA PROCESADA EN FRÍO PARA CAPAS DE BASE INCORPORANDO MATERIAL DE RECICLADO**

**408.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de base procesadas en frío incorporando pavimento asfáltico reciclado y agregados reciclados, en combinación con nuevos agregados, agua, emulsión asfáltica, agente rejuvenecedor y cal.

El grado de emulsión asfáltica será designado conforme AASHTO M 140 o M 208.

**408.02 Materiales.**

En conformidad con las siguientes Subsecciones:

Agregado (nuevo)	703.06
Emulsión asfáltica	702.03
Cal	725.03
Pavimento asfáltico reciclado	703.19
Agente rejuvenecedor	702.07
Agua	725.01(c)

#### **Requerimientos para la construcción**

**408.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).**

El Contratista presentará la dosificación correspondiente a cada uno de los siguientes materiales: mezcla asfáltica reciclada, agregado reciclado, agregado nuevo, agua, emulsión asfáltica, agente rejuvenecedor para cementos asfálticos y/o cal; que cumpla con los parámetros de diseño (a), y (b) o (c) de la Tabla 408-1.

Se suministrará la dosificación de diseño, para su aprobación por el Contratante, por lo menos 21 días antes del inicio de los trabajos.

**Requerimientos para mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base  
incorporando material reciclado**

<b>Parámetros de Diseño</b>	<b>Especificación</b>	<b>Procedimiento de ensayo</b>
(a) Recubrimiento (%), mínimo (1) Capa de base	50	Visual (ii)
(b) Resistencia (iii) $R_i$ a $22,8 \pm 3$ °C (1) Cura temprana (iv), mínimo (2) Cura total y condicionamiento con humedad (v), mínimo	70  78	(iii)
(c) Estabilidad Marshall (kN) (1) Mínimo a $22,2 \pm 1$ °C (2) Estabilidad retenida (vi) (%), mínimo	2,22 50	AASHTO T 245

- i. De acuerdo con Instituto del Asfalto; Manual Series No. 19 (MS-19).
- ii. Se debe evaluar la mezcla posterior al secado de superficie, cuantificando el porcentaje de partículas recubiertas.
- iii.  $R_i = R + 0,05 C$
- Donde:
- R = valor de resistencia (AASHTO T 190).
- C = valor de cohesiómetro (AASHTO T 246)
- iv. Curado en molde durante 24 horas a la temperatura especificada.
- v. Curado en molde durante 72 horas a la temperatura especificada y con desecación de vacío.
- vi. Después de saturación de vacíos e inmersión.

Suministrar la siguiente documentación al menos 21 días antes del reciclado.

- (a) Agregado.
- Fuentes de pavimento asfáltico reciclado, agregados reciclados y nuevos agregados
  - Muestras proporcionales representativas del material asfáltico reciclado, agregado reclamado y agregado nuevo; aproximadamente 300 kilogramos en total. Obtener las muestras de material existente de conformidad con la Subsección 401.03.
- (b) Emulsión asfáltica y agente rejuvenecedor.
- Porcentaje de emulsión asfáltica y agente rejuvenecedor a ser dosificado por peso total de mezcla, o la tasa de aplicación si la aplicación en rociador es usada
  - Fuente, certificados técnicos y muestra de 20 litros de la emulsión asfáltica y agente rejuvenecedor a ser usado en la mezcla. Suministrar las muestras en contenedores plásticos
- (c) Agua. Porcentaje de agua a ser dosificado por peso total de mezcla
- (d) Cal.
- Porcentaje de cal a ser dosificado por peso total de mezcla
  - Fuente y certificados técnicos

**408.04 Preparación de la superficie.**

Para mezclado en sitio, se debe limpiar, retirar y disponer de cualquier tipo de vegetación y desecho que se encuentre en la superficie al menos a una distancia de 200 mm desde el borde del pavimento a reciclar. Los trabajos se llevarán a cabo en conformidad con la Sección 201. Preparar la superficie en conformidad con la Subsección 303.06.

**408.05 Limitaciones climáticas.**

La colocación de mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material de reciclado deberá realizarse en una superficie de apoyo seca, solamente cuando la temperatura bajo la sombra sea igual o superior a los 10 °C y la temperatura de la capa de superficie sea igual o superior a los 4 °C. La colocación de la mezcla asfáltica deberá suspenderse si se prevé niebla, lluvias, hielo o temperaturas por debajo de los 2 °C hasta 24 horas posterior a la colocación de la mezcla.

**408.06 Mezclado.**

El Contratista utilizará mezcladores rotatorios, máquinas escarificadoras en frío, sistemas de procesamiento móviles en serie, plantas mezcladoras estacionarias, u otro equipo aprobado por el Contratante para la producción de la mezcla asfáltica reciclada en frío. De usarse emulsión asfáltica, mezclar de la siguiente forma:

- (a) Mantener la temperatura del agregado entre 16 °C y 80 °C
- (b) Mantener la temperatura de la emulsión asfáltica dentro de los rangos aprobados
- (c) Combinar y mezclar en seco la mezcla de agregado durante un período suficiente de manera que se garantice una granulometría uniforme. Agregar los aditivos y agua primero. Agregar la emulsión asfáltica por último.

Mezclar el material hasta que las partículas estén debidamente recubiertas, la mezcla tenga un color uniforme, y las partículas estén debidamente distribuidas de gruesas a finas.

Para el mezclado en sitio se utilizarán equipos auto-propulsados, capaces de escarificar, triturar, mezclar, dosificar, y colocar la mezcla asfáltica. Se utilizarán equipos con sistemas de medición capaces de regular la tasa de adición de emulsión asfáltica, agente rejuvenecedor de cementos asfálticos, y agua. El Contratista ajustará la velocidad de avance y/o el número de pasadas para obtener una mezcla uniforme.

Para el mezclado en una planta procesadora, el Contratista utilizará los equipos apropiados para la escarificación y la trituración del pavimento existente, a criterio del Contratante. Se utilizarán equipos mezcladores de flujo continuo o de proporcionamiento por tandas (planta de bache), equipados con dispositivos de dosificación en buen funcionamiento y capaces de medir las cantidades específicas de los respectivos materiales.

El contenido de emulsión asfáltica, agente rejuvenecedor para cementos asfálticos y/o contenido de cal definidos por la dosificación de diseño, podrán ser ajustados, previa autorización del Contratante, con base en la evaluación de los resultados en el sitio del proyecto.

**408.07 Distribución, acabado y compactación.**

Transportar el material en conformidad con la Subsección 401.11. Distribuir y acabar la mezcla en conformidad con la Subsección 407.08, excepto: si una pavimentadora no es usada, distribuir la mezcla en la superficie preparada en una capa uniforme. Brindar el alineamiento, pendiente y sección transversal. Movilizar equipo de carga uniformemente sobre el ancho de la superficie para minimizar el ahuellamiento o compactación no uniforme. Compactar la mezcla en conformidad con la Subsección 407.08, tipo A.

Después de que la capa de base con mezcla asfáltica procesada en frío ha sido compactada, no se permitirá ningún tránsito por al menos 2 horas. Se permitirá la cura del pavimento de acuerdo con la Subsección 407.08, antes de la colocación de la siguiente capa, o la protección de la superficie con un sello asfáltico de acuerdo con la Subsección 416.09.

**408.08 Aceptación.**

Ver Tabla 408-2 para requisitos de muestreo y ensayo.

El agente rejuvenecedor y la cal serán evaluados de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.03

La emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.03, 107.04, y 702.09.

El agregado (nuevo) será evaluado según las Subsecciones 107.02, 107.03, y 107.04.

La construcción de la mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material de reciclado será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. La densidad de la mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material de reciclado será evaluada en conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**408.09 Medición.**

La medición de los ítems de la Sección 408 listados en los términos del contrato se realizará en conformidad con la Subsección 110.02 y lo siguiente tal como sea aplicable.

Cuando la medición se realice por tonelada métrica, no se cobrará por la emulsión asfáltica, agente rejuvenecedor para cementos asfálticos, agua y cal contenida en la mezcla.

Medir el ancho horizontal por metro cuadrado. Cuando la medición es por metro cuadrado, se definirá el ancho de manera que incluya el ancho de la superficie de la base, medida en perpendicular a la línea de centro, y cualquier grado de ensanchamiento en las curvas; se definirá la longitud en paralelo a la línea de centro de la calzada.

Se medirá la cantidad de material en la capa de sello asfáltico de acuerdo con la Sección 412.

**408.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas en conformidad con la Sección 408, serán pagadas al precio establecido en el contrato, por unidad de medición, para los renglones de pago listados en los términos del contrato. El pago será la compensación completa del trabajo prescrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.408.01</b> Mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material reciclado	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.408.02</b> Mezcla asfáltica procesada en frío para capas de base incorporando material reciclado	Metro cúbico (m³)
<b>CR.408.03</b> Emulsión asfáltica (se debe especificar el grado)	Litro (l)
<b>CR.408.04</b> Agente rejuvenecedor para cementos asfálticos	Litro (l)
<b>CR.408.05</b> Cal	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.408.06</b> Cemento	Tonelada métrica (Tm)

Tabla 408-2

Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Ubicación de muestreo	Dividir muestra	Reporte
Emulsión asfáltica (702.03)	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Calidad	---	Subsección 702.03	1 por 130 Tm pero no menos de 5 muestras	Tubería entre tanque de almacenamiento y planta de mezclado	Sí	---
	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Densidad	---	AASHTO T 310	1 por 500 m <sup>2</sup>	En sitio	---	24 horas
Agregado (nuevo)	---	Granulometría	---	AASHTO T 27 AASHTO T 11	1 por cada 3500 m - carril	En sitio, posterior a la compactación		

## **Sección 409.) MEZCLA ASFÁLTICA PROCESADA EN FRÍO PARA CAPAS DE BASE INCORPORANDO MATERIAL NUEVO Y MATERIAL RECICLADO**

### **409.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de base incorporando pavimento asfáltico procesado en frío, a partir de métodos y equipos apropiados para la escarificación, reciclado, e incorporación de adiciones de cemento asfáltico mezclado y colocación de mezcla asfáltica preparada en frío en sitio, en una sola pasada del equipo. Esta aplicación no considera la incorporación de agregado nuevo, adicional al contenido en la capa existente que se está reciclando

La compactación de la capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio será designada con el tipo A o B, de acuerdo con la Subsección 409.08.

El grado de la emulsión asfáltica o asfalto rebajado corresponderá a la designación de la Subsección 702.03 y 702.02, según el caso. Corresponderá al Contratante definir el tipo de emulsión asfáltica.

### **409.02 Materiales.**

De conformidad con las siguientes Subsecciones:

Emulsión asfáltica	702.03
Cal	725.03
Agente rejuvenecedor para cementos asfálticos	702.07
Agua	725.01(c)
Asfalto rebajado	702.04

### **Requerimientos para la construcción**

### **409.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño).**

El Contratista deberá suministrar lo siguiente, con una anticipación de 28 días de previo al inicio de las labores de reciclado en frío en sitio, cuando la compactación tipo A sea designada:

- (a) Razón de aplicación del cemento asfáltico, agente rejuvenecedor y cal, cuando apliquen
- (b) Nombre, currículum vitae y referencias de un profesional competente en la operación de reciclado en frío en sitio. Este profesional será el encargado de dirigir las labores del Contratista; sus responsabilidades se definen en la Subsección 409.03 (c)
- (c) Secuencia de operaciones para el reciclado en frío en sitio, incluyendo los requerimientos de equipos y personal
- (d) Diez núcleos de diámetro igual o mayor a 150 mm, seleccionados sobre la capa asfáltica a reciclar, de manera aleatoria en la totalidad del sitio del proyecto
- (e) Fuente y muestra de siete litros del cemento asfáltico
- (f) Fuente y muestra de siete litros de agente rejuvenecedor
- (g) Fuente y muestra de un kilogramo de cal viva, siempre que se incluya en la dosificación de diseño
- (h) Hojas con recomendaciones de seguridad para los diferentes materiales a utilizar en las obras de reciclado

Corresponderá al Contratante evaluar y aprobar: a) la dosificación de diseño; b) el profesional responsable por parte del Contratista; y c) la secuencia operativa (incluyendo requerimientos de equipos y personal).

### **409.04 Preparación de la superficie.**

El Contratista deberá preparar la superficie de acuerdo con la Subsección 303.07 (c). Deberá limpiarse la vegetación y demás sustancias extrañas a la estructura de pavimento existente, a una distancia de hasta



0,50 m del borde de pavimento a reciclar. Cuando la capa a reciclarse sea relativamente delgada ( $< 125$  mm) deben corregirse las superficies que están muy deterioradas, asegurando así que el espesor de la capa terminada sea uniforme (tanto transversal como longitudinalmente).

Las correcciones de la forma y de la sección transversal de la vía incluyen cambios en el bombeo (sobreelevaciones), así como ajustes menores a la pendiente general para atenuar irregularidades pronunciadas tales como montículos y depresiones. Los deterioros profundos y los ahuellamientos deben considerarse dentro de este tipo de irregularidades, pero los asentamientos mayores y las renivelaciones que superen el espesor de la capa reciclada tienen que corregirse incorporando material nuevo.

#### **409.05 Limitaciones climáticas.**

Se cumplirán los requisitos de la Subsección 408.05.

#### **409.06 Fresado del pavimento existente.**

El Contratista deberá utilizar equipo autopropulsado con las siguientes características:

- (a) Equipado con un control automatizado para la profundidad de corte
- (b) Capaz de mantener una profundidad de corte uniforme
- (c) Capaz de fresar a la profundidad requerida en una única pasada, abarcando al menos la mitad del ancho de la capa a reciclar, o un carril, el que sea mayor
- (d) Capaz de triturar el material fresado

El equipo de fresado no deberá dañar el material a profundidades mayores a la de corte.

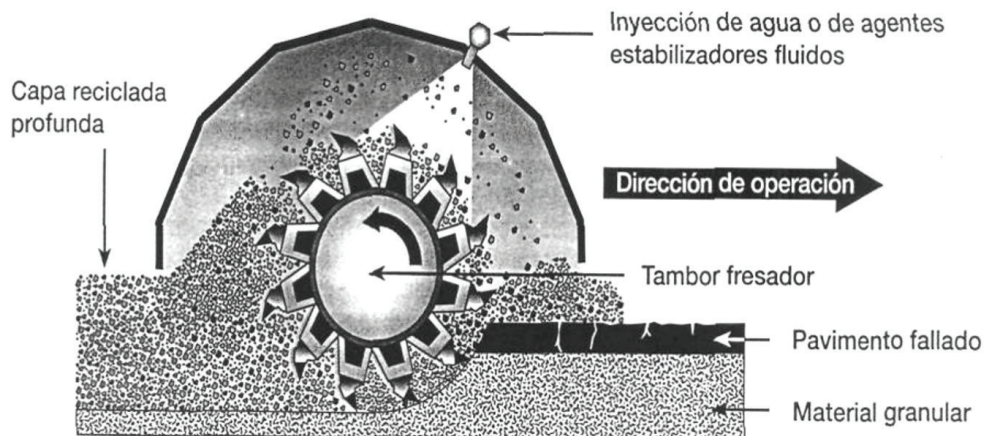
El tamaño máximo para las partículas de agregado fresado y triturado será de 25 mm.

#### **409.07 Mezclado y dosificación.**

El contratista deberá producir una mezcla asfáltica homogénea y uniforme, dosificando el material fresado, la emulsión asfáltica, el agua y demás adiciones.

El Contratista deberá cumplir con los siguientes requisitos de equipamiento:

- (a) Equipo de mezclado. Deberá usarse equipo auto-propulsado de acuerdo con los siguientes requisitos: Contará con un sistema de bombeo de desplazamiento positivo, con un sistema de cierre automático, que permita la adición de emulsión asfáltica y/o agente rejuvenecedor sólo cuando se haya descargado material fresado en la cámara de mezclado, y que se desconecte automáticamente cuando el equipo se detenga. El sistema de bombeo deberá ser capaz de suplir una tasa de 0 a 10 % de emulsión asfáltica por peso del agregado, con una tolerancia de  $\pm 0,1$  % respecto al porcentaje de dosificación de diseño. Contará con un dispositivo de dosificación calibrado y sincronizado con el sistema de bombeo de emulsión asfáltica, para regular la cantidad de emulsión asfáltica incorporada en la cámara de mezclado. Contará con un sistema de medición de la tasa de flujo y dosificación de la emulsión asfáltica y/o agente rejuvenecedor en la mezcla.

**Detalle de la actividad de reciclaje.**

(b) Equipo para la incorporación de la cal. Cuando se incorpore cal, sea porque se incluya como un renglón de pago o porque el Contratista lo especifique en su dosificación de diseño, ésta deberá incorporarse por medio de alguno de los siguientes métodos:

-Método seco. El Contratista deberá utilizar un distribuidor calibrado para aplicar la cal en forma granulada, sobre la capa de pavimento a reciclar, adelante del equipo de fresado y mezclado. Se aplicará la cal de reacción acelerada sobre el ancho abarcado por el equipo de fresado. Posterior al fresado, se incorporará suficiente agua para hidratar la cal.

-Método húmedo. El contratista deberá utilizar equipo de mezclado diseñado para producir lechadas asfálticas. Se adaptará el equipo de mezclado con un sistema de dosificación para la cal viva y el agua en un porcentaje de 0,50 % por peso. Los tanques de transporte deberán tener un sistema de agitación para mantener la cal viva en suspensión en el agua. Se deberá proveer una lechada fluida con la cal en suspensión en el agua, con la cantidad de cal de reacción acelerada a incorporar en la mezcla asfáltica reciclada. Se introducirá la lechada fluida con la cal en suspensión al frente del equipo de escarificación. Se dosificará la cantidad de lechada fluida con la cal en suspensión con una tolerancia de  $\pm 10\%$  de la dosificación de diseño.

-Control. El Contratista controlará continuamente y evaluará las operaciones de fresado, mezclado y colocación, realizando los ajustes de dosificación aprobados por el Contratante, para maximizar la calidad de la capa de base asfáltica reciclada. Los ajustes podrán incluir la dosis de aplicación de emulsión asfáltica, la dosis de aplicación de la cal de reacción acelerada y la dosis de aplicación de agua, así como la secuencia de las operaciones de reciclado, para tomar en cuenta las variaciones en las condiciones de los materiales fresados.

**409.08 Distribución, terminado y compactación.**

El Contratista dispondrá de un pavimentador de conformidad con la Subsección 401.05, con la capacidad de recuperar y alimentarse con la totalidad de material reciclado en la superficie escarificada. No deberá haber calentamiento del material en el momento de su reincorporación sobre la superficie escarificada.

El Contratista colocará y distribuirá la mezcla reciclada de acuerdo con el alineamiento, pendiente y elevación requeridos por el Contratante.

(a) Compactación inicial. La compactación de la capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio se realizará de conformidad con el tipo de designación:

(1) Tipo A. En un plazo de una a dos horas posterior a su colocación se deberá compactar la mezcla reciclada de acuerdo con la Subsección 401.14, excepto que deben utilizarse compactadores con rodillos neumáticos con peso de al menos 27 Tm. No deberán estacionarse o maniobrarse los compactadores sobre las capas de mezcla asfáltica reciclada no compactadas. Se iniciará la compactación con rodillos neumáticos, hasta que no se aprecie ningún desplazamiento con la acción de los compactadores. Se utilizarán compactadores con rodillos de acero, en modo estático o vibratorio, para lograr densificación adicional.

Se compactará la mezcla asfáltica reciclada hasta obtener un mínimo de densidad, inmediatamente después de colocada y compactada, de 90 % de la densidad de los especímenes de laboratorio preparados de acuerdo con AASHTO T247 a 60°C; debe evitarse la sobrecompactación. Se deberá medir la densidad de los especímenes de laboratorio de acuerdo a AASHTO T166. La densidad de la mezcla reciclada en sitio deberá estar conforme con AASHTO T310. En el caso del uso de compactadores pesados vibratorios de frecuencia dual (>15 toneladas de masa estática), se debe asegurar primero que se compacte con una vibración de baja frecuencia y gran amplitud, para densificar la parte inferior de la capa, luego debe compactarse la parte superior de la capa con alta frecuencia y baja amplitud. Se medirá la densidad de los especímenes de laboratorio de acuerdo con AASHTO T 166. Se medirá la densidad de la mezcla asfáltica reciclada compactada en el sitio de las obras de acuerdo con AASHTO T 238.

(2) Tipo B. Se compactará la mezcla reciclada de conformidad con los siguientes equipos, secuencia y número de pasadas de compactador.

(a) Seis a ocho pasadas de compactador con doble rodillo. Deberán utilizarse compactadores con rodillos vibratorios, con un peso mínimo de 5,5 toneladas métricas, y equipados con control de frecuencia y amplitud.

(b) Ocho a doce pasadas de compactador con neumáticos de hule. Deberán utilizarse compactadores con un peso mínimo de 900 kilogramos por llanta y una presión de contacto de 550 kilo Pascales.

(c) Cuatro a seis pasadas de compactador con rodillos de acero en modo estático, con una presión mínima de 1,7 Megapascales.

Se mantendrá todo tránsito y equipo fuera de la capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio, al menos durante dos horas posterior a la finalización de la compactación inicial.

(b) Regularidad del pavimento. De inmediato, luego de la compactación inicial, el Contratista deberá medir la regularidad superficial, de acuerdo con la Subsección 401.16 (b); las áreas consideradas como defectuosas, de acuerdo con el criterio definido por el Contratante, serán corregidas en la forma aprobada por éste.

(c) Compactación final. Se deberá compactar de acuerdo con la designación del tipo correspondiente.

i. Tipo A. De previo a la colocación de la siguiente capa sobre la base asfáltica reciclada, se compactará la mezcla reciclada hasta obtener una densidad de 92 % de la densidad medida en el laboratorio.

ii. Tipo B. Al menos tres días después de la compactación inicial, se continuará la aplicación de esfuerzos de densificación mediante compactadores con neumáticos de hule y rodillos de acero en modo estático, cuando la temperatura superficial exceda los 22 °C. Se utilizará un mínimo de cuatro pasadas sobre la superficie con cada compactador.

(d) Curado y protección de superficie. El Contratista deberá reparar cualquier daño en la base asfáltica reciclada durante la etapa de curado. Deberán seguirse los siguientes lineamientos:

a. Mezcla reciclada con cal viva. Deberá aplicarse una sobrecapa asfáltica sobre la base reciclada en un plazo inferior a 21 días posterior al reciclado.

b. Mezcla reciclada sin cal viva. Deberá aplicarse una sobrecapa asfáltica posterior a la cura de la base asfáltica reciclada dentro de un plazo de 7 a 21 días. No deberá colocarse la sobrecapa hasta que el contenido de humedad en la base reciclada sea inferior o igual a 1,5 por ciento, de acuerdo con AASHTO T 310, o hasta que haya transcurrido un lapso de 21 días posterior al reciclado.

#### **409.09 Sello de emulsión asfáltica “fog seal”.**

Cuando el Contratante requiera la aplicación de un sello con emulsión asfáltica “fog seal”, el Contratista deberá aplicarlo sobre la superficie de la base asfáltica reciclada en frío en sitio. Para tal propósito, deberá diluirse la emulsión asfáltica con un 50 por ciento de agua, por volumen, y aplicarse en una tasa de 0,20 a 0,90 litros por metro cuadrado, de acuerdo con lo establecido en la Sección 411.10. Se deberá aplicar un material de secado de acuerdo con la Sección 703.13.

#### **409.10 Aceptación.**

La emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.03, 107.04 y 702.03.

La cal viva será evaluada de acuerdo con la Subsección 107.03.

La construcción de la capa de base con mezcla asfáltica reciclada en frío en sitio será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. La compactación tipo A será evaluada de acuerdo con la Subsección 107.04. Véase la Tabla 409-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensayo.

La regularidad superficial para la capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### **409.11 Medida.**

Se medirán las cantidades de mezcla asfáltica de base reciclada en frío en sitio por kilómetro–carril, por metro cuadrado o en condiciones especiales, de acuerdo a lo que determine el Contratante. Cuando la medición es por metro cuadrado, se definirá el ancho de manera que incluya el ancho de la superficie de la base y cualquier grado de ensanchamiento en las curvas; se definirá la longitud a lo largo de la línea de centro de la calzada.

Se medirá la cantidad de cemento asfáltico por litro.

Se medirá la cantidad de material en la capa de sello con emulsión asfáltica por litro, incluyendo la cantidad de agua usada para dilución.

#### **409.12 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 409.11, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.409.01</b> Capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio (se debe indicar el tipo de compactación)	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.409.02</b> Capa de base asfáltica reciclada en frío en sitio (se debe indicar el tipo de compactación)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.409.03</b> Emulsión asfáltica (se debe especificar el grado)	Litro (l)
<b>CR.409.04</b> Sello con emulsión asfáltica “fog seal” (se debe indicar el tipo de emulsión asfáltica)	Litro (l)
<b>CR.409.05</b> Cal	Tonelada métrica (Tm)

Tabla 409-1

Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Ubicación de muestreo	Dividir muestra	Tiempo para reportar
Emulsión asfáltica (702.03)	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Calidad	---	Subsección 702.03	1 por 130 Tm pero no menos de 5 muestras	Tubería entre tanque de almacenamiento y planta de mezclado	Sí	---
	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Densidad	---	AASHTO T 310	1 por 500 m <sup>2</sup>	En sitio	---	24 horas
Agregado (nuevo)	---	Granulometría	---	AASHTO T 27 AASHTO T 11	1 por cada 3500 m - carril	En sitio, posterior a la compactación		

## Sección 410.) MEZCLAS ASFÁLTICAS PROCESADAS EN FRÍO DE GRADUACIÓN DENSA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA

### 410.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la preparación y colocación de una o más capas de mezcla asfáltica procesada en frío. Este trabajo también consiste en la preparación y colocación de mezcla asfáltica procesada en frío y colocada en bacheo para mantenimiento temporal de superficies de ruedo.

### 410.02 Materiales.

Agregado pétreo y relleno mineral: deberán cumplir con los requisitos establecidos en la sección 703.

La mezcla de agregados grueso y fino y relleno mineral se ajustará a alguna de las graduaciones indicadas en la tabla 410-1 siguiente.

Tabla 410-1  
Graduaciones para mezclas densas en frío

TAMIZ	% POR PESO QUE PASA POR LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA (AASHTO T-27 Y T-11)		
	DF-12	DF-20	DF-25
37,5 mm	--	--	100
25,0 mm	--	100	80 - 95
19,0 mm	100	80 - 95	--
12,5 mm	80 - 95	--	62 - 77
9,5 mm	--	60 - 75	--
4,75 mm (N° 4)	50 - 65	47 - 62	45 - 60
2,36 mm (N° 8)	--	35 - 50	--
60 µm (N° 30)	--	13 - 23	--
75 µm (N°200)	--	3 - 8	--

Las curvas deben ser continuas, bien graduadas y su diferencia básica se refiere al tamaño máximo nominal que sirve para la fijación del espesor de capa.

### 410.03 Composición de la mezcla asfáltica.

Material Bituminoso: dependiendo del tipo y origen del agregado utilizado se deberá utilizar una emulsión asfáltica que sea catiónica, con velocidad de rompimiento lenta y controlada, de tipo CSS-1 o CSS-1h, que cumpla los requisitos de calidad establecidos en la sección 702.03 y en la tabla 410-2, además debe ser sea compatible con los agregados pétreos por emplear.

Tabla 410-2

## Especificación de emulsiones catiónicas de rotura lenta

ENSAYOS SOBRE LA EMULSIÓN	CSS-1		CSS-1h	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Viscosidad Saybolt Furol a 25 °C (seg)		200		100
Contenido de agua en volumen (%)		43		43
Estabilidad al almacenamiento -Sedimentación a los 7 días (%)		5		5
Residuo por destilación (%)	57		57	
Ensayo de tamizado por malla N° 20 (%)		0,1		0,1
Rotura Mezcla con cemento (%)				2
Pruebas en el asfalto residual producto del ensayo de destilación				
Carga		Positiva		Positiva
pH		6		6
(a) Penetración a 25 °C, 100 g, 5 s	60 - 100	100 - 250	60 - 100	100 - 250
(b) Solubilidad en tricloroetileno (%)	97		97	
(c) Ductilidad a 25 °C, 50 min / min	40		40	

Agua: El agua por utilizar en la elaboración de mezclas densas en frío deberá estar limpia y libre de materia orgánica. Su pH, medido de conformidad con la norma ASTM D-1293, deberá encontrarse entre cinco y medio y ocho (5,5 – 8,0) y el contenido de sulfatos, expresado como  $SO_4$  y determinado según norma ASTM D-516, no podrá ser mayor de un gramo por litro (1 g/litro).

#### 410.04 Fórmula de la mezcla para la obra.

La mezcla asfáltica densa en frío deberá estar compuesta de agregados, material de relleno mineral, emulsión asfáltica del tipo especificado en el Cartel de Licitación, así como cualquier aditivo que fuese necesario incorporar. Las proporciones establecidas en que se mezclen los agregados, aditivos y la emulsión asfáltica, se conocerán como "Fórmula de la mezcla para la obra".

Será responsabilidad del Contratista realizar el diseño de la mezcla y el proceso de colocación y compactación cumpliendo lo establecido en los siguientes apartados:

(a) Compatibilidad de emulsión y agregados.

Debe existir una excelente afinidad entre la emulsión y el agregado. Las emulsiones catiónicas se comportan bien con la mayoría de los agregados calizos (básicos) y son las que se deben usar en el caso de los agregados silíceos (ácidos).

Con el fin de facilitar la afinidad emulsión – agregado se deben aplicar correctos procedimientos de mezclado en sitio, bajo condiciones climáticas que no afecten negativamente la interacción durante el proceso de puesta en obra y curado, debido a su influencia en el tiempo de rotura de la emulsión, así como la energía de compactación adecuada para efectos de eliminar el agua de curado, principalmente en la colocación de sobrecapas.

(b) Contenido óptimo de agua de mezclado.

Cuando se usen emulsiones catiónicas es necesaria la adición de agua a la mezcla, usando cualquiera de los siguientes procedimientos:

-Mezclando agua y agregados durante un cierto tiempo, después añadir la emulsión y de nuevo mezclar, ó

-Mezclando los tres componentes (emulsión, agregado y agua) hasta que se obtenga una mezcla uniformemente coloreada.

El tiempo de mezclado es de dos (2) minutos y se debe agregar el agua en el mezclador previo a la introducción de la emulsión. El agregado de la fracción fina (pasando tamiz No.4) debe estar totalmente envuelto y el agregado de la fracción gruesa debe estar recubierto en más de un 75 %.

Debido a la diferencia entre el proceso de envuelta en laboratorio y en campo, se debe evitar un excesivo tiempo de mezclado en sitio para evitar lavar el asfalto de los agregados.

(c) Compactación.

Se debe elegir el momento adecuado para realizar la compactación de la mezcla en frío. Si se compacta la mezcla luego de que la emulsión ha roto completamente será casi imposible compactarla y si se hace cuando la mezcla tiene un contenido de agua superior al óptimo, la densidad no será satisfactoria. Considerando que la rotura de la emulsión y el contenido de agua son simultáneos, la compactación en obra, deberá iniciarse inmediatamente después de la extensión.

Se hará, ante todo, una determinación de la humedad de compactación mediante el ensayo modificado de compactación AASHTO T-180, método D.

El proceso de compactación debe ajustarse de acuerdo a lo determinado en uno o varios tramos de prueba. Se debe realizar un tramo de prueba cada vez que se den cambios en las fórmulas de trabajo o cuando las características de las capas subyacentes, características geométricas y/o topográficas de la ruta cambien. Durante la ejecución de los tramos de prueba, la extensión de la mezcla se realizará en las mismas condiciones que en la futura puesta en obra, en cuanto al ancho y espesor de la capa y en tramos de 100 m de longitud y controlando las velocidades de extendido.

En el primer ensayo del tramo de prueba variará únicamente el orden del tren de compactación y el número de pasadas, fijando la carga lineal para los rodillos metálicos, la carga y presión de inflado para los rodillos neumáticos y la frecuencia y amplitud de la vibración para los rodillos vibratorios.

El orden del tren de compactación dependerá de la maquinaria puesta a disposición de la obra, debiendo establecerse las máquinas que deben efectuar la compactación inicial, la principal y el acabado.

En cuanto al número de pasadas y la zona de actuación de cada compactador dependerá de su capacidad y de la velocidad de extendido, teniendo en cuenta que, fijada esta última, el número máximo y mínimo de pasadas dependerá de la velocidad del compactador. El número teórico de pasadas para una cobertura de la superficie extendida viene dado por la relación:

Consecuentemente el número real de pasadas será mayor debido a los traslapes.

$$\frac{\text{ancho x velocidad del compactador}}{\text{ancho x velocidad de la extendedora}}$$

En los compactadores neumáticos se usarán, en las pasadas iniciales, presiones de inflado bajas y cargas mayor o menor según la capa sea más o menos gruesa. Para la compactación principal será necesaria una mayor presión de contacto y carga total.

Los compactadores vibratorios pueden realizar la compactación inicial sin vibrar y la principal vibrando, variando la amplitud y frecuencia de acuerdo al espesor de la capa.

La compactación principal de capas gruesas es normal realizarla con compactador de neumáticos, vibratorio o mixto.



(1) Selección del contenido de asfalto residual óptimo.

El contenido de asfalto residual óptimo es aquel que proporciona la máxima estabilidad sobre la muestra saturada, previos ajustes, teniendo en cuenta la absorción, pérdida de estabilidad, vacíos totales y recubrimiento de los agregados.

Los requerimientos exigidos son:

- Estabilidad de la muestra saturada: > 500 kg
- Vacíos Totales: 2 – 8 %
- Pérdida de estabilidad: < 50 %
- Absorción de agua: < 4 %
- Recubrimiento de agregados: > 50 %

El contenido óptimo teórico del ligante se calculará utilizando métodos basados en la superficie específica de los agregados; y luego, se aumentará o reducirá en proporciones variables el ligante a partir de este óptimo teórico para elaborar mezclas y someterlas al ensayo de inmersión-comprensión.

El criterio para la determinación del contenido óptimo del ligante es:

- Resistencia seca (Rs)  $\geq 60 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistencia húmeda (Rh)  $\geq 50 \text{ Kg/cm}^2$
- Resistencia retenida  $\left( Rr = \frac{Rh}{Rs} \times 100 \right) \geq 75 \%$

Todos los parámetros de esta especificación deberán tener un ajuste en obra, sin embargo se deben cumplir las siguientes cantidades:

Granulometría	DF-12	DF-20	DF-25
Asfalto residual en peso respecto agregados (%)		4 - 5,5	
Espesor de la capa compactada	< 4	4 - 6	> 6
Densidad (gr/cm <sup>3</sup> )		2,2 - 2,4	
% vacíos		3 - 8	

#### 410.05 Producción y colocación de la mezcla asfáltica preparada en frío.

(a) Planta mezcladora: La mezcla densa en frío deberá fabricarse en plantas apropiadas, capaces de manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados que exija la fórmula de trabajo adoptada. Las plantas deberán cumplir todas las regulaciones vigentes sobre el control de polución.

Si se utiliza una planta fija para la fabricación de una mezcla densa en frío, esta podrá ser de tipo continuo o discontinuo y deberá disponer del número necesario de tolvas, con sus dosificadores, que le permita manejar simultáneamente el número de fracciones de agregados disponibles para obtener la granulometría seleccionada para la elaboración de la mezcla.

Las instalaciones de tipo discontinuo deberán estar provistas de dispositivos de dosificación por peso cuya exactitud sea superior al medio por ciento (0,5 %). Los dispositivos de dosificación de agua y ligante tendrán una exactitud, como mínimo, de tres por mil (0,3 %). Deberá disponerse de un sistema idóneo de almacenamiento y alimentación para el ligante, el cual deberá ser distribuido uniformemente en el mezclador, y las válvulas que controlan su entrada no deberán permitir fugas ni goteos.

Si se emplea una instalación de tipo continuo, un sistema de bandas transportará los agregados desde las tolvas en frío hasta el mezclador, que será del tipo de ejes gemelos, donde se incorporarán el agua y el ligante bituminoso. Los dosificadores de agua y ligante deberán estar sincronizados con los dosificadores de los agregados, de manera que se pueda reproducir la fórmula de trabajo. La planta deberá disponer, además, de

dispositivos para su calibración a la presión de trabajo, y para la toma de muestras. En caso de que se incorporen aditivos a la mezcla, la instalación deberá poseer un sistema de dosificación exacta de ellos.

Las mezclas densas en frío podrán elaborarse también en plantas ambulantes montadas sobre bastidores autopropulsados, las cuales actuarán al mismo tiempo como extendedoras. Constarán de una tolva de recepción de agregados ya mezclados y con la graduación adecuada, de depósitos para el agua y la emulsión y para eventual uso de aditivos, así como de dispositivos de alimentación de todos los materiales. Las plantas ambulantes dispondrán además, de una extendedora que regule el espesor y proporcione el perfil transversal y un buen acabado superficial.

Se permitirá el empleo de instalaciones de diferente tipo a las descritas en este artículo, siempre que cuenten con el visto bueno del Ingeniero de Proyecto, una vez que se hayan realizado los ensayos que demuestren la calidad de la mezcla fabricada con ellas.

(b) Equipo de transporte: Tanto los agregados como las mezclas elaboradas en plantas fijas se transportarán en vagones debidamente acondicionados para tal fin. Los agregados y las mezclas deberán cubrirse con lonas u otros cobertores adecuados, asegurados a la carrocería, para protegerlos y prevenir emisiones contaminantes.

(c) Equipo de colocación de la mezcla: La colocación y terminación de las mezclas densas en frío se efectuarán con una pavimentadora autopropulsada, adecuada para extender y terminar la mezcla con un mínimo de precompactación de acuerdo con los anchos y espesores especificados. La pavimentadora deberá estar equipada con un vibrador y un distribuidor de tornillo sin fin, de tipo reversible, capaz de colocar la mezcla uniformemente por delante de los enrasadores. Deberá contar con un sistema de dirección adecuado y velocidades para retroceder y avanzar. Además, deberá disponer de dispositivos mecánicos compensadores para obtener una superficie pareja y formar los bordes de la capa sin uso de formaletas, que sean ajustables para lograr la sección transversal especificada con el espesor de diseño u otra ordenada por el Ingeniero. Si se determina que 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 Ingeniero exigirá su inmediata reparación o sustitución. Cuando la mezcla se realice en una planta ambulante, la misma planta efectuará la extensión de la mezcla sobre la superficie.

(d) Equipo de compactación: Se deberán utilizar compactadores autopropulsados de rodillos metálicos, estáticos o vibratorios, tándem y de neumáticos. El equipo de compactación será aprobado por el Ingeniero, con base en los resultados obtenidos en el tramo de prueba. Todos los compactadores deberán estar dotados de dispositivos para limpieza de los rodillos o neumáticos durante la compactación y para mantenerlos húmedos en caso necesario.

Los compactadores de rodillos no deberán dejar surcos ni irregularidades en la mezcla colocada. Los compactadores vibratorios dispondrán de dispositivos para eliminar la vibración al invertir la marcha, y es aconsejable que el dispositivo sea automático. Los de neumáticos tendrán ruedas lisas, en número, tamaño y disposición tales que permitan el traslape de las ruedas delanteras y traseras. Las presiones, estáticas o dinámicas, y las presiones de contacto de los diversos tipos de compactadores, serán las necesarias para obtener la compactación adecuada y homogénea de la mezcla en todo su espesor, pero sin producir rotura del agregado.

(e) Equipo adicional: En caso de que la mezcla asfáltica se elabore en plantas ambulantes, deberá disponerse de vehículos adecuados para el suministro permanente de agregados, agua y emulsión a las plantas.

Además, deberá disponerse de los elementos de limpieza, preferiblemente barredora o sopladora mecánica, así como de herramientas menores para efectuar correcciones localizadas durante la extensión de la mezcla.

(f) Proceso de colocación de la mezcla asfáltica en frío: el extendido de la mezcla deberá comenzar a partir del borde de la calzada hacia el centro y en el lado inferior de las secciones peraltadas. La mezcla se colocará en franjas de ancho apropiado para realizar el menor número de juntas longitudinales y obtener la mayor continuidad de la operación de extendido, teniendo en cuenta el ancho y pendientes de la sección, las necesidades del tránsito, las características de la pavimentadora y la producción de la planta.

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.

Detrás de la pavimentadora, deberá disponerse de un número suficiente de obreros especializados, agregando mezcla y enrasándola, según sea necesario, con el fin de obtener una capa que, una vez compactada, se ajuste enteramente a las disposiciones indicadas en esta sección.

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

En los sitios en que no resulte posible el empleo de máquinas pavimentadoras o plantas ambulantes, la mezcla podrá extenderse a mano. La mezcla se descargará fuera de la zona que se vaya a pavimentar, y se distribuirá en los lugares correspondientes por medio de palas y rastrillos, en una capa uniforme y de un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a los planos o a las instrucciones del Ingeniero, dentro de las tolerancias establecidas en la presente especificación.

No se permitirá la extensión de mezclas densas en frío cuando la temperatura ambiente a la sombra y la de la superficie sea inferior a diez grados centígrados (10 °C) o haya presencia o amenaza de lluvia.

(g) Compactación de la mezcla: La compactación de la mezcla se realizará de acuerdo con el plan propuesto por el Contratista y aprobado por el Ingeniero durante el tramo de prueba. La compactación deberá empezar en los bordes y avanzar gradualmente hacia el centro; en curvas peraltadas, la compactación deberá iniciarse en el borde inferior y avanzar hacia la parte superior, paralelamente al eje de la vía y traslapando cada pasada en la forma aceptada por el Ingeniero, hasta que la superficie total se haya compactado. Los rodillos deberán llevar su llanta motriz del lado cercano a la pavimentadora, y los cambios de dirección se harán sobre la mezcla ya compactada.

La compactación deberá realizarse 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. Los equipos y dispositivos de compactación deberán estar siempre limpios y, si es necesario, húmedos.

En los lugares inaccesibles a los equipos normales de compactación, el proceso se efectuará utilizando equipos de tamaño y diseño adecuados para realizar la compactación en estos sitios.

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

(h) Juntas de construcción: Las juntas presentarán la misma textura, densidad y acabado que el resto de la capa compactada.

Las juntas entre pavimentos nuevos y viejos, o entre capas colocadas en días sucesivos, deberán hacerse cuidándose de asegurar su perfecta adherencia. A todas las superficies de contacto de franjas construidas con anterioridad se les aplicará una capa uniforme y ligera de emulsión asfáltica (capa de liga) antes de colocar la siguiente capa, dejándola curar suficientemente.

El borde transversal de la capa colocada con anterioridad se cortará verticalmente, con el objeto de dejar una superficie plana y vertical en todo su espesor, la cual deberá ser impregnada con emulsión asfáltica. La nueva mezcla se extenderá contra la junta y se compactará y alisará con dispositivos adecuados, debe colocarse un espesor en el que queden niveladas ambas superficies antes de permitir el paso del equipo de compactación.

Las juntas transversales en la capa de rodadura se compactarán transversalmente.

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 Ingeniero lo considere necesario, se añadirá mezcla que, después de colocada y compactada con pisones, se compactará mecánicamente.

Deberá procurarse que las juntas de capas superpuestas guarden una separación mínima de cinco metros (5m), en el caso de las transversales, y de quince centímetros (15 cm) en el caso de juntas longitudinales.

(i) Apertura al tránsito: No se permitirá el paso del tránsito hasta que la mezcla compactada pueda soportar el paso de los vehículos sin que se produzcan deslizamientos ni deformaciones. Si resulta inevitable permitir la circulación antes de que la mezcla presente una condición estable, se deberá limitar la velocidad a veinte kilómetros por hora (20 Km/h) e impedir que sobre la capa se produzcan aceleraciones, desaceleraciones o giros bruscos.

(j) Reparaciones: Todos los defectos no advertidos durante la colocación y compactación, tales como protuberancias, juntas irregulares, depresiones, irregularidades de alineamiento y de nivel, deberán ser corregidos por el Contratista y sin costo para el Contratante. El Contratista deberá proporcionar el personal competente, capaz de ejecutar a satisfacción las correcciones de todas las irregularidades del pavimento construido.

#### **410.06 Muestras de pavimento.**

El Contratista deberá cortar muestras de testigos del pavimento compactado (núcleos) después de transcurrido el período de cura de la mezcla, conforme se haya determinado en el tramo de prueba. La toma de testigos se hará de acuerdo con lo establecido en el ensayo AASHTO T-230.

(a) Muestreo y ensayo de aceptación de mezclas densas en frío (graduación y contenido de asfalto residual)

La mezcla será sometida a muestreo y ensayo para determinar la graduación y el contenido de asfalto residual conforme con la Tabla 410-1.

El contenido de asfalto residual deberá estar en  $\pm 0,5$  por ciento del contenido óptimo residual establecido en la "Fórmula de trabajo".

Las muestras para aceptación de cada lote deberán tomarse empleando un método aleatorio. Los resultados de los ensayos de las muestras para aceptación serán evaluados para establecer los niveles de calidad a partir de los cuales se determinará un factor de pago, de acuerdo con lo dispuesto en la Subsección 107.05.

(b) Muestreo y ensayo de aceptación de mezclas densas en frío (resistencia)

De la mezcla elaborada diariamente, se tomarán como mínimo dos muestras y se moldearán probetas (4 por muestra), para verificar, en el laboratorio, la resistencia en el ensayo inmersión – compresión.

Dos de las probetas se curarán en seco y dos se curarán en condición húmeda.

La resistencia media de las probetas curadas en seco, así como las curadas en condición húmeda ( $R_m$ ), no deberá ser inferior al noventa por ciento (90 %) de la resistencia media ( $R_{md}$ ), obtenida en el diseño para cada condición (seca o húmeda).

$$R_m \geq 0,9 R_{md}$$

Además, la resistencia de cada probeta individual ( $R_i$ ) deberá ser igual o superior al ochenta por ciento (80%) de la resistencia media ( $R_m$ ) aplicable a cada condición (seca o húmeda).

$$R_i \geq 0,8 R_m$$

La resistencia retenida ( $R_t$ ), definida como la razón de la resistencia promedio de las probetas en condición seca y la resistencia promedio de las probetas bajo condición húmeda, deberá ser como mínimo de cincuenta por ciento (50 %).

$$R_t \geq 0,50$$

Si uno o más de estos requisitos se incumplen, se rechazará el tramo al que pertenecen las muestras.

(c) Muestreo y ensayo de aceptación de mezclas densas en frío (compactación)

Las determinaciones de densidad de la capa compactada se realizarán mediante la extracción de núcleos, tomados con una frecuencia mínima de uno (1) por cada 500 Tm.

La densidad media del tramo (o lote) evaluado ( $D_m$ ) deberá ser como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad media obtenida de probetas compactadas en el laboratorio, según el método de ensayo inmersión-compresión descrito en el apartado anterior.

$$D_m \geq 0,95 D_e$$

La densidad de cada testigo individual ( $D_i$ ) deberá ser igual o superior al noventa y cinco por ciento (95 %) de la densidad media del tramo ( $D_m$ ).

$$D_i \geq 0,95 D_m$$

Las comprobaciones de la compactación se realizarán una vez cumplido sustancialmente el período de curado de la mezcla, según se haya determinado en el tramo de prueba. La toma de testigos se efectuará de acuerdo con el ensayo AASHTO T-230.

(d) Muestreo y ensayo de aceptación de mezclas densas en frío (espesor)

En los tramos escogidos para el control de la compactación, el Ingeniero determinará el espesor medio de la capa compactada ( $e_m$ ), el cual no podrá ser inferior al de diseño ( $e_d$ ).

$$e_m \geq e_d$$

El espesor obtenido en cada determinación individual ( $e_i$ ) no deberá ser inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de diseño.

$$e_i \geq 0,9 e_d$$

El incumplimiento de alguno de estos requisitos implicará el rechazo del tramo.

(e) Ensayo de aceptación de mezclas densas en frío (tolerancia de la superficie)

Después del aplanado final, se deberá verificar el acabado de la capa. El Contratista deberá corregir, sin costo para la Administración, cualquier defecto, conforme lo indicado en la Sección 408.

La superficie final deberá ser verificada utilizando un codal de tres metros de longitud, suministrado y operado por el Contratista, en los lugares seleccionados por el Ingeniero. El codal deberá aplicarse tanto perpendicular como paralelamente a la línea centro de la carretera.

La variación de la superficie desde el borde del codal, entre dos puntos de contacto con la superficie, no deberá exceder de  $\pm 8$  mm.

(f) Control de regularidad superficial (IRI)

La regularidad de la superficie se determinará conforme a lo establecido en la Subsección 411.13 de estas especificaciones generales.

(g) Control de textura superficial (resistencia al deslizamiento)

La resistencia al deslizamiento (coeficiente de fricción) debe cumplir la normativa nacional vigente o no debe presentar valores inferiores de "Grip Number" de 0,48 medidos con el "Grip Tester".

#### 410.07 Aceptación.

La mezcla asfáltica densa procesada en frío para aplicaciones misceláneas será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de capas con mezcla asfáltica densa procesada en frío para aplicaciones misceláneas será evaluada de conformidad con la Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### 410.08 Medida.

La unidad de medición para mezcla asfáltica densa procesada en frío para aplicaciones misceláneas será la tonelada métrica o el metro cúbico para secciones típicas, a definir por el Contratante.

#### 410.09 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 410.07, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago corresponderá a la compensación por los trabajos realizados de acuerdo con esta Sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.410.01</b> Mezcla asfáltica densa procesada en frío	Tonelada métrica o metro cúbico
	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )

La frecuencia de muestreo mínima, el punto de muestreo y el tamaño del lote deberán ajustarse a lo establecido en la Tabla 410-3.

Tabla 410-3  
Muestreos y ensayos

Material	Propiedad o caract.	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia mínima	Punto de Muestreo
MEZCLA DENSA EN FRÍO	Contenido de asfalto	I	AASHTO T-164	1 por cada 500 Tm ó 1 por día	Detrás de la plancha de la acabadora (FINISHER), antes de la compactación o durante la descarga en la planta
	Resistencia retenida <sup>(2)</sup>		I.N.V.E-738		
	Graduación <sup>(1)</sup>				
	4,75 mm (Nº 4)	I	AASHTO T-30	1 por cada 500 Tm ó 1 por día	Detrás de la plancha de la acabadora (FINISHER), antes de la compactación o durante la descarga en la planta
	2,35 mm (Nº 8)	I			
	300 mm (Nº 50)	I			
	75 µm (Nº 200)	I			
	Otras mallas especificadas	II			
	Núcleos	I	AASHTO T-230	1 por cada 500 Tm ó 1 por día	En el sitio después del período de curado

(1) Use solamente las mallas indicadas para la graduación especificada

(2) No se aplica al método estadístico. El control de la resistencia retenida se hará de conformidad con la Subsección 410.04 de esta Sección.

## Sección 411.) TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ASFÁLTICOS

### 411.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción de un tratamiento superficial asfáltico simple o múltiple con agregado o agregado pre-recubierto. Este trabajo también incluye la construcción de un riego asfáltico de niebla (fog seal) sin agregado.

La designación para agregado en tratamientos superficiales se muestra en las Tablas No. 411-2, 411-3 y 411-4.

La designación del asfalto se muestra en AASHTO M 20 o M 226 para el cemento asfáltico y en AASHTO M 140 o M 208 para asfaltos emulsionados y asfaltos emulsionados.

### 411.02 Materiales.

De conformidad con las siguientes Subsecciones:

Agregado	703.10
Cemento asfáltico	702.01
Material de secado	703.13
Emulsión asfáltica	702.03
Asfalto rebajado	702.04

### Requisitos para la construcción

### 411.03 Dosificación de diseño.

Para tratamientos superficiales se deberá suministrar la siguiente información, junto con muestras de los materiales, para la aprobación por el Contratante, con una anticipación de 21 días al inicio de las obras.

(a) Muestras de agregado. Al menos tres muestras por apilamiento con un tamaño de muestra de 35 kg cada una para determinar el rango de granulometría correspondiente a cada uno.

(b) Granulometría de diseño. Se debe suministrar la dosificación porcentual de cada apilamiento a ser utilizado, así como la granulometría de diseño correspondiente (porcentajes pasando cada tamiz especificado).

(c) Muestras de ligante asfalto. 2 litros de material asfáltico o de la emulsión asfáltica del mismo origen, tipo y grado utilizado en la construcción del tratamiento superficial. Entiéndase por material asfáltico al tipo particular siguiente: cemento asfáltico, emulsión asfáltica o asfalto rebajado.

(d) Temperatura del asfalto. Se deberá aplicar el asfalto a la temperatura indicada en la Tabla 702-10.

(e) Velocidades de aspersión. La velocidad de aspersión del agregado y del material asfáltico.

### 411.04 Equipamiento.

Deberá disponerse del siguiente equipamiento para las obras:

(a) Distribuidor de asfalto. Ver Figura 411-1.

Capaz de calentar de manera uniforme el material asfáltico del tipo y grado a utilizar en las obras

Barra de aplicación por rocío ajustable, con un ancho mínimo de 4,6 m

Sistema de control que incluya un tacómetro, medidor de presión de rocío (manómetro), dispositivo

indicador para medir el volumen o un tanque calibrado que permita distribuir el asfalto de manera uniforme sobre el ancho total con una precisión de  $\pm 0,08 \text{ L/m}^2$  con respecto la dosificación de diseño  
Termómetro para medir la temperatura del material almacenado en el tanque

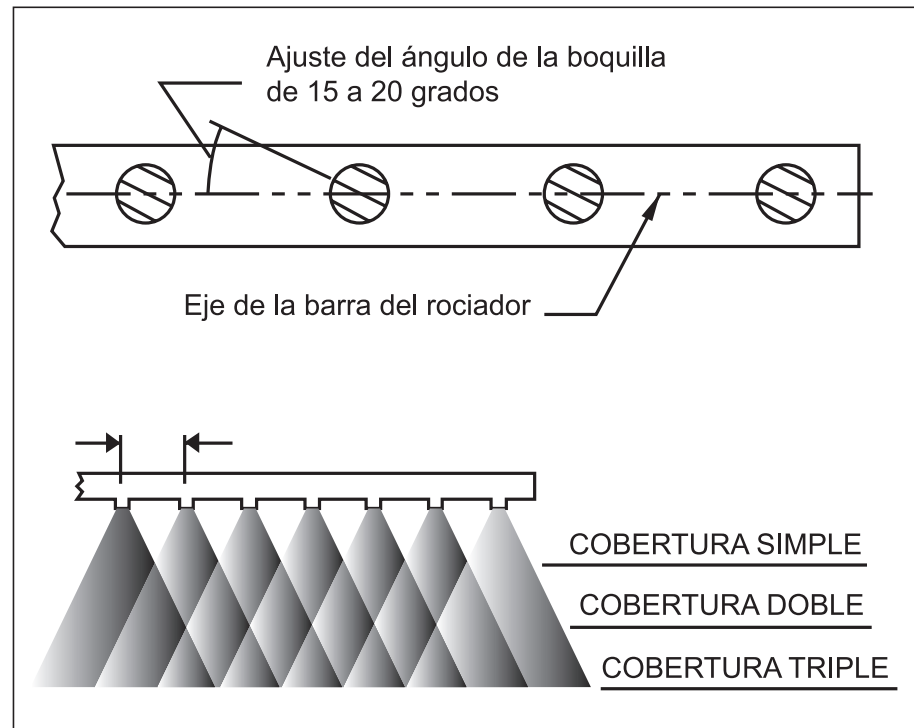
(b) Barredora rotatoria propulsada.

Autopropulsada

Capaz de controlar la presión vertical de la barredora

Figura 411-1.

**Ajuste del ángulo de las boquillas y la altura de la barra de rocío para una cobertura apropiada.**



(c) Compactadores de llantas de hule. Se deberá proveer un mínimo de dos compactadores de llantas de hule con las siguientes capacidades:

-Autopropulsado

-Ancho mínimo de compactación de 1,5 m;

-Peso bruto ajustable dentro del rango de 3,5 a 6,5 kg/mm del ancho de compactación. Presión mínima de contacto de 550 kPa

(d) Distribuidor de agregado.

-Autopropulsado

-Mínimo de 4 llantas de hule en dos ejes;

-Sistema de control que permita depositar el agregado de manera uniforme sobre el ancho total de la aplicación de asfalto, con una precisión de 10 % por peso de las tasas de dosificación de diseño



(e) Otros equipos. Se pueden usar otros equipos de desempeño comprobado, además de o junto con el equipo anteriormente especificado, cuando sea aprobado por el Contratante. Se deberá proveer de una comunicación bidireccional entre el distribuidor de asfalto y el distribuidor de agregado si la geometría de la carretera no permite el contacto visual.

#### **411.05 Preparación de la superficie.**

En las superficies existentes, se deberá asegurar que la superficie está seca. Inmediatamente antes de la colocación de la capa, se quitará la suciedad suelta y otros materiales objetables de la superficie a través de métodos aprobados (barrido ó soplado). En los sellos de niebla (fog seal) en que se usa una emulsión de rompimiento lento, la emulsión deberá estar diluida en una parte igual de agua. Se aplicará la emulsión diluida a una tasa de 0,65 L/m<sup>2</sup>. Se preparará la superficie de acuerdo con la Subsección 303.07.

En superficies de agregado existentes, se deberá imprimir la superficie de acuerdo con el método de la Sección 413. Se deberá permitir que la superficie imprimada se cure al menos 5 días para asfaltos rebajados o 24 horas para emulsiones asfálticas. Asegurar que la superficie imprimada está seca para tratamientos superficiales que usan asfalto o ligeramente húmeda para tratamientos que utilizan emulsiones asfálticas.

#### **411.06 Limitaciones climáticas.**

Se podrán aplicar los tratamientos superficiales con agregado sólo cuando la temperatura del aire a la sombra y la temperatura de la superficie sean ambas mayores a 16 °C y con tendencia a incrementarse, y cuando el ambiente no esté con neblina o lluvioso, y cuando no se tenga anticipado que vaya a llover por al menos 24 horas luego de la aplicación. En caso de presentarse una condición lluviosa o con neblina debe suspenderse la actividad.

Se podrán aplicar los sellos de niebla (fog seal) sólo cuando la temperatura del aire a la sombra y la temperatura de la superficie sean ambas mayores a 10 °C y con tendencia a incrementarse, y cuando el ambiente no esté con neblina o lluvioso, y cuando no se tenga anticipado que vaya a llover por al menos 24 horas luego de la aplicación.

Se deberán completar todas las aplicaciones de los tratamientos superficiales al menos 2 horas antes del anochecer.

#### **411.07 Procedimientos para iniciar la producción para tratamientos superficiales.**

Requisitos de pre-construcción

Se debe organizar una reunión antes de iniciar las operaciones con anticipación mínima de 10 días naturales con asistencia de personal del proyecto (Contratante) y del contratista.

En esta reunión los participantes deberán estar preparados para entregar y discutir la siguiente información:

- Cronograma propuesto de operaciones
- Lista de todo el equipo y personal a ser utilizado en la producción y ejecución del trabajo
- Plan propuesto para controlar el tráfico
- Analizar la Sección 153, cronograma para la frecuencia mínima para el muestreo y ensayos para el control del proceso (A ser realizado por el Contratista)
- Discutir las Subsecciones 411.07, 411.08 y 411.09
- Discutir la prevención de derrames y el plan de contingencia de seguridad

El inicio de las labores de construcción se deberá notificar con una anticipación de siete días. Adicionalmente, se requerirá el aviso previo de siete días cuando se esté reanudando la construcción, en el caso de ser interrumpida por aplicaciones de tratamientos superficiales no conformes con esta normativa.

En el primer día de construcción, o cuando se de un cambio en la textura de la superficie o la granulometría del agregado, se realizará un tramo de prueba o franja de control de 150 m, con el ancho de un carril.

Se deberá construir el tramo de prueba o franja de control utilizando los materiales, los procedimientos de colocación y compactación previstos que se aplicarán en el resto de la construcción del tratamiento superficial. Se terminarán las obras del primer día cuando se concluya el tramo de prueba o franja de control. El tramo de prueba estará sujeto a la evaluación del cumplimiento de las especificaciones aplicables a los materiales y al tramo.

Tramos de prueba que cumplan con las especificaciones aplicables serán aceptados como parte de los trabajos terminados.

Se construirán tantos tramos de control como se requiera hasta lograr el cumplimiento de las especificaciones para el tratamiento experimental terminado. Tramos de prueba no conformes con los requisitos de aceptación serán removidos y reemplazados a costo del contratista.

#### ***411.08 Aplicación del asfalto.***

Se calibrará la barra de aspersión del distribuidor de asfalto: la altura, el ángulo de las boquillas, la presión de bombeo y se verificarán semanalmente las tasas de aspersión longitudinales y transversales de acuerdo con el método ASTM D 2995. Si se utilizan diferentes distribuidores de asfalto, calibrar cada uno antes de usarlos en el proyecto. Asegurarse que la longitud de aspersión no sea mayor de lo que se va a cubrir con el agregado inmediatamente después de su aplicación.

Se protegerán las superficies de los objetos cercanos para evitar que se salpiquen o estropeen durante el rocío de cemento asfáltico. Se colocará papel protector en la superficie a lo largo de una distancia suficiente, al inicio y final de cada aplicación, de manera que el flujo de rocío de cemento asfáltico a través de las boquillas del distribuidor se inicie y detenga sobre el papel protector.

El Contratante aprobará la tasa exacta de dosificación, temperatura y área a ser tratada antes de la aplicación y puede hacer ajustes por variaciones en las condiciones del sitio. Se aplicará el asfalto uniformemente con el distribuidor. Se deberá mover el distribuidor hacia delante a la velocidad apropiada de aplicación al mismo tiempo que la barra de aspersión se abre. Deberá tenerse cuidado de no aplicar asfalto en exceso sobre las juntas entre riegos.

Se deberán hacer las correcciones de las áreas con deficiencias. Se deberá quitar y desechar de forma apropiada el papel o cualquier otro material utilizado que no forma parte del acabado final aprobado por el Contratante.

#### ***411.09 Aplicación del agregado.***

Cuando se aplique el cemento asfáltico, la superficie del agregado debe estar seca. Cuando se utilice emulsión asfáltica, el agregado debe estar húmedo y libre de polvo.

El Contratante aprobará la tasa exacta de dosificación y el área a ser tratada antes de la aplicación. Cualquier trabajo previo a la aplicación y cambios de dosificación deberán ser aprobados por el Contratante. Se aplicará el agregado de manera uniforme con el distribuidor inmediatamente después de que el asfalto es aplicado de acuerdo con la dosificación de diseño. Se deberá operar el distribuidor de agregado de manera tal que el asfalto sea cubierto con el agregado antes de que las llantas le pasen por encima. Durante la construcción parcial (una parte del ancho de la calzada), se deberá dejar una franja de 150mm de cemento asfáltico sin aplicación de agregado, para permitir el traslape de cemento asfáltico en posteriores aplicaciones adyacentes.

Figura 411.2.

**Distribuidor de agregado tipo tolva con compuerta trasera**



Foto cortesía del Instituto del Asfalto

Figura 411.3.

**Distribuidor de agregado autopropulsado**



Se deberán corregir inmediatamente los excesos y deficiencias por medio de barrido o por la adición o remoción de agregado hasta lograr una textura uniforme. Tales prácticas podrán ser manuales en áreas no accesibles al equipo de barrido autopulsado.

#### Agregados pre-recubiertos

Prerecubrir el agregado usado para tratamientos superficiales tiene el propósito de mejorar la adherencia entre las partículas de agregado y el ligante utilizado. Es particularmente útil para solucionar el efecto negativo que se obtiene con agregados recubiertos con polvo o muy húmedos. En conjunto con el prerecubrimiento se pueden utilizar agentes mejoradores de adherencia para contrarrestar problemas de afinidad entre el asfalto y algunos tipos de agregado.

El agregado utilizado debe tener un porcentaje de polvo menor al 2 %, sin embargo la mayoría de los agregados van a contener algún porcentaje de polvo significativo debajo de este límite producto de su almacenamiento en los apilamientos, por lo que la opción de prerecubrimiento del agregado puede ser considerada.

Cuando se utilicen agregados prerecubiertos, deben ser mezclados en el proyecto o en una planta de mezclado.

En el proyecto los agregados deben ser prerecubiertos inmediatamente antes de ser colocados utilizando emulsiones diluidas o asfaltos rebajados, logrando un recubrimiento de más de un 90 % de la superficie de los agregados, sin embargo se debe considerar que el pre-recubrimiento para uso inmediato debe realizarse de forma simultánea con la recarga de la maquinaria de distribución de agregado, preferiblemente con equipo que permita la recarga y el prerecubrimiento en una misma operación. Los materiales deben ser usados el mismo día en que son prerecubiertos.

En la planta de mezclado el prerecubrimiento se realiza con materiales de base asfáltica que dejen una delgada capa de material bituminoso adherida sobre el agregado. Estos materiales son rebajados en un porcentaje entre 30 % y 40 % de asfalto por volumen de mezcla, o emulsiones asfálticas que han sido formuladas para proveer de una delgada capa de recubrimiento sobre el agregado. Las emulsiones asfálticas tienen la ventaja de no contener aceites, lo cual reduce la adherencia prematura, facilitando la trabajabilidad y además son más amigables con el medio ambiente.

Cuando se utilicen asfaltos rebajados en planta es preferible que el prerecubrimiento se realice de 1 a 4 semanas antes de su uso para permitir que el recubrimiento se asiente y evitar así que el tránsito levante el material y que el ligante se suavice. El material se puede almacenar por periodos de hasta 12 meses pero se requiere el uso de rejuvenecedores luego de periodos de almacenamiento prolongados antes de su uso.

El prerecubrimiento puede realizarse en el quebrador o en los apilamientos del patio de almacenamiento de la planta. El agregado prerecubierto debe protegerse del polvo por medio de lonas o plásticos impermeables colocados sobre el apilamiento.

#### Tasas de aplicación del prerecubrimiento

La cantidad de material de prerecubrimiento aplicado debe ser suficiente como para que todas y cada una de las partículas de agregado sean recubiertas de forma uniforme. El equipo y el procedimiento para prerecubrir el agregado debe además asegurar que el agregado pueda ser distribuido sobre la superficie de forma uniforme, tal y como es requerido en un tratamiento superficial. Generalmente las emulsiones asfálticas requieren tasas de aplicación superiores que los asfaltos rebajados. La tabla siguiente muestra la tasa de aplicación recomendada.

Tabla 411-1

Calidad del agregado	Material de pre-recubierto	
	Material con base asfáltica incluye emulsiones asfálticas (l/m <sup>3</sup> )	Asfaltos rebajados (l/m <sup>3</sup> )
Agregado limpio	6 - 12	4 - 10
Agregado con polvo	8 - 14	6 - 12

En todos los casos se debe recubrir el agregado con 1,0 % a 2,0 % de asfalto residual, por peso total de agregado. Mantener las cualidades de flujo de los agregados recubiertos, para que la distribución del agregado sea satisfactoria al utilizar el distribuidor de agregado.

Se operarán los compactadores a una velocidad máxima de 8 km/h. No se permite que el agregado sea desplazado por las superficies de las llantas. Se deberá compactar la superficie de manera que se garantice la adherencia del agregado de manera uniforme sobre todo el ancho. Se deberá completar la compactación en el transcurso de 1 hora a partir de que el asfalto sea aplicado sobre la superficie.

#### **411.10 Sello de niebla asfáltica (Fog seal)**

Un sello de niebla (Fog seal) se puede definir como: una leve aplicación de asfalto diluido o emulsificado usado principalmente para sellar el exceso de vacíos superficiales en una sobrecapa o para reducir el desprendimiento de agregados "raveling", así como para corregir deficientes aplicaciones de asfalto en tratamientos superficiales "chip seals" muy secos u oxidados.

#### *Aplicaciones*

Los "fog seals" son un tipo de tratamiento de preservación que puede tener las siguientes aplicaciones: a) adicionar asfalto a una superficie de pavimento existente para mejorar las propiedades impermeabilizantes de la sobrecapa, b) prevenir futuras pérdidas de agregado en el sitio ("raveling"), c) corregir o retardar el efecto del envejecimiento en la mezcla asfáltica o d) simplemente mejorar la apariencia superficial de la sobrecapa. Sin embargo, un uso inapropiado o una mala aplicación de un "fog seal" pueden resultar en una superficie resbalosa y peligrosa.

Se podría considerar al "fog seal" como un tratamiento que tiene la función de rejuvenecer las superficies sobre las cuales se aplica ya que agrega una nueva capa de asfalto fresco y ayuda a aumentar la vida útil del pavimento.

Como se mencionó anteriormente son útiles en el caso de tratamientos superficiales recién colocados ya que ayudan a corregir deficiencias constructivas o de diseño al mantener el agregado del tratamiento superficial en su lugar, evitando que el tránsito levante agregado y provoque accidentes.

Se puede considerar el uso de "fog seals" para el sellado de microfisuras sobre mezclas convencionales.

Para lograr los propósitos mencionados anteriormente, la capa de emulsión debe llenar los vacíos en la superficie del pavimento, por lo tanto, durante su aplicación debe tener una viscosidad lo suficientemente baja como para penetrar los vacíos superficiales antes de "romper". Para lograr este propósito es ideal que la emulsión utilizada sea de rompimiento lento diluida en agua. Si la emulsión no se diluye adecuadamente y no logra penetrar en los vacíos superficiales se corre el peligro de provocar una superficie altamente deslizante.

**Superficie apta para la colocación de un “fog seal”. Mezcla densa altamente envejecida.**



**Superficie de colocación.**



(a)



(b)

(a) Superficie no apta para la colocación de un “fog seal”. Mezcla densa muy cerrada.

(b) Superficie apta para la colocación de un “fog seal”. Mezcla abierta.

**Materiales**

Principalmente se utiliza emulsión asfáltica y agua. En algunos casos, las emulsiones son modificadas con aditivos para propósitos especiales. Por ejemplo, se puede agregar aceites rejuvenecedores para suavizar y revitalizar el ligante envejecido en el pavimento. Algunos tipos de emulsión utilizada pueden ser CSS-1h (Catiónicas de rompimiento lento) y SS-1h (aniónicas de rompimiento lento). En algunos casos se podrían utilizar CQS-1h (Catiónicas de rompimiento entre lento y medio) o LMCQS-1h (Catiónicas de rompimiento entre lento y medio modificadas con latex) para una mayor velocidad de rompimiento.

Las emulsiones asfálticas nacionales contienen entre un 35 % y 40 % de agua, sin embargo, cualquier referencia a dilución en el tema de los “fog seals” se refiere a agua adicional agregada a la emulsión y el asfalto residual es el ligante remanente luego de que toda el agua (incluyendo la agregada y la que forma parte de la emulsión original) se ha evaporado.

**Condiciones de Sitio**

Para ser efectivo el “Fog Seal” debe romper a una velocidad adecuada y debe curar completamente. Este proceso debe realizarse en su totalidad a una tasa que permita el paso del tránsito sin que la emulsión sea levantada por las llantas de los camiones o vehículos. Para lograr esto el ligante debe recubrir con una película continua toda la superficie previa al paso de los vehículos. Las películas de asfalto no se forman bien a bajas temperaturas y en ausencia de diluyentes de baja viscosidad. Por consiguiente, el clima templado, con poca o

ninguna posibilidad de lluvia es necesario para una aplicación exitosa. El "Fog Seal" no debe ser aplicado cuando la temperatura ambiente es menor de 10 °C y la temperatura del pavimento menor de 15 °C.

Si ocurre lluvia inesperada, antes de que la emulsión rompa, esta puede ser lavada de los poros del pavimento y romper muy superficialmente creando superficies muy resbalosas.

#### Preparación de los materiales

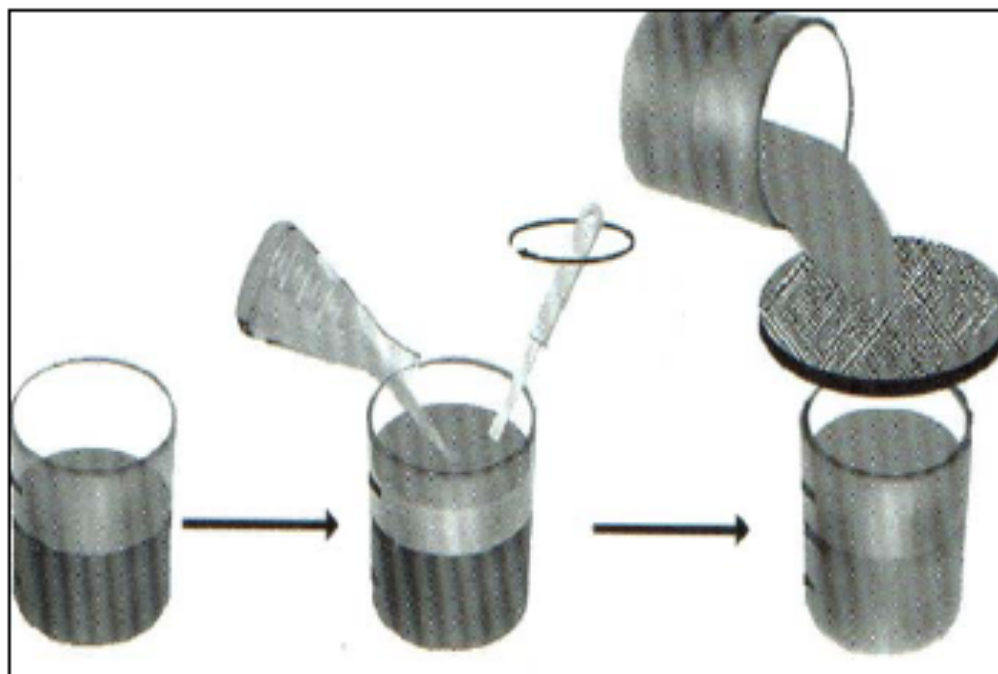
Las emulsiones asfálticas nacionales contienen entre un 35 % y 40 % de agua; sin embargo, debe ser diluida aún más antes de usarse. Esta dilución adicional reduce la viscosidad y permite controlar la colocación hasta de pequeñas cantidades de asfalto residual. Una dilución de un 50 % (1:1) es requerida. El agua de dilución debe ser potable y libre de sólidos detectables o sales solubles incompatibles (aguas pesadas).

La compatibilidad entre el agua y la emulsión puede ser verificada mezclando 0,5 litros de emulsión con 0,5 litros de agua, se mezcla por un período de 2-3 minutos con un mezclador, la mezcla resultante se pasa por una malla #100 (150 mm). Si más de un 1% por peso del material es retenido en la malla, el agua no es compatible y se van a producir obstrucciones en las boquillas del distribuidor de asfalto.

El agua incompatible puede ser tratada con un emulsificante en un porcentaje de 0,5-1 % (recomendado por el fabricante). La solución emulsificante debe ser agregada al tanque de agua y circulada de 10 a 15 minutos por medio de una bomba antes de ser agregada a la emulsión. Si se realiza un tratamiento al agua, la prueba de compatibilidad debe realizarse nuevamente para asegurar la compatibilidad.

*Figura 411.6.*

#### **Verificación de la compatibilidad del agua y la emulsión.**



La emulsión no debe ser diluida con el agua por más de 24 horas antes de ser usada, con el fin de evitar que se asiente. El agua es la que se debe agregar a la emulsión y no al contrario y debe ser circulada usando una bomba centrífuga u otro mecanismo apropiado para asegurar la uniformidad de la mezcla.

### Tasas de aplicación y rociado

El camión distribuidor debe estar apropiadamente calibrado (sincronización entre velocidad, presión de rocío, altura de la barra rociadora y ángulo de la boquillas) de acuerdo a lo establecido en la Subsección 411.08 y 411.15. Se recomiendan "boquillas" de rociado con aberturas de 4 a 5 mm. La emulsión puede ser calentada a una temperatura máxima de 50 °C; sin embargo, es rociada generalmente a temperatura ambiente. La emulsión es rociada a una tasa que depende de las condiciones de la superficie (ver Tabla 411-2). Una sección de prueba representativa de la totalidad de la superficie debe seleccionarse para aproximar tasas de rociado. Tasas de aplicación típicas para emulsiones diluidas (1:1) van de 0,15 a 1,0 l/m<sup>2</sup> dependiendo de las condiciones de la superficie. Una emulsión 1:1 es una emulsión original que luego fue diluida con agua en la misma proporción.

Tabla 411-2.

### Recomendaciones para Tasas de Aplicación

% Emulsión Original	Tasa Dilución	Superficie Densa *	Superficie Porosa **
		(l/m <sup>2</sup> )	(l/m <sup>2</sup> )
50	1 : 1	0,15 - 0,5	0,4 - 1,0

\* Superficie Densa: Poca absorción y relativamente liso.

\*\* Superficie Porosa: Relativamente porosa y absorbente, con vacíos superficiales.

### Estimación de la tasa de aplicación

Para estimar la tasa de aplicación, para el "fog seal" se debe tomar una lata de un litro de emulsión (usualmente 1:1 tasa de dilución), y verter uniformemente en un área de 1 m<sup>2</sup>. Esto representa una tasa de aplicación diluida de 1 l/m<sup>2</sup>. Si la emulsión no es absorbida por la superficie después de 2-3 minutos, se reduce la tasa de aplicación de la emulsión y se aplica a una nueva área de 1 m<sup>2</sup> y se repite hasta que se encuentre la tasa de aplicación aproximada. Si después de la primera prueba, la superficie parece poder absorber más emulsión, se incrementa la tasa de aplicación de la emulsión y se vierte sobre una nueva área de 1 m<sup>2</sup>. Se repite hasta que la tasa de aplicación sea la correcta.

### Control de tráfico

Los sistemas de control de tráfico deben estar en el lugar de trabajo antes de que se inicie la operación. El control de tráfico sirve tanto para la seguridad del público que transita por la zona, como para el personal que labora en el proyecto. El control de tráfico incluye signos de construcción, conos, barricadas, personal con banderas y vehículos guías para mantener el tráfico fuera de la zona de trabajo.

El control de tráfico también se requiere para proteger la integridad de la aplicación. El tiempo de curado para los materiales del "Fog Seal" puede variar dependiendo de las condiciones de la superficie de pavimento y las condiciones del tiempo a la hora de la aplicación. En condiciones ideales, incluyendo un incremento en la temperatura del aire y superficie, se sugiere mantener el tráfico alejado por al menos 2 horas y hasta cuando se alcancen los valores de resistencia al deslizamiento permitidos.

### Seguridad (Equipo de protección personal)

Todos los empleados deben usar y contar con el sistema de seguridad propuesto para la operación de "Fog Seal". Se incluye, pero no se limita a ellos, casco, camisas aprobadas por la Administración, chalecos de seguridad, auriculares, botas, guantes y anteojos de seguridad.



### Control de Calidad

El control de calidad es crítico en el funcionamiento y vida útil del tratamiento "Fog Seal". Debe haber un esfuerzo cooperativo entre los representantes del Contratante y representantes de la Constructora para realizar inspecciones en todo el equipo de proyecto antes y durante la operación. Las piezas principales del equipo para una operación de "Fog Seal" son el camión distribuidor y la barra de distribución. Es crítico que ambas funcionen bajo las especificaciones del proyecto. La barra rociadora debe colocarse a una altura apropiada de la superficie del pavimento y los inyectores deben colocarse con el ángulo apropiado para asegurar una aplicación uniforme sobre toda la superficie (ver Subsección 411.08 y 411.15). Las temperaturas del material deben también ser medidas para propósitos de control de calidad.

La emulsión debe ser certificada según especificaciones, de acuerdo con muestreos establecidos y procedimientos de pruebas. El exceso de emulsión puede crear pavimento pulido.

Se recomienda que las inspecciones del proyecto sean conducidas de forma que cualquier deficiencia en mano de obra o materiales sea tratada y corregida.

Es responsabilidad del Contratante conocer cómo se comportan los "Fog Seals" sobre diferentes condiciones de superficie y en diferentes zonas climáticas.

### Tratamiento Posterior

Una capa de arena puede ser usada, aproximadamente  $1 \text{ kg/m}^2$ , para permitir una apertura al tráfico temprana (de acuerdo con la Sección 413). El barrido también se puede aplicar a criterio del Ingeniero de Proyecto. Incluso con la capa de arena, el control de tráfico puede ser requerido para mantener velocidades bajas.

La resistencia al deslizamiento (coeficiente de fricción) luego de la aplicación del "fog seal" debe cumplir la normativa nacional vigente y no debe presentar valores inferiores de "Grip Number" de 0,48 medidos con el "Grip Tester". Un pavimento tratado no debe abrirse al tráfico antes de que se registre un valor adecuado de resistencia al deslizamiento. Si el tratamiento no produce un coeficiente de fricción aceptable se deben implementar las acciones correctivas antes de permitir el flujo vehicular de forma libre.

*Figura 411.7.*  
**Aplicación de un "fog seal"**



Foto cortesía del Instituto del Asfalto

#### 411.11 Tratamiento superficial simple.

Un tratamiento superficial simple consiste en una aplicación de cemento asfáltico, seguida inmediatamente por una aplicación simple y uniforme de agregado. Se aplicarán el cemento asfáltico y el agregado de acuerdo con las Subsecciones 411.08 y 411.09, a las tasas de dosificación definidas en la Tabla 411-3. Se determinarán las dosis exactas de diseño con base en la evaluación de tramos de prueba aprobados; cualquier ajuste será reportado al Contratante, para su valoración y aprobación.

Se deberá utilizar un automóvil piloto, de acuerdo con la Sección 635, para limitar la velocidad del tránsito. Durante los 45 minutos iniciales luego de la compactación, se deberá limitar la velocidad de tránsito a 15 km/h. Durante las 24 horas posteriores se deberá limitar la velocidad de tránsito a 30 km/h.

La mañana posterior a la construcción se deberá barrer la superficie del tratamiento superficial. Se aplicará material de secado para mantener la superficie durante 4 días, de acuerdo con la Subsección 703.13, para absorber cualquier exceso de cemento asfáltico y para reparar áreas deficientes en agregado. Los materiales de exceso serán removidos con un sistema de barrido autopulsado, cuando la temperatura sea menos de 24 °C; debe tenerse la precaución de no desprender material ya embebido en el cemento asfáltico.

Tabla 411-3

#### Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales simples

Designación	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Granulometría del agregado <sup>(1)</sup>	Cantidad estimada de agregado (kg/m <sup>2</sup> )	Cantidad estimada de emulsión asfáltica <sup>(3)</sup> (L/m <sup>2</sup> )	Cantidad estimada de cemento asfáltico <sup>(3)</sup> (L/m <sup>2</sup> )
1A	19,0	B	22 - 27	1,8 - 2,5	1,2 - 1,7
1B	12,5	C	14 - 16	1,4 - 2,0	0,9 - 1,4
1C	9,5	D	11 - 14	0,9 - 1,6	0,6 - 1,1
1D	4,75	E	8 - 11	0,7 - 1,0	0,5 - 0,8
1E	Arenas	F	5 - 8	0,5 - 0,8	0,4 - 0,7

Fuente: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos.

(1) Ver Tabla 703-7 para las granulometrías del agregado.

(2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Se debe ajustar el contenido de asfalto según en la condición de la carretera.

Tabla 411-4

#### Tasas de aplicación para asfalto rebajado

Aplicación de las cargas	Designación de tratamietno superficial y granulometría del agregado <sup>(1)</sup>				
	B	C	D	E	F
Aplicación de asfalto rebajado o cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )	1,80	1,15	0,90	0,70	0,70

(1) Ver Tabla 703-11 para granulometría del agregado.

**411.12 Tratamientos superficiales múltiples.**

Un tratamiento superficial múltiple consiste en una aplicación de múltiples capas de cemento asfáltico y agregado. Se aplicará cada capa de cemento asfáltico y agregado de acuerdo con las Subsecciones 411.08 y 412.09 y las tasas de dosificación mostradas en las Tablas 411-2 ó 411-4 y en las Subsecciones 411.08 y 411.09. Se determinarán las tasas de dosificación a partir de la evaluación de los tramos de prueba aprobados.

Mantener la superficie y limitar el tránsito de acuerdo con la Subsección 411.11.

No se requiere esperar entre aplicaciones de tratamientos superficiales cuando se utiliza un cemento asfáltico. Deberá esperarse un plazo de al menos 24 horas entre aplicaciones cuando se utiliza emulsión asfáltica. Para tratamientos superficiales múltiples, de acuerdo con estándares ASTM, se aplicarán las pruebas AT-61 y E-61.

**411.13 Control de regularidad (IRI) en los tratamientos superficiales asfálticos**

La medición del IRI la hará el Contratista mediante su autocontrol, utilizando equipo clasificado como clase I según el Banco Mundial.

Los resultados de las mediciones de autocontrol deben ser informados en un plazo máximo de 30 días contados desde el término de las tareas de pavimentación de la superficie de rodamiento (T.S.B.) o de un sector que pueda ser auscultado por el autocontrol.

Con estas mediciones del autocontrol se hará una preevaluación con medidas fijas tomando los valores de diez tramos consecutivos de 100 m. Si no es posible disponer de diez valores consecutivos para la evaluación de las medias fijas y se disponga de menos valores, se considerará como representativo del tramo el valor medio de ellos, el cual se comparará con el valor límite exigido para los promedios, debiendo también cumplir cada uno de los valores con las exigencias para valores individuales.

En el caso que se disponga de un solo valor, éste no tendrá más exigencia que el valor límite individual considerado en la especificación.

Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable, si todos los promedios consecutivos de cinco valores de IRI tienen un valor igual o inferior a 3,0 m/km y ninguno de los valores individuales supera 4,0 m/km.

En caso de incumplimiento de la exigencia de los valores individuales, el Contratista deberá solicitar al Ingeniero de Proyecto la autorización para efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor del IRI, bajo el límite máximo establecido para un valor individual. Los tramos que estén en esta condición y que no se reparen, también se deberán considerar para determinar el promedio de los 10 tramos consecutivos. El Ingeniero de Proyecto estará facultado para autorizar o rechazar estas operaciones, las cuales deben considerar tramos completos de 100 metros.

Si hay deficiencias en las medias fijas, el Contratista podrá solicitar al Ingeniero de Proyecto autorización para corregirlas, quien estará facultado para autorizar o rechazar estas reparaciones, las cuales deben considerar el o los tramos completos de 100 m.

Una vez finalizadas las actividades anteriores en caso de que las haya, el autocontrol deberá realizar una nueva medición en los sectores reparados.

Cuando el Ingeniero de Proyecto lo solicite, la Dirección a cargo por parte de la administración efectuará la recepción definitiva y oficial del IRI, midiendo la regularidad en la totalidad de la obra como procedimiento de verificación.

Con las mediciones del IRI antes mencionadas, se realizará la evaluación definitiva y oficial del IRI mediante medias fijas, considerando el promedio de 10 tramos consecutivos en sectores homogéneos de pavimento. Se entenderá por sector homogéneo la superficie de rodadura que presenta un mismo tipo de pavimento. La superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable si todos los promedios consecutivos de 10 valores de IRI tienen un valor igual o inferior a 3,0 m/km y ninguno de los valores individuales supera 4,0 m/km. En caso de incumplimiento de esta condición, se aplicará la Tabla 411-5 de multas. La multa que afecta a una media fija se aplicará al

tramo completo que la determina, es decir, el porcentaje de multa será el mismo para los diez o menos tramos involucrados.

No habrá exigencia de cumplir con el Control de Regularidad IRI en el espaldón ni en otras singularidades, entendiéndose como tal todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal del camino que no provengan de fallas constructivas y que incrementen el valor del IRI en el tramo en que se encuentren. Se considerarán como singularidades de los cuellos de empalme, accesos, puentes, badenes, cámaras u otros, autorizadas por el Ingeniero de Proyecto, previa consulta a la Dirección a cargo por parte de la administración.

Para efectos de la evaluación, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo completo de 100 m en la pista en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación. Los tramos de 100 m que no se consideren en la evaluación por efecto de singularidades, no dividirán el sector homogéneo en que se encuentran.

Tabla 411-5

**Multas por incumplimiento IRI**

<b>IRI (m/km)</b>	<b>Multas con respecto al valor de la base granular y capa de superficie en el área afectada</b>
3,0 < IRI < 3,3	25 %
3,3 < IRI < 3,6	50 %
3,6 < IRI < 4,0	75 %
4,0 < IRI	100 %

Para los efectos de establecer el valor del área afectada, se considerarán los metros cuadrados (m<sup>2</sup>) con deficiencias y un precio unitario equivalente a una vez el precio de la base granular más el tratamiento superficial.

Tabla 411-6  
**Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales dobles**

Designación (Espesor)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Granulometría del agregado <sup>(1)</sup>	Cantidad estimada de agregado <sup>(2)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	Cantidad estimada de emulsión asfáltica <sup>(3)</sup> (L/m <sup>2</sup> )	Cantidad estimada de cemento asfáltico <sup>(3)</sup> (L/m <sup>2</sup> )
2A (12,5 mm) 1era. Aplic. 2da. Aplic.	9,5 4,75	D E	14 - 19 5 - 8	0,9 - 1,4 1,4 - 1,8	0,5 - 1,0 0,8 - 1,3
2B (16,0 mm) 1era. Aplic. 2da. Aplic.	12,5 4,75	C E	16 - 22 8 - 11	1,4 - 1,8 1,8 - 2,3	0,8 - 1,3 1,1 - 1,5
2C (19,0 mm) 1era. Aplic. 2da. Aplic.	19,0 9,5	B D	22 - 27 11 - 14	1,6 - 2,3 2,3 - 2,7	1,0 - 1,5 1,5 - 1,9

Fuente: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos.

(1) Ver Tabla 703-7 703-11 para las granulometrías del agregado.

(2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Se debe ajustar el contenido de asfalto de la primera aplicación basados en la condición de la carretera.

## Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales triples

Designación (Espesor)	Tamaño máximo nominal del agregado (mm)	Granulometría del agregado <sup>(1)</sup>	Cantidad estimada de agregado <sup>(2)</sup> (kg/m <sup>2</sup> )	Cantidad estimada de emulsión asfáltica <sup>(3)</sup> (L/m <sup>2</sup> )	Cantidad estimada de cemento asfáltico <sup>(3)</sup> (L/m <sup>2</sup> )
3A (12,5 mm)					
1era. Aplicación	9,5	D	14 - 19	0,9 - 1,4	0,5 - 1,0
2da. Aplicación	4,75	E	5 - 8	1,1 - 1,6	0,7 - 1,2
3era. Aplicación	Arenas	F	5 - 8	0,9 - 1,4	0,5 - 1,0
2B (16,0 mm)					
1era. Aplicación	12,5	C	16 - 22	0,9 - 1,4	0,5 - 1,0
2da. Aplicación	9,75	D	8 - 11	1,4 - 1,8	0,8 - 1,3
3era. Aplicación	4,75	E	5 - 8	0,9 - 1,4	0,5 - 1,0
2C (19,0 mm)					
1era. Aplicación	19,0	B	22 - 27	1,1 - 1,6	0,7 - 1,2
2da. Aplicación	9,5	D	11 - 14	1,4 - 1,8	0,8 - 1,3
3era. Aplicación	4,75	E	5 - 8	1,1 - 1,6	0,7 - 1,2

Fuente: Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FP-03 Metric Units, FHWA, Estados Unidos. 2003.

(1) Ver Tabla 703-7 703-11 para las granulometrías del agregado.

(2) Las masas de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, determinada por AASHTO T 84 y AASHTO T 85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

(3) Se debe ajustar el contenido de asfalto de la primera aplicación basados en la condición de la carretera. Después de que se concluye la distribución del agregado se incorporará agregado fino (granulometría F), en todas las áreas con cemento asfáltico en aparente exceso.

Tabla 411-8

**Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales múltiples usando  
cemento asfáltico ó asfalto rebajado**

Secuencia de operación (1) (2)	Designación de tratamiento superficial y granulometría de agregado				
	AT-19	AT-27	AT-33	AT-38	AT-61
<b>Primera capa.</b>					
Aplicar cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )	1,00	1,15	1,15	1,35	0,90
Distribuir agregado (kg/ m <sup>2</sup> )					
Granulometría D	13				
Granulometría C		19			
Granulometría B			21	27	
Granulometría A					38
<b>Segunda capa.</b>					
Aplicar cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )	0,60	1,15	1,35	1,55	1,80
Distribuir agregado (kg/ m <sup>2</sup> )					
Granulometría E	6	8			
Granulometría D			7	11	
Granulometría C					11
<b>Tercera capa.</b>					
Aplicar cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )					
Distribuir agregado (kg/ m <sup>2</sup> )			0,70		0,90
Granulometría E			5		7
<b>Cuarta capa.</b>					
Aplicar cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )					0,90
Distribuir agregado (kg/ m <sup>2</sup> )					5
Granulometría F (3)					
<b>B Total</b>					
Cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )	1,60	2,30	2,75	2,90	4,56
Agregado (kg/ m <sup>2</sup> )	19	27	33	38	61

Ver Tabla 703-11 para granulometría del agregado; especificaciones de granulometría referidas a dicha tabla.

Los pesos de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, según ASTM T84 y ASTM T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.

Después de que se concluye la distribución del agregado se incorporará agregado fino (granulometría F), en todas las áreas con cemento asfáltico en aparente exceso.

**Cantidades aproximadas de material para tratamientos superficiales múltiples usando emulsión asfáltica**

Secuencia de operación (1) (2)	Designación de tratamiento superficial y granulometría de agregado				
	E-19	E-27	E-33	E-38	E-61
<b>Primera capa.</b>					
Aplicar cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )	1,00	1,55	2,00	2,25	1,80
Distribuir agregado (kg/ m <sup>2</sup> )					
Granulometría D	13				
Granulometría C		17			
Granulometría B			19	21	
Granulometría A					38
<b>Segunda capa.</b>					
Aplicar cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )	1,15	1,15	1,15	1,15	2,00
Distribuir agregado (kg/ m <sup>2</sup> )		5	9		
Granulometría E	6				11
Granulometría D				11	
<b>Tercera capa.</b>					
Aplicar cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )		1,15	1,15	1,15	1,15
Distribuir agregado (kg/ m <sup>2</sup> )			5	6	7
Granulometría E		5			
<b>Cuarta capa.</b>					
Aplicar cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )					1,15
Distribuir agregado (kg/ m <sup>2</sup> )					
Granulometría F (3)					5
<b>B Total</b>					
Cemento asfáltico (l/m <sup>2</sup> )	2,15	3,85	4,30	4,55	6,10
Agregado (kg/ m <sup>2</sup> )	19	27	33	38	61

- (1) Ver Tabla 703-11 para granulometría del agregado, especificaciones de granulometría referidas a dicha tabla.
- (2) Los pesos de agregado se refieren a agregados que tienen una gravedad específica de 2,65, según ASTM T84 y ASTM T85. Deberán hacerse las correcciones de dosificación cuando el agregado de diseño tenga una gravedad específica bruta sobre 2,75 o por debajo de 2,55; aplicando el método que defina el Contratante.
- (3) Después de que se concluye la distribución del agregado se incorporará agregado fino (granulometría F), en todas las áreas con cemento asfáltico en aparente exceso.

#### 411.14 Aceptación.

Los requisitos mínimos de muestreo y ensayo se pueden ver la en Tabla 411-10 y Tabla 411-11.

El cemento asfáltico 702.01, emulsión asfáltica 702.03y asfalto rebajado 702.04 se deben evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.04 y 702.09, y la que corresponda según el tipo de cemento asfáltico en la Sección 702.

La granulometría del agregado para tratamientos superficiales se debe evaluar con la Subsección 107.05. El agregado para la construcción de tratamientos superficiales deberá estar de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.05.

Los límites superior e inferior de las especificaciones son iguales al promedio calculado de todos los resultados de ensayo más o menos las desviaciones permitidas mostradas en la Tabla 703-7, excepto lo siguiente:

- (a) Si el valor del promedio calculado para cualquier tamiz ensayado excede el valor máximo de la granulometría mostrado en la Tabla 703-7, la especificación superior es igual al valor máximo de la



granulometría más la desviación permitida, y la especificación inferior es igual al valor máximo de la granulometría menos la desviación permitida.

(b) Si el valor del promedio calculado para cualquier tamiz ensayado, es menor que el valor mínimo de la granulometría mostrado en la Tabla 703-7, la especificación superior es igual la valor mínimo de la granulometría más la desviación permitida, y la especificación inferior es igual al valor mínimo de la granulometría menos la desviación permitida.

La construcción del tratamiento superficial se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La aplicación de material de secado y el riego de imprimación se deben evaluar de acuerdo con la Sección 413 y 703.13.

**411.15 Medida.**

Se debe medir los renglones de la Sección 411 listados en los términos del contrato de acuerdo con la Subsección 110.02 y las siguientes cuando apliquen.

Se debe medir la cantidad de agregado para tratamientos superficiales, por unidades de tonelada métrica o por metro cúbico en el vehículo de transporte.

Se debe medir el riego de imprimación y el material de secado de acuerdo con la Sección 413 y 703.13. Se medirá el cemento asfáltico por litro.

**411.16 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 411.13, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en la Sección 411 listados en los términos del contrato excepto el agregado del tratamiento superficial según el precio unitario ofertado e incluido en el contrato que será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago corresponderá a la compensación total de los trabajos realizados según esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.411.01</b> Agregado para tratamiento superficial (se debe especificar la granulometría)	Tonelada métrica	(Tm)
<b>CR.411.02</b> Agregado para tratamiento superficial (se debe especificar la granulometría)	Metro cúbico en el vehículo de transporte	(m <sup>3</sup> )
<b>CR.411.03</b> Cemento asfáltico (se debe especificar el grado)	Litro	(L)
<b>CR.411.04</b> Asfalto rebajado (se debe especificar el grado)	Litro	(L)
<b>CR.411.05</b> Emulsión asfáltica (se debe especificar el grado)	Litro	(L)

Tabla 411-10  
Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Ubicación de muestreo	Dividir muestra	Tiempo para reportar	
	Medido y ensayado para conformidad (107.04 y 105)	Abrasión LA	---	AASHTO T 96	1 por tipo de fuente de material	Fuente de material	Sí, cuando se solicite	Antes de iniciar el trabajo	
Calidad de la fuente de agregado para el tratamiento superficial <sup>(1)</sup> (703.10)		Pérdida de sanidad por acción del sulfato de sodio (Grueso y fino)	---	AASHTO T 107	"	"	"	"	
		Caras fracturadas	---	ASTM D 5821	"	"	"	"	
		Partículas elongadas	---	ASTM D 4791	"	"	"	"	"
		Índice de durabilidad	---	AASHTO T 210	"	"	"	"	"
		Grueso y fino	---	AASHTO T 112	"	"	"	"	"
		Partículas arcillosas y friables	---	AASHTO T 112	"	"	"	"	"
Agregado para los tratamientos superficiales <sup>(1)</sup>	Estadístico (107.05)	Granulometría Ver Tabla N° 703.7 para los tamices que aplican	I	AASHTO T 27 y T 11	1 por 750 Tm	Faja de producción o descarga del distribuidor	Sí	24 horas	
Cemento asfáltico <sup>(3)</sup> (702.01) o emulsión asfáltica <sup>(3)</sup> (702.03)	Medido y ensayado para conformidad (107.04 y 105)	Caras fracturadas	---	ASTM D 5821	1 por 750 Tm	Faja de producción o descarga del distribuidor	Sí	24 horas	
		Límite líquido <sup>(2)</sup>	---	AASHTO T 89	"	"	"	"	
	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Calidad	---	Subsección 411.14	1 por tanque del camión incluyendo el remolque	Punto de entrega del transporte	Muestras de 2 - 1 - L	---	

Fuente: FP-03 Metric Units, Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects, FHWA, Estados Unidos. 2003.

(1) Aplica para cada grado de agregado suministrado.

(2) Sólo para el material de secado.

(3) Aplica para cada material asfáltico suministrado.

Tabla 411-11  
Muestreo y ensayo

Material o producto	Propiedad o caracter.	Método de ensayo especificado	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo
Capa de mezcla asfáltica con tratamiento superficial asfáltico	Granulometría <sup>(1)</sup>	AASHTO T27 / T11	1 cada 500 Tm	Descarga del distribuidor
	Caras fracturadas <sup>(1)</sup>	FLH T 507	1 cada 500 Tm	Descarga del distribuidor
	Índice de forma (Flakness) <sup>(1)</sup>	FLH T 508	1 cada 500 Tm	Descarga del distribuidor

(1) Procede para cada aplicación de agregado (por capa del tratamiento superficial).

## Sección 412.) SELLOS CON LECHADA ASFÁLTICA (SLURRY SEAL)

### 412.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la aplicación de un sello de lechada asfáltica del tipo slurry, que es una mezcla de emulsión asfáltica, agregado mineral, agua y otros aditivos; que se mezclan y colocan sobre superficies de pavimento existentes.

### 412.02 Materiales.

De conformidad con las siguientes Subsecciones:

a) Agregado 703.11

El agregado mineral debe ser manufacturado por quebrado de la roca ya sea granito, cenizas ("slag"), caliza, "chat" u otro agregado de alta calidad.

El agregado tiene que cumplir con los siguientes ensayos de calidad:

Tabla 412-1

### Requisitos de calidad del agregado para Slurry seal

AASHTO	ASTM	Calidad	Especificación
T 176	D 2419	Equivalente de arena	Mínimo 45
T 104	C 88	Sanidad	Máximo 15 % (Sulfato de sodio) Máximo 25 % (Sulfato de magnesio)
T 96	C 131	Resistencia a la abrasión	Máximo 35 %

El agregado además tiene que cumplir con los valores de pulimento establecidos por la Administración o esta especificación.

Las granulometrías que tiene que tener el agregado son las siguientes:

## Especificaciones granulométricas para los agregados

Malla	TIPO I Porcentaje pasando	TIPO II Porcentaje pasando	TIPO III Porcentaje pasando	Tolerancia en el apilamiento
9,5 mm	100	100	100	-
4,75 mm	100	90 - 100	70 - 90	± 5 %
2,36 mm	90 - 100	65 - 90	45 - 70	± 5 %
1,18 mm	65 - 90	45 - 70	28 - 50	± 5 %
600 µm	40 - 65	30 - 50	19 - 34	± 5 %
300 µm	25 - 42	18 - 30	12 - 25	± 4 %
150 µm	15 - 30	10 - 21	7 - 18	± 3 %
75 µm	10 - 20	5 - 15	5 - 15	± 2 %

El porcentaje pasando de cada tamiz no debe variar en más de lo permitido en la Tabla 412-2, no se permite que el porcentaje pasando en dos tamices consecutivos esté en los extremos superior e inferior del rango.

## (b) Emulsión asfáltica 702.03

La emulsión asfáltica tiene que ser una emulsión de rompimiento lento, cuya designación puede ser SS-1, SS-1h, CSS-1, CSS-1h, o de curado controlado CQS-1h.

La emulsión asfáltica tiene que cumplir con los requisitos de los métodos AASHTO M 208 o ASTM D 2397, además del contenido del residuo y las características del residuo siguientes:

Residuo después de la destilación: Mínimo 60 %

Penetración del residuo: 40-90

## (c) Relleno mineral 725.05

El relleno mineral puede ser cemento Pórtland, cal hidratada o ceniza volante que tiene que cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM D 242. Se tienen que considerar como parte del agregado seco.

## (d) Agua 725.01(c)

El agua tiene que ser potable y tiene que estar libre de sales solubles dañinas, químicos reactivos o cualquier otro contaminante.

## (e) Otros aditivos 711

Se pueden añadir otros aditivos a la emulsión o a la mezcla, para proveer el control de las propiedades de curado rápido para la apertura pronta del tránsito o para mejorar el acabado final del sello. Se tienen que incluir como parte del diseño de mezcla y tiene que ser compatible con todos los componentes de la mezcla.

## Requisitos para la construcción

## 412.03 Composición de la mezcla asfáltica.

El Contratista presentará la dosificación correspondiente a la lechada asfáltica del tipo slurry seal, con el agregado, agua, emulsión asfáltica y aditivos a utilizar en el proyecto, de acuerdo con ASTM D 3910 e ISSA TB 114 "Wet Stripping Test for Cured Slurry Seal Mixes". Se tiene que verificar en el diseño de mezcla la compatibilidad del agregado, emulsión asfáltica, relleno mineral y otros aditivos.

Deberán cumplirse los requisitos de granulometría de la Tabla 412-2 que apliquen así como el siguiente criterio para el contenido de asfalto residual de la Tabla 412-5.

El Contratista suministrará por escrito la dosificación de diseño, indicando el contenido porcentual de cada material en la mezcla, con base en una referencia por peso o volumen; para su aprobación y verificar que cumple con los requerimientos de ISSA A105 para las mezclas de sello de lechada asfáltica (Tabla 412-6) para la evaluación y consideración de aprobación por el Contratante, al menos 14 ó 21 días antes del inicio de los trabajos.

Se deberá presentar, adicionalmente, lo siguiente:

(a) Granulometría del agregado. Los valores representativos de los porcentajes de diseño del agregado para todos los tamaños estándar especificados.

(b) Contenido de emulsión asfáltica. El contenido de asfalto residual, como un porcentaje por peso del agregado en estado seco, máximo y mínimo.

(c) Muestras de agregado. Se requieren 45 kg para cada tipo de agregado a utilizar.

(d) Muestra de emulsión asfáltica. Se suministrará el nombre del proveedor y los certificados técnicos de calidad, así como una muestra de 20 litros, que será contenida en un recipiente plástico.

(e) Muestras de relleno mineral. Se requieren 25 kg para cada tipo de relleno mineral, cuando se incorpore a la mezcla.

(f) Tasa de aplicación. Las tasas de aplicación se tienen que calcular con base en el agregado seco. La tasa de aplicación no puede variar en más de  $\pm 1,1$  kg/m<sup>2</sup>.

La dosificación de diseño será evaluada y considerada para su aprobación, de acuerdo con las siguientes tablas.

Tabla 412-4

**Tasas de aplicación recomendadas**

<b>Tipo de granulometría</b>	<b>Localización</b>	<b>Tasa de aplicación</b>
Tipo I	Áreas de parqueo Calles urbanas y residenciales Pistas de aeropuerto	4,3 - 6,5 kg/m <sup>2</sup>
Tipo II	Calles urbanas y residenciales Pistas de aeropuerto	6,5 - 10,8 kg/m <sup>2</sup>
Tipo III	Rutas primarias e interestatales	9,8 - 16,3 kg/m <sup>2</sup>

**Límites de dosificación para los componentes del sello de lechada asfáltica slurry seal**

<b>Componentes de la mezcla</b>	<b>Límites</b>
Asfalto residual	Tipo I: 10 a 16 % Tipo II: 7,5 a 13,5 % Tipo III: 6,5 a 12 % (Por peso de agregado) Variación máxima de $\pm 1$ %
Relleno mineral	0,5 a 2,0 % por peso seco de agregado
Polímero modificador	Mínimo 3 % de sólidos por peso de asfalto
Aditivos	Lo que se requiera
Agua	Lo que se requiera para proveer una buena consistencia a la mezcla Usar ISSA TB 106 para establecer la cantidad de líquidos óptima

Tabla 412-6

**Especificaciones recomendadas para los sellos de lechada asfáltica slurry seal**

<b>ISSA</b>	<b>Calidad</b>	<b>Especificación</b>
TB 106	Consistencia del sello	$\pm 0,5$ cm
TB 139 (Para sistemas quick)	Cohesión en presencia de agua @ 30 minutos (rompimiento) @ 60 minutos (tránsito)	Mínimo 12 kg-cm Mínimo 20 kg-cm
T 109 (para áreas de alto tránsito)	Exceso de asfalto por ensayo de rueda de carga	Máximo 538 g/cm <sup>2</sup>
TB 114	Desnudamiento	Mínimo 90 %
TB 100	Pérdida por abrasión 1 hora de sumersión	Máximo 807 g/m <sup>2</sup>
TB 113	Tiempo de mezclado a 25 °C	Mínimo controlable de 180 segundos

**412.04 Equipamiento.**

Todos los equipos, herramientas y máquinas utilizados para realizar los trabajos del proyecto se tienen que mantener en una condición de trabajo satisfactoria durante todo el tiempo para asegurar un producto de alta calidad.

Deberá disponerse del siguiente equipamiento para las obras:

(a) Equipo de mezclado.

- (1) Autopropulsado, puede ser montada en la parte trasera de un camión o de diseño continuo;
- (2) Unidad de mezclado en flujo continuo;
- (3) Con controles calibrados;
- (4) Dispositivos para dosificación de lectura fácil, que permitan la medición precisa de todos los materiales dosificados que ingresan al tambor mezclador;

- (5) Sistema automatizado de secuencia de introducción de la materia prima al mezclador, que permita la mezcla constante de la mezcla de lechada asfáltica slurry seal;
- (6) Cámara de mezclado capaz de combinar uniformemente la materia prima introducida de varias cuchillas y que descargue la mezcla de manera continua;
- (7) La máquina tiene que tener suficiente capacidad de almacenaje para el agregado, emulsión asfáltica, relleno mineral, aditivos y agua para que haya una alimentación adecuada;
- (8) Sistema de agua a presión con aspersores, capaz de humedecer la superficie inmediatamente antes de la distribución de la lechada asfáltica, con una tasa de distribución de 0,13 a 0,27 L/m<sup>2</sup>.
- (9) En carreteras principales el equipo tiene que poseer dispositivos de carga para que se puedan recargar los componentes mientras el equipo está mezclando y colocando para minimizar las juntas de construcción;
- (10) La máquina tiene que estar equipada con estaciones de manejo laterales opuestas para optimizar el alineamiento lateral;
- (11) Poseer dispositivos tales que el conductor tenga control total de la velocidad de avance y retroceso.
- (12) Alimentador de agregado equipado con un contador de revoluciones o similar para determinar la cantidad de agregado en cualquier momento;
- (13) Dispositivo de dosificación para aditivos;
- (14) Velocidad mínima de 20 m/min y velocidad máxima de 55 m/min;
- (15) Capacidad mínima de almacenaje de 6 toneladas métricas; y
- (16) Sistema de dosificación con precisión para el proporcionamiento de materiales, independiente de la velocidad del motor.

(b) Caja mecánica de distribución

- (1) Incorporado al equipo mezclador;
- (2) Cola de hule flexible que esté en contacto con la superficie para evitar el desperdicio del sello de lechada asfáltica;
- (3) Este hule debe actuar como un ensarasador para el acabado final y tiene que ser ajustable;
- (4) Ajustable para asegurar una tasa de distribución uniforme cuando se opere con geometría variable (pendientes y coronas de la calzada);
- (5) Se le puede colocar una tela de arrastre para proveer una capa de mayor textura.

(c) Equipo auxiliar.

Se contará con rastrillos planos de hule manuales, palas y otros equipos necesarios para realizar los trabajos. Se proveerán equipos de limpieza que incluyan, pero no limitado a, barredores auto-propulsados, compresores de aire, equipos de distribución de agua, y escobones manuales, para la preparación de la superficie.

**412.05 Notificación y control del tránsito.**

(a) Notificación

Todos los afectados por la construcción tienen que ser notificados por lo menos un día antes de la aplicación del sello. Se pueden usar posters adecuados para señalar las fechas, los lugares y horas de trabajo, en el caso de que no se pueda realizar el trabajo algún día ya especificado, entonces se tiene que notificar de nuevo el nuevo día.

(b) Control del tránsito

Todos los dispositivos de control de tránsito tienen que estar de acuerdo con esta normativa en la sección 635, antes y durante la colocación del sello.

Además, el contratista tiene que proveer los métodos adecuados para proteger el sello del daño que pueda causar el tránsito antes de que el sello cure. La apertura al tránsito no constituye la aceptación del trabajo. El contratista tiene que presentar esta información para su revisión con una semana de anticipación.

En las zonas de giro de vehículos, se tiene que dejar más tiempo curando el sello para evitar que queden las marcas de las llantas.

**412.06 Preparación de la superficie.**

Se deberá limpiar la superficie existente de todo material suelto, polvo, vegetación y otras sustancias nocivas a través de métodos aprobados. Si se utiliza agua para la limpieza, las grietas se tienen que dejar secar antes de la aplicación del sello. Las tapas de alcantarilla, los cobertores de las válvulas y otras entradas de servicio se tienen que proteger con un método adecuado. El ingeniero tiene que aprobar la preparación de la superficie antes de la aplicación de la lechada asfáltica.

(a) Riego de liga

Normalmente, no se requiere un riego de liga a menos que la superficie a ser cubierta esté extremadamente seca y con desprendimiento de partículas o que sea de concreto o adoquines. Si se requiere, el riego de liga debe consistir en una parte de emulsión asfáltica y tres partes de agua aplicado con el distribuidor de asfalto. El grado de la emulsión tiene que ser el mismo utilizado en la fabricación del sello de lechada asfáltica. El distribuidor debe ser capaz de aplicar la disolución de manera uniforme a una tasa de 0,23 a 0,45 l/m<sup>2</sup>. El riego de liga se tiene que dejar curar antes de la aplicación del sello de lechada asfáltica.

(b) Grietas

Es aconsejable realizar un tratamiento previo a las grietas con un sello de grietas adecuado antes de la aplicación del sello de lechada asfáltica.

**412.07 Limitaciones climáticas.**

Se tienen que aplicar los sellos de lechada asfáltica cuando la temperatura del aire a la sombra y sobre la superficie del pavimento estén, ambas, sobre 7 °C; y cuando no haya neblina ni lluvia o nublado, pues esto prolonga el tiempo de apertura al tránsito.

**412.08 Aplicación del sello de lechada asfáltica.**

(a) General

Se deberán mezclar los materiales utilizando el mezclador. El Contratista deberá preparar la mezcla utilizando un mezclador de acuerdo con la Subsección 412.04 (a).

Se tiene que humedecer la superficie con agua en el instante inmediato previo a la distribución del sello de lechada asfáltica, la tasa de aplicación de esta aplicación se tiene que ajustar durante el día de acuerdo con la temperatura, la textura superficial, humedad y sequedad del pavimento.

Se mezclará el aditivo, en caso de que se incluya, con el agregado utilizando el sistema de alimentación de finos. Se debe pre-humedecer el agregado en el tambor del mezclador en el instante previo al mezclado con la emulsión asfáltica.

Se tiene que mezclar el sello por un máximo de 4 minutos. Se tomarán las precauciones para asegurarse que la mezcla de sello sea de la consistencia requerida en el momento que es desalojada del mezclador, y que esté conforme con la dosificación de diseño aprobada.



Se dispondrá de suficiente cantidad de mezcla de sello en el sistema distribuidor para cubrir completamente la sección transversal de la caja de distribución. Se distribuirá la mezcla con el dispositivo mecánico de acuerdo con la Subsección 412.04 (b). En áreas no accesibles para la caja de distribución, se utilizarán distribuidores manuales. No se permite que se sobrecargue la caja distribuidora. Tampoco se permite que el agregado en la mezcla se apelote, forme grumos o que quede sin recubrir.

La mezcla debe ser lo suficientemente estable para que no se dé el rompimiento prematuro en la caja de distribución.

No se permite que queden "estrías" ocasionadas por el agregado de sobretamaño, en la superficie terminada. Si se ocasiona demasiado rayado, el trabajo se tiene que suspender hasta que el contratista demuestre que ha corregido esta situación. El slurry seal tiene que tener la suficiente estabilidad para que no se dé un rompimiento en la caja de distribución. Tiene que ser una mezcla homogénea durante el mezclado y la distribución. No tiene que tener agua en exceso o emulsión libre, pues se da la segregación del agregado grueso. No se permite que se rocíe agua en la caja de distribución.

Se debe permitir que las áreas tratadas curen completamente de previo a la apertura al tránsito.

#### (b) Juntas

No se permiten gradas, áreas sin recubrir en las juntas longitudinales y transversales. El contratista debe proveer el ancho adecuado de recubrimiento para obtener el mínimo número de juntas a lo largo del proyecto. Cuando sea posible, las juntas longitudinales deben quedar en las líneas entre carriles. Se tienen que usar el mínimo de pasadas a la mitad o de anchos distintos. Si se utilizan pasadas a la mitad, esta no debe ser la última pasada del área a pavimentar. Un máximo de 152 mm de traslape se permite en las líneas de las juntas longitudinales.

#### (c) Trabajo manual

Las áreas en las que la máquina no cabe, se tienen que utilizar rastrillos de hoja plana para recubrir el área. El acabado tiene que ser igual al que da la caja de distribución. El área se tiene que prehumedecer antes de colocar la muestra. El trabajo manual se tiene que completar como si fuera la máquina la que lo está aplicando.

#### (d) Bordes

Se tiene que tener cuidado de que las líneas en los cordones de caño y espaldones queden rectas. También en las intersecciones las líneas se tienen que mantener rectas para una buena apariencia.

#### (e) Compactación

La compactación no es usualmente necesaria para los sellos de lechada asfáltica. En los aeropuertos y parqueos se tiene que compactar con un compactador de llantas neumáticas de 10 Tm, autopulsado con una presión de aire de las llantas de 50 psi, equipado con sistema de aspersión de agua. Las áreas se tienen que compactar mínimo 2 pasadas completas del compactador. La compactación no puede empezar hasta que el sello esté completamente curado para que no se quede pegado en las llantas del compactador.

#### (f) Limpieza

Todas las áreas se tienen que limpiar, caños, alcantarillas, entre otros. El contratista de manera diaria tiene que remover todos los escombros asociados con el trabajo.

### **412.09 Aceptación.**

Véase la Tabla 412-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

La emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.03 y 702.03.

El agregado para lechada asfáltica será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. (703.11).

La construcción del sello de lechada asfáltica será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**412.10 Medida.**

Se medirá la cantidad de lechada asfáltica por metro cuadrado. Se definirá el ancho de manera que incluya el ancho de la superficie del sello y cualquier grado de ensanchamiento en las curvas. Se definirá la longitud de forma paralela a la línea de centro de la calzada. Se medirán las cantidades de emulsión asfáltica por litro.

**412.11 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 412.10, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación total para los trabajos descritos en esta Sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.412.01</b> Sello con lechada asfáltica del tipo "Slurry" (se debe especificar la granulometría)	Metro cuadrado	(m <sup>2</sup> )
<b>CR.412.02</b> Emulsión asfáltica (se debe especificar el grado)	Litro	(L)
<b>CR.412.03</b> Agregado	Metro cúbico	(m <sup>3</sup> )

Tabla 412-7

Requisitos de Muestreo y Ensayo

Material o producto	Tipo de aceptación (Subsección)	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo del reporte
Agregado para los tratamientos superficiales (703.11)	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Granulometría	---	AASHTO T 27 y T 11	1 por 500 Tm	Salida de producción o del apilamiento	Sí, cuando se solicite	Antes de iniciar el trabajo
		Abrasión LA	---	AASHTO T 96	1 por agregado	Fuente de agregado	"	"
		Sanidad	---	AASHTO T 104	"	"	"	"
		Equivalente de arena	---	AASHTO T 176 método alternativo N° 2, método de referencia	"	Salida de producción o del apilamiento	"	"

Material extraído de ISSA A105, "Recommended performance guidelines for emulsified asphalt slurry seal, Mayo 2005, International Slurry Surfacing Association.

## **Sección 413.) RIEGO DE IMPRIMACIÓN**

### **413.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de imprimación, a partir de la distribución de asfalto rebajado o emulsión asfáltica. Se aplicará un riego de imprimación previo a la colocación de una capa asfáltica sobre una capa granular o una capa de agregado estabilizado con algún material no asfáltico (por ejemplo cal o cemento).

El grado del asfalto del riego de imprimación corresponde a la designación mostrada en AASHTO M 140 o M 280 para la emulsión asfáltica y AASHTO M 81 o M 82 para asfaltos rebajados.

El grado del asfalto rebajado corresponderá a la designación de la Subsección 702.04. El grado de la emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03. Corresponderá al Contratante el definir el tipo de cemento asfáltico (sea asfalto rebajado o emulsión asfáltica).

### **413.02 Materiales.**

De conformidad con las siguientes Subsecciones:

Material de secado	703.13
Asfalto rebajado	702.04
Emulsión asfáltica	702.03
Agua	725.01(c)

### **Requisitos para la construcción**

### **413.03 Equipamiento.**

El Contratista deberá utilizar equipos conforme a la Subsección 411.04(a).

### **413.04 Preparación de la superficie.**

El Contratista preparará la superficie a imprimir de acuerdo con la Subsección 301.05 y 301.06.

### **413.05 Limitaciones climáticas.**

Se aplicarán riegos de imprimación en superficies secas o con humedad superficial moderada, a criterio del Contratante, cuando la temperatura del aire a la sombra y en la superficie del pavimento, ambas, sean por lo menos de 10 °C en ascenso y cuando no haya neblina ni lluvia.

### **413.06 Aplicación de la imprimación.**

Cuando se requiera, se humedecerá la superficie con agua por medio de aspersores, de previo a la aplicación del riego de imprimación. Se aplicará el cemento asfáltico de acuerdo con la Subsección 411.08, con una tasa de dosificación de 0,45 a 2,25 L/m<sup>2</sup>, para una óptima penetración.

Cuando se utilice emulsión asfáltica que no está formulada como un material de imprimación de penetración, por prescripción del Contratante, se humedecerá la superficie de colocación y se escarificará una profundidad de 25 a 50 mm. Cuando se requiera, se diluirá una emulsión asfáltica de rompimiento lento con una cantidad igual de agua. La tasa de aplicación de la emulsión asfáltica es de 0,45 a 1,35 L/m<sup>2</sup>. Inmediatamente después, se distribuirá y compactará el material de secado, según la Sección 703.13.

Las superficies imprimadas con emulsión asfáltica deberán ser curadas por no menos de 24 horas; las superficies imprimadas con asfalto rebajado serán curadas por no menos de 3 días; en ambos casos, de previo a la colocación de la siguiente capa.

Hasta que la siguiente capa sea colocada, se deberá mantener la superficie imprimada limpia y sin

corrugación mediante el barrido por medios mecánicos.

A criterio del Contratante, en una superficie imprimada, previo a la colocación de la siguiente capa, cuando se permita pasar tránsito antes de que todo el material asfáltico sea absorbido completamente, se distribuirá material de secado para cubrir el asfalto no absorbido. Se removerá el exceso de material de secado tan pronto como sea práctico, luego de que el exceso de asfalto es absorbido. Se removerá todo resto de contaminantes y partículas extrañas sobre la superficie y se repararán todas las áreas dañadas de previo a la colocación de la siguiente capa.

#### **413.07 Aceptación.**

La emulsión asfáltica y el asfalto rebajado serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.04 y 702.03.

El material de secado será evaluado de acuerdo con la Subsección 107.03 y 107.04. (703.13)

La construcción del riego de imprimación será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La preparación de la superficie será evaluada de acuerdo con la Sección 303. Antes se indicó 301.05 y 301.06.

#### **413.08 Medida.**

Se deben medir los renglones de la Sección 413 listados en los términos del contrato de acuerdo con la Subsección 110.02 y las siguientes que apliquen.

Se medirá la cantidad de asfalto del riego de imprimación por metro cuadrado, o por litro o galón, incluyendo el agua agregada para dilución.

Se medirá la cantidad de material de secado por tonelada métrica, o por metro cúbico en el vehículo de transporte.

#### **413.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Sección 413, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación total para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.413.01</b> Riego de imprimación (se debe especificar el tipo de cemento asfáltico y su grado respectivo)	Metro cuadrado	(m <sup>2</sup> )
<b>CR.413.02</b> Riego de imprimación (se debe especificar el tipo de cemento asfáltico y su grado respectivo)	Litro	(L)
<b>CR.413.03</b> Material de secado	Tonelada métrica o metro cúbico	(Tm) ó (m <sup>3</sup> )

## **Sección 414.) RIEGO DE LIGA ASFÁLTICA (TACK COAT)**

### **414.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de liga aplicando una emulsión asfáltica o asfaltos rebajados. Se aplicará un riego de liga de previo a la colocación de una capa asfáltica sobre una capa asfáltica existente (sea de base o de ruedo) o sobre una losa de concreto hidráulico.

El grado de riego de liga de emulsión asfáltica se designa como se muestra en AASHTO M 140 ó M 208 y el del asfalto rebajado a la Sección 702.04. Corresponderá al Contratante definir el grado de emulsión asfáltica a utilizar.

### **414.02 Materiales.**

De conformidad con la siguiente Subsección:

Emulsión asfáltica	702.03
Asfalto rebajado	702.04

### **Requerimientos para la construcción**

### **414.03 Equipos.**

El Contratista deberá utilizar equipos conforme a la Subsección 411.04.

### **414.04 Preparación de la superficie.**

Se limpiará la superficie existente de todo tipo de material suelto, tierra o cualquier tipo de sustancias nocivas de acuerdo a los métodos aprobados de acuerdo con la Subsección 303.07. Cuando la superficie sea de concreto, se deberán remover los excesos de sello de juntas y sello de grietas.

### **414.05 Limitación de condiciones climáticas.**

Se aplicarán riegos de liga sobre superficies secas, cuando la temperatura a la sombra sea al menos de 10 °C y en aumento.

### **414.06 Aplicación del cemento asfáltico.**

La emulsión asfáltica se diluirá con una cantidad igual de agua, es decir en una proporción de 1:1 por volumen.

Se aplicará la emulsión asfáltica de conformidad con la Subsección 411.08 a una tasa de dosificación de 0,15 a 0,70 litros por metro cuadrado. Cuando un riego de liga no pueda ser aplicado con un sistema de distribución por aspersores, se aplicará el riego de liga de manera uniforme, mediante distribuidores manuales o por cualquier otro tipo de método autorizado por el Contratante.

Si se aplica exceso de cemento asfáltico, se eliminará de la superficie.

Se deberá esperar que el riego de liga cure completamente de previo a la colocación de la capa siguiente.

### **414.07 Aceptación.**

El riego de liga será evaluado de acuerdo a las Subsecciones 107.04 y 702.03 ó 04 (sea que se use emulsión asfáltica o asfalto rebajado).

La construcción del riego de liga será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La preparación de la superficie será evaluada de acuerdo con la Sección 303.

**414.08 Medida.**

Se medirá la cantidad de riego de liga por litro incluyendo el agua agregada para dilución de acuerdo con los términos de la Subsección 110.02 y los siguientes que aplican.

**414.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 411.08, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.414.01</b> Riego de liga (indicar tipo y grado del cemento asfáltico)	Litro (L)

**Sección 415.) PERFILADO (FRESADO) DE CAPAS ASFÁLTICAS**

**415.01 Descripción.**

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 Contratante.

**Requerimientos para la construcción**

**415.02 Equipos.**

El Contratista deberá contar con un equipo de perfilado, con las siguientes características:

- Auto – propulsado.
- Con suficiente potencia, tracción y estabilidad para mantener una profundidad de escarificación uniforme.
- Con capacidad para remover el espesor requerido de la(s) capa(s) asfáltica(s) con un control de perfil y de pendiente en el sentido transversal.
- Sistema automatizado para el control de nivel de rasante, referido al nivel de superficie existente, mediante un sistema de verificación de rasante independiente u otro método aprobado por el Contratante
- Sistema automatizado para el control de la pendiente transversal.
- Sistema para el control de la cantidad de polvo u otras partículas residuales, producto del perfilado.
- Deberá estar provisto de dispositivos para verter el material fresado directamente en camiones de transporte.
- Sistema de carga continua, o el equipo de apoyo necesario para remover completamente el material escarificado de la superficie del pavimento existente.
- Ancho de corte de al menos un tercio del ancho del carril a perfilar.

Los vehículos para el transporte del material escarificado al sitio de reutilización o acopio estarán sujetos a la aprobación del Contratante 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.

Dichos vehículos 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.

#### **415.03 Escarificación del pavimento.**

El fresado se efectuará sobre el área y espesor que indiquen los documentos del proyecto y apruebe el Contratante, 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 sitios que resulten inaccesibles al equipo de fresado, el pavimento deberá removerse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.

Se deberá utilizar un sistema de referencia longitudinal como guía para el funcionamiento del equipo de fresado. El sistema de referencia puede basarse con un bordillo, el borde del pavimento, o una cuerda alineada a lo largo de la superficie del pavimento. Se fresará en dirección longitudinal, es decir en sentido de avance paralelo a la línea de centro.

La pendiente transversal de la superficie escarificada será tal que el nivel de profundidad de corte no presente una desviación de más de 6 mm medida en distancias transversales de 3 m, respecto a la pendiente requerida por el Contratante. La transición de una a otra magnitud de pendiente transversal, cuando sea requerido un cambio por el Contratante, será hecha a una tasa uniforme, de forma gradual. El contratista deberá perfilar, en cada pasada del equipo, al menos el ancho de un carril.

La transición entre diferentes profundidades de corte deberá hacerse a una tasa uniforme de 17 mm de profundidad por cada 10 metros de avance del equipo. Al inicio y al final de la sección perfilada, el Contratista deberá construir una superficie de transición hacia el nivel del pavimento no perfilado, a una tasa uniforme de 17 mm de profundidad por cada 10 m; lo anterior no se aplica en los casos donde se vaya a colocar una sobrecapa en el área perfilada. No deberá dejarse, en ningún momento, una superficie vertical expuesta, perpendicular a la dirección de tránsito; el Contratante establecerá las políticas respectivas a las pausas diarias o por cortos períodos, en los casos donde se habilite el tránsito sobre la superficie escarificada. Cuando no se impida la circulación de vehículos sobre el pavimento, se deberán limitar las diferencias de elevación entre carriles adyacentes, de acuerdo con la Subsección 401.15.

El perfilado superficial de la superficie escarificada deberá estar de conformidad con la Subsección 404.08.

El contratista deberá disponer de un equipo barredor rotatorio y un sistema de succión, los cuales serán operados de inmediato al perfilado, para remover y recuperar, en su totalidad, cualquier residuo de material sobre la superficie perfilada. Minimizar el escape de polvo en el aire. Los restos serán dispuestos de conformidad con la Subsección 211.03.

Antes de colocar una capa nueva, se deberán reparar las superficies perfiladas, aplicando las técnicas de bacheo.

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 la manipulación 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 Contratante, 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 ni plantas que se encuentren cerca de 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 Contratante estará facultado para exigir la modificación o incremento de todas las medidas de seguridad que se hayan adoptado inicialmente.

#### **415.04 Limitaciones en la ejecución de los trabajos.**

Los trabajos de fresado deberán ser suspendidos cuando llueva. 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.

#### **415.05 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 Contratante y será de propiedad del Ministerio de Obras Públicas y Transportes. 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 Contratante, sin medida ni pago por parte de Contratante. 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.

#### **415.06 Condiciones para recibir los trabajos.**

##### (a) Controles generales.

Durante la ejecución de los trabajos de fresado, el Contratante verificará el funcionamiento del equipo empleado y levantará los perfiles que considere necesarios.

Cuando el material fresado sea de propiedad del Ministerio de Obras Públicas y Transporte, el Contratante se abstendrá de aceptar en el acopio todo material que resulte contaminado como resultado de una manipulación incorrecta por parte del Constructor.

##### (b) Control de calidad del producto terminado.

###### (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 seis milímetros (6 mm). Los tramos donde se supere esta tolerancia deberán ser sometidos a tratamiento adicional por parte del Constructor, a su costo, de acuerdo con las instrucciones del Contratante. La superficie resultante luego de la operación de fresado deberá ser uniforme y estable, sin material suelto que pueda provocar deficiencias en la adherencia de la capa nueva a ser colocada, de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

###### (2) Control de regularidad

Cuando sobre la superficie fresada se vaya a construir un tratamiento superficial, una lechada asfáltica o una mezcla asfáltica en caliente, se deberá verificar el índice internacional de regularidad (IRI) en toda la longitud fresada y en cada carril, y lo establecido en la Sección 404.08, 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 cien metros (100 m).

En general, se podrán utilizar equipos para medir regularidad 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 concernientes, 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 concerniente 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 regularidad que se deben cumplir.

Si los resultados de regularidad exceden los límites preestablecidos, 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 Contratante 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 Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

#### **415.07 Aceptación.**

El perfilado de superficies asfálticas será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La regularidad superficial de la superficie perfilada será evaluada de acuerdo con la Sección 404.08.

#### **415.08 Medida.**

Se medirá de acuerdo a las especificaciones listadas en la Sección 415 acorde a la Subsección 110.02 de la siguiente forma:

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 Contratante.

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 Contratante. No se medirá ningún área por fuera de tales límites.

#### **415.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 415.05, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.415.01</b> Perfilado de capa asfáltica (se deberá especificar la profundidad de corte, en milímetros)	Metro cuadrado	(m <sup>2</sup> )
<b>CR.415.02</b> Perfilado de capa asfáltica (se deberá especificar la profundidad de corte, en milímetros)	Kilómetro - carril	(Km)

## **Sección 416.) SELLO DE JUNTAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS**

### **416.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en sellar fisuras y grietas.

### **416.02 Materiales.**

Cemento asfáltico	702.01
Material de secado	703.13
Emulsión asfáltica	702.03
Agregado fino	703.07 (b)
Material de sello	712.01 (a)
Lechada asfáltica (slurry seal)	412
Asfalto rebajado	702.04

### **Requerimientos de construcción**

### **416.03 Equipos.**

El Contratista deberá contar con equipos conformes con las siguientes características:

(a) Sierra y cuchillas de corte. La sierra y las correspondientes cuchillas serán de tal tamaño y configuración que el corte a la profundidad deseada se obtenga con una única pasada. No se permiten separadores. Otros instrumentos podrán ser utilizados únicamente previa autorización del Contratante.

(b) Dispositivo ranurador. Se dispondrá de un ranurador rotatorio autopropulsado. O de un ranurador de cuchilla vertical con suficiente capacidad para limpiar las grietas y fisuras.

(c) Inyector de aire caliente comprimido. Deberá tener capacidad para suministrar aire comprimido limpio y seco (sin aceite ni humedad), a razón de 2,8 metros cúbicos por minuto, con una presión de 830 kilopascales y a una temperatura de 1000 °C.

(d) Calentador térmico. Se deberá contar con un contenedor de calentamiento indirecto, con doble sistema de calentamiento, de aceite u otro medio de transferencia de calor, que deberá mantenerse en constante agitación. Deberá disponerse de un termómetro calibrado con capacidad para medir temperaturas entre 100 °C y 300 °C con una escala graduada cada 2 °C. El termómetro será dispuesto de manera que la temperatura del material de sello (dentro del contenedor) sea monitoreada en forma segura.

(e) Conformador de la grieta. Con una herramienta manual apropiada, se recojerán los sobrantes del material de sello que hayan quedado fuera de la grieta, dejándola a nivel de la superficie.

### **416.04 Corte y sello de juntas.**

El Contratista deberá cortar, limpiar y sellar las juntas del pavimento asfáltico en una operación continua. El corte podrá realizarse en un medio húmedo o seco, dependiendo del tipo de sierra usado.

En caso de que la preparación para el material de sello sea en medio seco, se deberán limpiar las juntas,

posterior al corte, con un flujo de aire en cantidad suficiente para remover todo resto de material adherido a las paredes de la cavidad o en el fondo de la misma. Posteriormente se deberá eliminar todo residuo sobre la capa de superficie.

En caso de que la preparación para el material de sello sea en medio húmedo, se deberán limpiar las juntas, posterior al corte, con un flujo de agua con una presión de aplicación de al menos 350 kilopascales, con el propósito de remover todo resto de material adherido a las paredes de la cavidad, o en el fondo de la misma. Inmediatamente se deberá eliminar todo residuo sobre la superficie de la capa de ruedo. Finalmente, se deberá inyectar aire a presión en las cavidades con el propósito de lograr el secado final.

No se permitirá tránsito sobre cavidades preparadas previo a la aplicación del material de sello. Si a criterio del Contratante las operaciones de limpieza no ocasionan interferencia en la circulación del tránsito, el Contratista podrá ser autorizado a permitir la circulación de vehículos, previa protección de los reservorios preparados según metodología a autorizar por el Contratante.

Se colocará el material de sello cuando la superficie del pavimento sea de 4 °C o mayor. Se descontinuarán las operaciones de aplicación del material de sello cuando las condiciones climáticas afecten la colocación del material de sello, sea por lluvia, por cambios súbitos de temperatura u otras condiciones climáticas adversas. En ese caso, al retomar las actividades de sellado, se deberán acondicionar nuevamente las juntas asegurando limpieza, tal y como se especificó al inicio de este apartado.

#### ***416.05 Limpieza, preparación y sello de grietas.***

Este trabajo consiste en la preparación y limpieza de grietas en la superficie de rodamiento y en las juntas (empates) en pavimentos asfálticos y la selladura de las mismas mediante un material de sello aplicado en caliente.

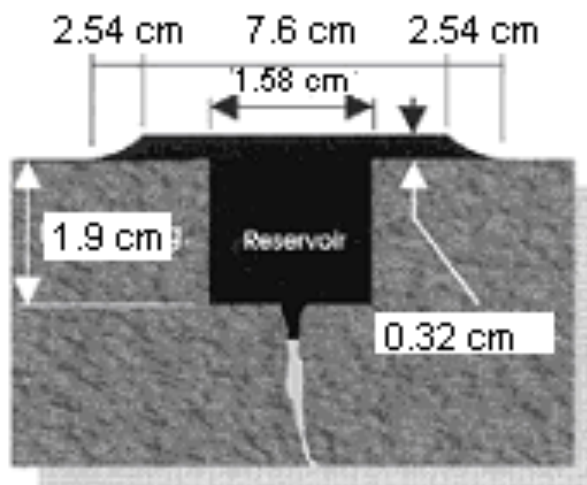
El Contratista deberá limpiar la superficie existente, eliminando todo resto de material, polvo o sustancias contaminantes, en una acción de cepillado, circulación de agua, u otros métodos aprobados por el Contratante. Se formará un reservorio mediante un corte con una sierra u otro medio aprobado por el Contratante, con una abertura promedio de 6 mm o más y con una profundidad correspondiente a la de la grieta por sellar, siempre que tal profundidad exceda los 20 mm. En caso contrario, la profundidad de corte será al menos 20 mm. Los reservorios, deberán secarse después del corte.

Cuando se utilice un inyector de aire caliente comprimido, éste deberá operarse de manera que la superficie del pavimento adyacente no sea quemada. Se colocará y dará acabado al material de sello dentro de un plazo de cinco minutos posterior al calentamiento con aire caliente comprimido e inyectado en el reservorio.

Para grietas con una abertura de 13 mm o menos, se deberá utilizar un material elástico de sello, aplicado en caliente, de acuerdo con la Subsección 416.04.

Para grietas con una abertura de más de 13 mm, y menor a 25 mm se deberá aplicar como material de sello una lechada asfáltica, una mezcla asfáltica de granulometría fina preparada en caliente o una mezcla asfáltica de granulometría fina con emulsión asfáltica o asfalto rebajado. Se deberá utilizar un aplicador manual para introducir la mezcla dentro de las fisuras.

Figura 416.1.

**Configuración B, Estándar de banda a desnivel**

Se deberá construir el sellado de grietas en superficies de concreto asfáltico de acuerdo a la configuración mostrada en la Figura 416.1.

Para grietas con una abertura mayor o menor a 25 mm, se deberá llenar con una mezcla asfáltica de acuerdo a las Secciones 401, 402, 403, 404 y 412.

**416.06 Reparación del sello de grietas y juntas deterioradas.**

Se deberán resellar las áreas que exhiban problemas de adherencia, daño, desprendimientos, presencia de materiales extraños u otros problemas relacionados con el deterioro acelerado.

**416.07 Aceptación.**

El material de sello para grietas y juntas en capas asfálticas será evaluado de acuerdo con la Subsecciones 107.02 y 107.03.

El sellado de grietas y juntas en pavimentos asfálticos será evaluado de acuerdo con la Subsección 107.04.

**416.08 Medida.**

La medida de los renglones de pago de la Sección 416 se pagará de acuerdo a lo indicado en el sumario de cantidades del cartel de licitación de acuerdo a la Subsección 110.02.

Se medirá la cantidad de material de sello para grietas y juntas en capas asfálticas por litro o galón, o kilogramo.

Se medirá por metro el corte, sello de juntas y la limpieza, la preparación y el sello de grietas.

**416.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 416, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación total para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>	
<b>CR.416.01</b> Material de sello para grietas y juntas	Litro	(L)
<b>CR.416.02</b> Material de sello para grietas y juntas	Kilogramo	(Kg)
<b>CR.416.03</b> Corte y sello de juntas	Metro lineal	(m)
<b>CR.416.04</b> Limpieza, preparación y sello de grietas	Metro lineal	(m)

## **Sección 417.) RESERVADA**

## **Sección 418.) MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA USOS ESPECÍFICOS**

### **418.01 Objeto**

Estas especificaciones contienen requisitos generales que son aplicables a las mezclas bituminosas fabricadas en planta en caliente, utilizadas en capas de superficie, capas intermedias, bases asfálticas y actividades de conservación vial.

El trabajo consiste en la colocación de una o varias capas de mezcla bituminosa sobre la base preparada de acuerdo con las presentes especificaciones y en seguimiento a los requisitos específicos bajo contrato. También puede utilizarse en bacheo. La construcción se hará de acuerdo con las especificaciones y en acato a los lineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc., mostrados en los planos o fijados por la ingeniería de Proyecto. Se regulan en esta Sección cuatro calidades de mezcla asfáltica en caliente para los usos identificados en la Tabla 418-1.

*Tabla 418-1*

### **Tipos de mezclas asfálticas en caliente**

<b>Designación</b>	<b>Descripción</b>
418 (1)	Mezcla asfáltica en caliente para bacheo para rutas donde la superficie existente consiste en algún tipo de tratamiento superficial, incluyendo lechadas asfálticas
418 (2)	Mezcla asfáltica en caliente para capas o sobrecapas asfálticas y bacheo donde la superficie existente consiste en concreto asfáltico
418 (3)	Mezcla asfáltica Superpave para resistir deformación plástica y daño por humedad
418 (4)	Mezcla asfáltica Superpave para resistir agrietamiento por fatiga

La presente normativa regula y fomenta, además, el uso de aditivos poliméricos, con el propósito de mejorar la durabilidad y la resistencia de las mezclas asfálticas; además de regular el uso de mezcla asfáltica reciclada, como alternativa para el desarrollo en la producción de mezclas de concreto asfáltico.

### **418.02 Definición**

Se define como mezcla asfáltica en caliente la combinación de cemento asfáltico, agregados minerales y eventualmente relleno mineral y/o aditivos, íntimamente combinados en las proporciones y temperaturas de diseño. El mezclado debe ser tal que todas las partículas de los agregados queden cubiertas en su totalidad por una película de ligante.

#### **418.03 Diseño y composición de las mezclas**

Cuando se trate de mezclas asfálticas designadas como 418 (1) y 418 (2) el Contratista presentará al Ingeniero de Proyecto, antes de iniciar la producción de la mezcla asfáltica, el diseño propuesto, elaborado de acuerdo con el método de diseño Marshall Estándar, descrito por ASTM en la designación D 1559, para agregados con tamaño máximo nominal igual o menor que 19 mm, o el método Marshall Modificado para agregados con tamaño máximo nominal mayor de 19 mm; tal como se describe en el Manual del Instituto del Asfalto MS-2, o por cualquier otro método aceptado por la Administración.

Cuando se trate de mezclas asfálticas designadas como 418 (3) y 418 (4) el Contratista presentará al Ingeniero de Proyecto, antes de iniciar la producción de la mezcla asfáltica, el diseño propuesto, elaborado de acuerdo con el método de diseño volumétrico Superpave; tal como se describe en el Manual del Instituto del Asfalto SP-1, o por cualquier otro método aceptado por la Administración.

En la fabricación de las mezclas asfálticas indicadas, se podrá incorporar mezcla asfáltica reciclada (RAP) que deberá haber sido recuperada por medio de perfiladora.

La materia prima y la mezcla asfáltica deberán cumplir con los requisitos de los artículos 418.04 al 418.08.

La Administración, a través de especificaciones especiales para un proyecto en particular, podrá modificar o establecer tolerancias de diseño para los parámetros catalogados como críticos, en adición a los criterios de tolerancia especificados para la dosificación de diseño (contenido de asfalto y granulometría).

#### **418.04 Materiales**

##### **418.04.01 Materiales bituminosos**

Los materiales bituminosos deben ser cementos asfálticos que cumplan con la Sección 702.

Podrá modificarse el ligante asfáltico mediante la adición de activantes, rejuvenecedores, polímeros, antidesnudantes, asfaltos naturales o cualquier otro producto de calidad reconocida, con el propósito de que se cumplan o se mejoren los niveles de calidad requeridos tanto para el cemento asfáltico como para la mezcla asfáltica, debiendo su uso en la obra, estar soportado mediante ensayos de laboratorio previos. Cuando se requiera de aditivos para cumplir los requisitos de calidad, su costo será cubierto por el Contratista. La Administración podrá establecer un requerimiento de grado de desempeño Superpave para el ligante asfáltico, tanto no modificado como modificado con aditivos, estableciendo una temperatura máxima de desempeño, así como una temperatura intermedia de desempeño, de acuerdo con lo establecido en el Manual del Instituto de Asfalto SP-2.

##### **418.04.02 Agregados**

Los agregados procesados individualmente por fuente serán aceptados una vez que cumplan con los requisitos de calidad que se detallan en esta Sección. Las propiedades de los agregados deberán estar de conformidad con lo especificado en todo momento del proceso productivo y constructivo. Deberán cumplir antes de adicionar el asfalto a la mezcla y previo a su incorporación al secador de la planta.

##### **418.04.02.01 Graduación de la combinación de agregados**

Los agregados deben cumplir con los requisitos de estructura granulométrica que se presentan en la Tabla 418-2, para cada tipo de mezcla asfáltica. Así, las graduaciones con tamaño máximo nominal igual o menor que 19mm, se utilizarán para capas de ruedo; y en las capas intermedias o de base, se emplearán aquellas graduaciones con tamaño máximo nominal superior a 19 mm. Se entenderá por tamaño máximo nominal, el tamaño inmediato superior, de acuerdo con los estándares de ASTM, al primer tamiz que retiene más del 10 %.

Cuando se considere, para efectos de diseño, la incorporación de polvo mineral filler (cal, cemento u otro aceptado por la Administración), o agregado de RAP, su efecto en la curva granulométrica debe estar reflejado en el momento de verificar el cumplimiento de las especificaciones.

Tabla 418-2  
**Especificaciones de graduación para mezcla asfáltica en caliente a utilizar en superficies de ruedo y capas de bases**

Porcentaje pasando por peso. Tamaño máximo nominal											
Malla	37,5 mm		25 mm		19 mm		12,5 mm		9,5 mm		Tolerancia
	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	Rango especificado	Tolerancia	
50,0 mm	100	---	X	X	X	X	X	X	X	X	X
37,5 mm	90 - 100	± 5	100	X	X	X	X	X	X	X	X
25,4 mm	75 - 90	± 5	90 - 100	± 5	100	X	X	X	X	X	X
19,0 mm	---	---	77 - 92	± 5	90 - 100	± 5	100	X	X	X	X
12,7 mm	42 - 65	± 5	60 - 80	± 5	68 - 90	± 5	90 - 100	± 5	100	X	X
9,5 mm	X	X	50 - 70	± 5	56 - 80	± 5	70 - 90	± 5	90 - 100	± 5	± 5
Nº 4	22 - 35	± 4	30 - 39	± 4	35 - 57	± 4	45 - 65	± 4	55 - 75	± 4	± 4
Nº 8	15 - 23	± 4	19 - 27	± 4	23 - 35	± 4	28 - 39	± 4	32 - 47	± 4	± 4
Nº 16	8 - 15	± 4	11 - 18	± 4	14 - 22	± 4	16 - 26	± 4	19 - 31	± 4	± 4
Nº 30	5 - 12	± 4	7 - 14	± 4	9 - 17	± 4	9 - 19	± 4	11 - 23	± 4	± 4
Nº 50	3 - 10	± 4	4 - 11	± 4	6 - 14	± 4	5 - 16	± 4	7 - 19	± 4	± 4
Nº 200	0 - 6	± 2	1 - 7	± 2	2 - 8	± 2	2 - 8	± 2	2 - 10	± 2	± 2

**NOTAS:**

1. La tolerancia es la desviación permisible al valor propuesto en la fórmula de mezcla para trabajo, sin salirse del rango especificado. La tolerancia es absoluta.
2. La verificación de la granulometría de la mezcla producida, se efectuará de acuerdo con la norma de ensayo AASHTO T 30.
3. Alternativamente, para la verificación de la granulometría de la mezcla para trabajo, se podrá utilizar agregado proveniente de la banda transportadora en plantas mezcladoras de tambor, de las tolvas calientes en plantas de dosificación. El agregado será utilizado de acuerdo con las normas de ensayo AASHTO T 11 y AASHTO T 27



**418.04.02.02 Agregado Grueso**

Definición: se define como agregado grueso la fracción granulométrica retenida en el tamiz 4,75 mm (No. 4).

Requisitos que debe cumplir:

a) El porcentaje de desgaste en la prueba de Abrasión de los Ángeles (AASHTO T 96), menor o igual a 40 % para las mezclas asfálticas designaciones 418 (1), 418 (2) y 418 (4); y menor o igual a 30 % para la mezcla asfáltica 418 (3).

b.) La pérdida por sanidad, luego de 5 ciclos, según la normativa AASHTO T 104, menor o igual a 15 % cuando se utiliza sulfato de sodio como reactivo o menor o igual a 20 % cuando se utiliza sulfato de magnesio como reactivo.

c.) El índice de durabilidad (AASHTO T 210), mayor o igual a 35 %.

d.) El porcentaje de caras fracturadas indicados en la Tabla 418-3. Deberá ser determinado según procedimiento estándar ASTM D.5821.

*Tabla 418-3*

**Especificaciones de caras fracturadas**

Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8,2 ton	Para capas intermedias	Para capas de rodamiento
	Porcentaje por peso con una o más caras fracturadas / porcentaje por peso con dos o más caras fracturadas	Porcentaje por peso con una o más caras fracturadas / porcentaje por peso con dos o más caras fracturadas
Inferior o igual a 30	80 / 75	95 / 90
Inferior a 100	95 / 90	100 / 100
Superior o igual a 100	100 / 100	100 / 100

**NOTA:**  
80 / 75 indica que 80 % o más del agregado grueso debe tener mínimo una cara fracturada y el 75 % del agregado grueso debe tener mínimo dos caras fracturadas. Los ejes equivalentes de 8,2 toneladas serán estimados para un período de carga de 20 años.

e) El residuo insoluble en la prueba de carbonatos solubles (ASTM D 3042), deberá ser mayor o igual a 25 % en la fracción del residuo con tamaño mayor que la malla No. 200 (ASTM D 3042, Sección 7), para las mezclas asfálticas en las capas de rodamiento. Dicho requisito no aplica cuando las mezclas asfálticas sean empleadas en capas intermedias o capas de base, exceptuando cuando dichas capas vayan a ser sujeto durante algún tiempo de tránsito, a criterio de la Administración.

f) El porcentaje por peso de partículas planas o alargadas no deberá ser superior a 10 % para aquellos casos en que el tránsito vehicular en millones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas estimados en un período de carga de 20 años sea superior a 0,30. Este porcentaje se determina conforme al procedimiento estándar ASTM D 4791, definiéndose como partícula plana y alargada aquella cuya relación entre las dimensiones máxima y mínima excede a cinco en el caso de las mezclas designadas como 418 (1), 418 (2) y 418 (4); y como aquella cuya relación entre las dimensiones máxima y mínima excede a cuatro en el caso de las mezclas designadas como 418 (3).

g) El contenido de arcilla o partículas friables (AASHTO T 112) deberá ser menor o igual a 2 %.

Nota: los agregados que no cumplan con el inciso g) deben someterse a un proceso de limpieza (lavado, aspiración u otro) que garantice el cumplimiento de este requisito durante la producción de la mezcla.

Cuando en la mezcla asfáltica se esté incorporando agregado de RAP, el agregado virgen deberá cumplir con todas las pruebas normadas para el agregado grueso, de manera independiente, sin incorporar para efectos de ensayo la fracción de agregado reciclado.

Para su incorporación en la mezcla asfáltica tipo 418 (1), el agregado de RAP no requiere cumplir los requisitos de este apartado, siempre que la mezcla asfáltica resultante, incluyendo RAP, cumpla con los requisitos de la Sección 418.06.

Para su incorporación en las mezclas asfálticas designaciones 418 (2), 418 (3) y 418 (4), el agregado de RAP requiere, de manera individual, cumplir con los requisitos a), d), f); con la salvedad de que en el caso de la mezcla asfáltica tipo 418 (4) no es necesario evidenciar cumplimiento al requisito a).

#### **418.04.02.03 Agregado Fino.**

Definición: se define como agregado fino la fracción granulométrica que pasa el tamiz de 4,75mm (No. 4), producto de la trituración mecánica del agregado grueso. No se permite en ningún caso el uso de arena natural.

Requisitos que debe cumplir:

- a.) El índice de durabilidad (AASHTO T 210) debe ser mayor o igual a 35 %.
- b.) El equivalente de arena (ASSHTO T 176) debe ser mayor o igual a 50 %.
- c.) La pérdida por sanidad, luego de 5 ciclos, según AASHTO T 104, debe ser menor o igual a 15 % cuando se utiliza sulfato de sodio como reactivo, o menor o igual a 20 % cuando se utiliza sulfato de magnesio como reactivo.
- d.) La fracción del agregado fino que califique para la prueba de desgaste por Abrasión de los Ángeles (AASHTO T 96), deberá poseer un porcentaje de pérdida en dicho ensayo menor o igual a 40 % para las mezcla asfálticas designaciones 418 (1), 418 (2) y 418 (4), y menor o igual a 30 % para la mezcla asfáltica designación 418 (3).

Cuando en la mezcla asfáltica se esté incorporando agregado de RAP, el agregado virgen deberá cumplir con todas las pruebas normadas para el agregado fino, de manera independiente, sin incorporar para efectos de ensayo la fracción de agregado reciclado.

Para su incorporación en las mezclas asfálticas designaciones 418 (1) y 418 (4), el agregado de RAP no requiere cumplir los requisitos de este apartado, siempre que la mezcla asfáltica resultante, incluyendo RAP, cumpla con los correspondientes requisitos.

Para su incorporación en las mezclas asfálticas designaciones 418 (2) y 418 (3), el agregado de RAP requiere, de manera individual, cumplir con el requisito d).

#### **418.04.02.04 Polvo Mineral de Aportación (filler)**

Definición: se define como polvo mineral de aportación a la fracción granulométrica del agregado que cumpla con los requisitos indicados en la Tabla 418-4 y que sea incorporado de previo a una o varias de las fracciones de agregado, o durante, el procesamiento en planta.

Tabla 418-4

#### **Requisitos de graduación para el polvo mineral**

<b>Malla</b>	<b>Rango de porcentaje pasando por peso (%)</b>
N° 30	100
N° 50	95 - 100
N° 200	70 - 100

- a.) Deben cumplirse los requisitos de graduación de la Tabla 418-4.
- b.) En caso de que el polvo mineral de aportación no sea cemento o cal (hidróxido de calcio como principal constituyente), no debe tener plasticidad.
- c.) En caso de que una parte o todo el material retenido en el filtro seco (baghouse), se reincorpore como relleno mineral de aportación (filler), el Contratista debe garantizar, mediante el uso de equipo apropiado, que la cantidad inyectada es constante y debidamente proporcionada por peso o volumen y que el punto de inyección es el correcto, según el tipo de planta.

#### **418.04.02.05 Mezcla asfáltica reciclada (RAP).**

Para su incorporación en la mezcla asfáltica producida en planta central en caliente deberá:

- a) triturarse en un quebrador con un tamaño máximo de 51,7 mm,
- b) almacenarse en óptimas condiciones de protección por humedad y contaminación,
- c) incorporarse a través de un método autorizado por la Administración en un planta asfáltica con condiciones aptas para la incorporación de RAP a criterio de la Administración.

#### **418.05 Requisitos para el apilamiento de los agregados procesados.**

El agregado procesado y el RAP deben acumularse sobre una superficie seca, limpia, plana y estable. No debe permitirse su contaminación con material extraño como polvo, barro o pasto y se debe garantizar la menor humedad posible. Para todos los casos, cada fracción de agregado se apilará separada de las demás para evitar intercontaminación. Si los apilamientos se disponen sobre terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores (base del acopio).

La forma y el tamaño del apilamiento debe ser tal que no se dé segregación del material por influencia de la gravedad y el tamaño de las partículas; por esta razón, los apilamientos se construirán por capas de espesor no superior a un metro y veinte centímetros (1,20 m), ni por porciones cónicas.

Cuando se inicie la producción de mezcla asfáltica con un determinado apilamiento, no debe efectuarse su recarga con más agregados, aunque sea de una misma fuente y un mismo origen geológico, sino que el nuevo agregado debe almacenarse en otro sitio de manera homogénea, hasta tener una cantidad suficiente de agregados que asegure la mayor cantidad de días de producción.

#### **418 .06 Requisitos para la mezcla asfáltica.**

Estos requisitos deberán cumplirse tanto para la fórmula de la mezcla para trabajo, como para la producción de mezcla asfáltica de aplicación en la obra.

#### **418.06.01 Requisitos para la mezcla asfáltica designación 418 (1).**

La mezcla asfáltica para bacheo en rutas con tratamiento superficial como superficie de ruedo deberá cumplir con los requisitos que se indican a continuación.

En todo caso aplicable se empleará la normativa de preparación de especímenes Marshall de la norma nacional INTE 04-01-10-06 (ASTM D6926), "Método de ensayo para preparar especímenes de mezcla asfáltica usando el equipo Marshall". Previo a la preparación de los especímenes Marshall, la mezcla asfáltica será colocada en un horno a la temperatura de moldeo por un periodo de 2 horas. Se aplicarán 50 golpes por cara de los especímenes Marshall.

- a.) La estabilidad (AASHTO T 245) deberá ser mayor o igual a 550 kg para el método Marshall; y mayor o igual a 1240 kg para el método Marshall modificado.
- b.) El flujo (AASHTO T 245) deberá estar dentro del rango de  $32,5 \pm 12,5$  centésimas de centímetro, para el método Marshall estándar, y dentro del rango de  $48,75 \pm 18,75$  centésimas de centímetro, para el método Marshall modificado.

c.) La tolerancia en el contenido de cemento asfáltico será de  $\pm 0,5$  % respecto al contenido óptimo de cemento asfáltico, con base relativa al peso total de la mezcla.

d.) El contenido de vacíos con aire en pastillas Marshall deberá estar dentro del rango de  $4,0 \pm 1,0$  %, para mezcla asfáltica a usar como superficie de ruedo. La dosificación de diseño deberá presentar un contenido de vacíos de  $4,0 \pm 0,3$  %.

e.) El porcentaje de vacíos en el agregado mineral (VAM) será determinado en función del tamaño nominal del agregado en la mezcla y del contenido de vacíos en la fórmula de la mezcla para el trabajo, según se detalla en la Tabla 418-5.

Tabla 418-5

**Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM) en mezcla asfáltica tipo 418 (1)**

Tamaño máximo nominal	Contenido de vacíos de diseño en la mezcla asfáltica		
	3,0 %	4,0 %	5,0 %
9,5 mm	14	15	16
12,5 mm	13	14	15
19 mm	12	13	14
25 mm	11	12	13
37,5 mm	10	11	12

NOTA: La interpolación es válida para contenidos de vacíos no enteros, de 3,0 % a 5,0 %.

f.) La resistencia a la compresión uniaxial retenida (AASHTO T 165) deberá ser mayor o igual a 75 %. Las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de  $7,0 \pm 1,0$  %.

g.) El porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) deberá estar dentro del rango de 65 a 78 %.

h.) La temperatura de mezclado es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de  $170 \pm 20$  cSt, determinada a partir de la gráfica de viscosidad vs. temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a temperaturas de 125, 135 y 145 grados centígrados.

i.) La temperatura de compactación es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de  $280 \pm 30$  cSt, determinada a partir de la gráfica de viscosidad vs. temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a 125, 135 y 145 grados centígrados. Esta temperatura de compactación podrá ser ajustada en obra, de acuerdo con las condiciones locales de topografía del proyecto, del ambiente y del equipo de colocación, mediante un tramo de prueba y análisis de cumplimiento de la mezcla asfáltica.

**418.06.02 Requisitos para la mezcla asfáltica designación 418 (2).**

La mezcla asfáltica en caliente para capas o sobrecapas asfálticas y bacheo donde la superficie de ruedo existente consiste en concreto asfáltico, deberá cumplir con los requisitos que se indican a continuación, mismos que se determinarán a partir de la metodología de diseño Marshall, estándar o modificada, según el tamaño máximo del agregado de diseño, según el Manual MS-2, Métodos de diseño de mezcla, del Instituto del Asfalto.

En todo caso aplicable se empleará la normativa de preparación de especímenes Marshall de la norma nacional INTE 04-01-10-06 (ASTM D6926), "Método de ensayo para preparar especímenes de mezcla asfáltica usando el equipo Marshall". Previo a la preparación de los especímenes Marshall, la mezcla asfáltica será colocada en un horno a la temperatura de molde por un período de 2 horas. Se aplicarán 75 golpes por cara de los

especímenes Marshall.

a.) La estabilidad (AASHTO T 245) deberá ser mayor o igual a 800 kg, para el método Marshall; y mayor o igual a 1800 kg, para el método Marshall modificado.

b.) El flujo (AASHTO T 245) estará dentro del rango de  $27,5 \pm 7,5$  centésimas de centímetro, para el método Marshall; y dentro del rango de  $41,25 \pm 11,25$  centésimas de centímetro, para el método Marshall modificado.

c.) La tolerancia en el contenido de cemento asfáltico será de  $\pm 0,5$  % respecto al contenido óptimo de cemento asfáltico, con respecto al peso total de la mezcla.

d.) El contenido de vacíos con aire en pastillas Marshall será de  $4,0 \pm 1,0$  %, para mezcla asfáltica a usar como superficie de ruedo o capa intermedia, y de  $5,5 \pm 2,5$  %, para mezcla asfáltica a usar como base. La dosificación de diseño deberá presentar un contenido de vacíos de  $4,0 \pm 0,3$  % en el caso de la mezcla asfáltica para aplicaciones de superficie.

e.) La relación de polvo / asfalto efectivo tendrá un valor mínimo de 0,8 y un valor máximo de 1,3 definida como el porcentaje por agregado que pasa el tamiz No. 200 dividido por el contenido de ligante efectivo por peso total de la mezcla.

f.) El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM) será función del tamaño nominal del agregado en la mezcla y del contenido de vacíos en la fórmula de la mezcla para el trabajo, según se detalla en la Tabla 418-6.

Tabla 418-6

**Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM)  
en mezcla asfáltica tipo 418 (2)**

Tamaño máximo nominal	Contenido de vacíos de diseño en la mezcla asfáltica		
	3,0 %	4,0 %	5,0 %
9,5 mm	14	15	16
12,5 mm	13	14	15
19 mm	12	13	14
25 mm	11	12	13
37,5 mm	10	11	12

g.) La resistencia a la compresión uniaxial retenida (AASHTO T 165) será mayor o igual a 75 %. La resistencia a la compresión uniaxial (AASHTO T167) será mayor o igual a 21 kg/cm<sup>2</sup> en probetas falladas al aire (sin condicionamiento). Para ambas pruebas, tanto en falla al aire como en falla condicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de  $7,0 \pm 1,0$  %.

h.) La resistencia a la tensión diametral retenida (AASHTO T 283) será mayor o igual a 75 % (sin efectuar el período de congelamiento).

i.) El porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) estará dentro del rango conforme a la Tabla 418-7 cuando se trate de mezcla asfáltica para sobrecapas y dentro del rango de 65 a 75 % cuando se trate de mezcla

**Porcentaje de vacíos llenos con asfalto en mezcla asfáltica tipo 418 (2) para su aplicación sobre sobrecapa**

<b>Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas</b>	<b>Porcentaje de vacíos llenos de asfalto (%)</b>
Inferior a 0,3	70 - 80
Inferior a 3	65 - 78
Superior o igual a 3	65 - 75

NOTA: Los ejes equivalentes de 8,2 toneladas serán estimados para un período de carga de 20 años.

asfáltica para bacheos.

j.) La temperatura de mezclado es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de 170 +/-20 cSt, determinada a partir de la gráfica de viscosidad vrs. temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a temperaturas de 125, 135 y 145 grados centígrados.

k.) La temperatura de compactación es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de 280 +/-30 cSt, determinada a partir de la gráfica de viscosidad vrs. temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a 125, 135 y 145 grados centígrados. Esta temperatura de compactación podrá ser ajustada en obra, de acuerdo con las condiciones locales de topografía del proyecto, del ambiente y del equipo de colocación, mediante un tramo de prueba y análisis de cumplimiento de la mezcla asfáltica.

**418.06.03 Requisitos para la mezcla asfáltica designación 418 (3).**

La mezcla asfáltica diseñada por la metodología Superpave para resistir deformación plástica y daño por humedad deberá cumplir con los requisitos que se indican a continuación.

En todo caso aplicable se empleará la normativa de preparación de especímenes Superpave del Manual SP-2, Diseño de mezclas Superpave, del Instituto del Asfalto. Previo a la preparación de los especímenes Superpave, la mezcla asfáltica será colocada en un horno a la temperatura de moldeo por un período de 2 horas.

a.) Se aplicará el número de giros en el compactador giratorio Superpave (SGC) que se indica en la Tabla 418-8, para cada nivel de densificación: i) inicial, ii) de diseño y iii) máxima; para cada distinto nivel de carga.

Tabla 418-8

**Niveles de densificación en compactador giratorio Superpave (SGC) para mezcla asfáltica tipo 418 (3)**

<b>Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas</b>	<b>Parámetros de densificación</b>		
	N inicial	N diseño	N máxima
Inferior a 0,3	6	50	75
Entre 0,3 y 3,0	7	75	115
Entre 3,0 y 30,0	8	100	160
Mayor a 30,0	9	125	205

NOTA: Los ejes equivalentes de 8,2 toneladas serán estimados para un período de carga de 20 años.

b.) Para los especímenes Superpave compactados a los niveles de densificación definidos en a), deberán cumplirse los porcentajes de compactación de la Tabla 418-9.

c.) El contenido de vacíos con aire en pastillas Superpave deberá estar dentro del rango de 4,0 +/- 1,0 %. La dosificación de diseño deberá presentar un contenido de vacíos de 4,0 %.

d.) La relación de polvo / asfalto efectivo tendrá un valor mínimo de 0,6 y un valor máximo de 1,3, definida como el porcentaje por agregado que pasa el tamiz N° 2000 dividido por el contenido de ligante efectivo por peso total de la mezcla.

e.) El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM) deberá estar en función del tamaño nominal del agregado, según se detalla en la Tabla 418-10.

Tabla 418-9

**Requisitos de compactación para especímenes Superpave para mezcla asfáltica tipo 418 (3)**

Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas	Requisito de compactación con respecto a la gravedad específica máxima teórica (%)		
	N inicial	N diseño	N máxima
Inferior a 0,3	Menor a 91,5	96,0	No aplica
Entre 0,3 y 3,0	Menor a 90,5	96,0	Menor a 98,0
Entre 3,0 y 30,0	Menor a 89,0 (2)	96,0	Menor a 98,0
Mayor a 30,0	Menor a 89,0 (2)	96,0	Menor a 98,0

NOTA: Tráfico proyectado sobre el pavimento en un período de carga de 20 años. Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un porcentaje de compactación con el número de giros inicial de hasta 89,5 %, en los escenarios de carga vehicular entre 3,0 y 30,0 millones y más de 30,0 millones, siempre que se cumplan a cabalidad los requisitos g), h) y j).

Tabla 418-10

**Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VMA) en mezcla asfáltica tipo 418 (3)**

Tamaño máximo nominal del agregado	Porcentaje mínimo de VAM (%)
37,5 mm	11,0
25 mm	12,0
19 mm	13,0
12,5 mm	14,0
9,5 mm	15,0

NOTA: Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un VAM de hasta 1,0 % por debajo de los límites identificados; siempre que los requisitos f), g), i), j) y k) sea cumplidos a cabalidad.

f.) La resistencia a la compresión uniaxial retenida (AASHTO T 165) será mayor o igual a 85 %. La resistencia a la compresión uniaxial (AASHTO T 167) será mayor o igual a 21 kg/cm<sup>2</sup> en probetas falladas al aire (sin acondicionamiento). Para ambas pruebas, tanto en falla al aire como en falla condicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de 7,0 +/-1,0 %.

g.) La resistencia a la tensión diametral retenida (AASHTO T 283) deberá ser mayor o igual a 85 % (sin efectuar el período de congelamiento). La resistencia retenida a la tensión diametral a 25 °C deberá ser de al menos 1000 MPa (luego del acondicionamiento con humedad). Para ambas pruebas, tanto en falla al aire como en falla condicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de 7,0 +/-1,0 %.

h.) El módulo resiliente retenido a los 25 °C será al menos de 5000 MPa (luego del acondicionamiento con humedad). El ensayo de acondicionamiento no incluye el congelamiento y descongelamiento. Para ambas pruebas, tanto en falla al aire como en falla condicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de 7,0 +/-1,0 %. Para la determinación del módulo resiliente se empleará el ensayo aashto TP 31-96. El ensayo de acondicionamiento deberá ser a 24 horas, en correspondencia con AASHTO T283.

i.) El porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) estará dentro del rango conforme con la Tabla 418-11.

Tabla 418-11

**Porcentaje mínimo de vacíos llenos con asfalto (VFA) en mezcla asfáltica tipo 418 (3)**

<b>Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas</b>	<b>Porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) %</b>
Inferior a 0,3	Entre 70 y 80
Entre 0,3 y 3,0	Entre 65 y 78
Mayor a 3,0	Entre 65 y 75
1. Tráfico proyectado sobre el pavimento en un período de 20 años. 2. Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un VFA de hasta 2 % por debajo del límite inferior identificado; siempre que los requisitos g), h) y j) se cumplan a cabalidad.	

j.) La deformación plástica luego de 8000 ciclos de carga en la pista de ensayo de Georgia, a 60 °C, deberá ser menor o igual a 3,00 mm. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de 7,0 +/- 1 %. La normativa de ensayo a seguir está normada por NCHRP, Reporte 508, Apéndice B, Metodología de ensayo preliminar para ensayo APA.

k.) La temperatura de mezclado es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de 170 +/-20 cSt, determinada a partir de la gráfica de viscosidad vrs. temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a temperaturas de 125, 135 y 145 grados centígrados. Cuando se empleen asfaltos modificados con polímeros, la temperatura de mezclado podrá ser modificada por el contratista, de acuerdo con criterios establecidos por el fabricante del polímero. Los cambios en la temperatura de mezclado son válidos siempre que se cumplan todas las propiedades especificadas para la mezcla asfáltica.



l.) La temperatura de compactación es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de 280 +/-30 cSt, determinada a partir de la gráfica de viscosidad vrs. temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a 125, 135 y 145 grados centígrados. Esta temperatura podrá ser ajustada en el laboratorio de acuerdo con criterios técnicos soportados por el fabricante del polímero, cuando sean usados polímeros. Esta temperatura de compactación podrá ser ajustada en obra, de acuerdo con las condiciones locales de topografía del proyecto, del ambiente y del equipo de colocación, mediante un tramo de prueba y análisis de cumplimiento de la mezcla asfáltica. Los cambios en la temperatura de compactación son válidos siempre que se cumplan todas las propiedades especificadas para la mezcla asfáltica.

**418.06.04 Requisitos para la mezcla asfáltica designación 418 (4).**

La mezcla asfáltica diseñada por la metodología Superpave para resistir agrietamiento por fatiga deberá cumplir con los requisitos que se indican a continuación.

En todo caso aplicable se empleará la normativa de preparación de especímenes Superpave del Manual SP-2, Diseño de mezclas Superpave, del Instituto del Asfalto. Previo a la preparación de los especímenes Superpave, la mezcla asfáltica será colocada en un horno a la temperatura de moldeo por un período de 2 horas.

a.) Se aplicará el número de giros en el compactador giratorio Superpave (SGC) que se indica en la Tabla 418-12, para cada nivel de densificación: i) inicial, ii) de diseño y iii) máxima; para cada distinto nivel de carga.

b.) Para los especímenes Superpave compactados a los niveles de densificación definidos en a), deberán cumplirse los porcentajes de compactación de la Tabla 418.13.

c.) La tolerancia en el contenido de cemento asfáltico será de +/-0,5 % respecto al contenido óptimo de cemento asfáltico, con respecto al peso total de la mezcla.

d.) El contenido de vacíos con aire en pastillas Superpave será de 4,0 +/-1,0 %. La dosificación de diseño deberá presentar un contenido de vacíos de 4,0 %.

e.) La relación de polvo / asfalto efectivo tendrá un valor mínimo de 0,6 y un valor máximo de 1,3, definida como el porcentaje por agregado que pasa el tamiz No. 200 dividido por el contenido de ligante efectivo por peso total de la mezcla.

f.) El contenido de vacíos en el agregado mineral (VAM) será función del tamaño nominal del agregado, según se detalla en la Tabla 418.14.

g.) La resistencia a la compresión uniaxial retenida (AASHTO T 165) deberá ser mayor o igual a 75 %. Las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga de compresión que produzca vacíos de aire en los especímenes de ensayo de 7,0 ± 1,0 %.

h.) El porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) estará dentro del rango establecido en la Tabla 418-15.

*Tabla 418-12*

**Niveles de densificación en compactador giratorio Superpave (SGC) para mezcla asfáltica tipo 418 (3)**

Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas	Parámetros de densificación		
	N inicial	N diseño	N máxima
Inferior a 0,3	6	50	75
Entre 0,3 y 3,0 (**)	7	75	115
Entre 3,0 y 30,0 (**)	8	100	160
Mayor a 30,0 (**)	9	125	205

Tráfico proyectado sobre el pavimento en un período de 20 años.  
 \*\* Cuando, para los niveles de tráfico indicados, la capa asfáltica tenga más de un 75 % a una profundidad mayor a 10 cm de la superficie, se deben aplicar requisitos para el nivel de tráfico inmediato inferior.

i.) La cantidad de repeticiones de carga para la falla por fatiga a 20 °C deberá ser, para todos los niveles de deformación unitaria controlada, igual o superior a los requisitos mínimos de la Tabla 418-16. Para la determinación de la cantidad de repeticiones para la falla por fatiga se empleará la metodología AASHTO T 321. Los especímenes de ensayo son vigas de concreto asfáltico, con longitud de 380 mm y sección transversal de 50 mm (ancho) por 63 mm (altura), densificadas de forma que su contenido de vacíos sea 7,0 +/-1,0 %. Los especímenes de ensayo serán envejecidos, de previo al ensayo, en un horno a 85 grados centígrados por 5 días.

Tabla 418-13

**Requisitos de compactación para especímenes Superpave para mezcla asfáltica tipo 418 (4)**

Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas	Requisito de compactación con respecto a la gravedad específica máxima teórica (%)		
	N inicial	N diseño	N máxima
Inferior a 0,3	Menor a 91,5	96,0	No aplica
Entre 0,3 y 3,0 (**)	Menor a 90,5	96,0	Menor a 98,0
Entre 3,0 y 30,0 (**)	Menor a 89,0 (**)	96,0	Menor a 98,0
Mayor a 30,0 (**)	Menor a 89,0 (**)	96,0	Menor a 98,0

NOTA:  
Tráfico proyectado sobre el pavimento en un periodo de 20 años.  
\*\* Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un porcentaje de compactación con el número de giros inicial de hasta 89,5 %, en los escenarios de carga vehicular entre 3,0 y 30,0 millones, y mayor a 30,0 millones; siempre que se cumpla a cabalidad los requisitos g) e i).

Tabla 418-14

**Porcentaje mínimo de vacíos en el agregado mineral (VAM) en mezcla asfáltica tipo 418 (4)**

Tamaño máximo nominal del agregado	Porcentaje mínimo de VAM (%)
37,9 mm	11,0
25,2 mm	12,0
19,0 mm	13,0
12,7 mm	14,0
9,5 mm	15,0

NOTA:  
Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un VAM de hasta 1,0 % por debajo de los límites identificados; siempre que los requisitos g) e i) sean cumplidos a cabalidad.

Tabla 418-15

**Porcentaje mínimo de vacíos llenos con asfalto en mezcla asfáltica tipo 418 (4)**

<b>Tráfico en millones de ejes equivalentes de 8,2 toneladas</b>	<b>Porcentaje de vacíos llenos con asfalto (VFA) %</b>
Inferior a 0,3	70 - 80
Entre 0,3 y 3,0	65 - 78
Mayor a 3,0	65 - 75

NOTA:  
 1. Tráfico proyectado sobre el pavimento en un periodo de 20 años.  
 2. Cuando se estén empleando ligantes modificados con polímeros será válido un VFA de hasta 2 % por debajo del límite inferior identificado; siempre que el resto de los requisitos se cumplan a cabalidad.

Tabla 418-16

**Rrepeticiones de carga para la falla por fatiga mínimas en mezcla asfáltica tipo 418 (4)**

<b>Deformación unitaria controlada a lo largo de todo el ensayo</b>	<b>Cantidad mínima de repeticiones de carga para la falla a 25 °C</b>
400 E-6 mm / mm	200000
500 E-6 mm / mm	80000
600 E-6 mm / mm	40000

j.) La temperatura de mezclado es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de 170 +/- 20 cSt, determinada a partir de la gráfica de viscosidad vs. temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a temperaturas de 125, 135 y 145 grados centígrados. Cuando se empleen asfaltos modificados con polímeros, la temperatura de mezclado podrá ser modificada por el contratista, de acuerdo con criterios soportados por el fabricante del polímero. Los cambios en la temperatura de mezclado son válidos siempre que se cumplan todas las propiedades especificadas para la mezcla asfáltica.

k.) La temperatura de compactación es la que deberá tener el cemento asfáltico para obtener una viscosidad cinemática de 280 +/- 30 cSt, determinada a partir de la gráfica de viscosidad vs. temperatura, usando determinaciones de viscosidad al menos a 125, 135 y 145 grados centígrados. Esta temperatura podrá ser ajustada en el laboratorio de acuerdo con criterios técnicos soportados por el fabricante del polímero, en caso de que sean empleados. Esta temperatura de compactación podrá ser ajustada en obra, de acuerdo con las condiciones locales de topografía del proyecto, del ambiente y del equipo de colocación, mediante un tramo de prueba y análisis de cumplimiento de la mezcla asfáltica. Los cambios en la temperatura de compactación son válidos siempre que se cumplan todas las propiedades especificadas para la mezcla asfáltica.

**418.07 Diseño de mezcla asfáltica y fórmula de mezcla para el trabajo.**

Las siguientes disposiciones serán aplicadas para la formalización de la dosificación de diseño de mezcla y fórmula de la mezcla para el trabajo, para las mezclas de concreto asfáltico designadas 418 (1), 418 (2), 418 (3) y 418 (4). Se aplicará la disposición correspondiente al contenido de mezcla asfáltica reciclada (RAP), que se define como porcentaje de agregado reciclado por peso total de agregado.

**418.07.01 Mezcla asfáltica que incorpora hasta un 15% de mezcla asfáltica reciclada.**

**418.07.01.01 Información general.**

- a.) Nombre del proyecto y número de licitación.
- b.) Nombre, tipo y ubicación de la planta.
- c.) Fecha de elaboración del Diseño y del Informe.
- d.) Tipo de Mezcla y el uso que se dará a la misma.
- e.) Nombre del laboratorio que elaboró el Diseño y del profesional que certifica el informe.
- f.) Nombre, ubicación y número de expediente minero de cada una de las fuentes de agregados propuestas.

**418.07.01.02 Agregados y polvo mineral ("filler").**

- a.) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
- b.) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
- c.) Granulometría de diseño con los porcentajes pasando en cada malla para la mezcla de agregados.
- d.) Fuente de cada apilamiento de agregados a ser usados.
- e.) Graduación promedio de cada apilamiento de agregados.
- f.) Resultados de las pruebas de calidad según las especificaciones contractuales.
- g.) Resultados de los ensayos de gravedad específica y porcentaje de absorción de cada agregado utilizado en el diseño.
- h.) Gravedad específica y porcentaje de absorción de la mezcla de agregados.
- i.) Indicar el tipo de relleno mineral a utilizar, sus características y su forma de incorporación a la mezcla (cuando aplique).

No se aceptarán resultados de ensayos efectuados en agregados cuya fecha de muestreo difiera en más de tres meses respecto a la fecha de recepción del diseño.

Además deberá tomarse en cuenta que, para efectos de valorar el cumplimiento a los requisitos de aceptación, deberá usarse una muestra de agregados integrada de manera proporcional a la dosificación de los diferentes apilamientos, incluyendo el porcentaje correspondiente de agregado reciclado; con la excepción de la mezcla según designación 418 (A), donde para aceptación deberá usarse una muestra de agregados integrada de manera proporcional a la dosificación de los diferentes apilamientos de agregado virgen.

**418.07.01.03 Mezcla asfáltica reciclada (RAP).**

Deberá indicarse el porcentaje de agregado reciclado por peso total de agregado en la mezcla, que deberá ser menor o igual a 15%. Adicionalmente deberá suministrarse la siguiente información:

- a.) Granulometría del agregado reciclado, indicándose los porcentajes pasando por peso de agregado reciclado.
- b.) Contenido de ligante asfáltico reciclado por peso total de RAP.
- c.) Gravedad específica de la fracción gruesa y fina del agregado reciclado.
- d.) Gravedad específica a 25 grados centígrados del ligante asfáltico reciclado.

Las muestras de RAP a considerar en la caracterización de las propiedades indicadas deberán ser obtenidas de manera aleatoria en el apilamiento, debiendo reportarse los promedios y desviaciones estándar correspondientes al menos a cinco especímenes de ensayo seleccionados aleatoriamente en el apilamiento.

**418.07.01.04 Ligante (cemento asfáltico).**

- a.) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
- b.) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
- c.) Resultados de las pruebas de calidad al ligante utilizado en el diseño, efectuadas por el Contratista o el proveedor del mismo.
- d.) Cuando se trate de mezclas tipo 418 (3) deberá suministrarse un informe de laboratorio que evidencie el grado de desempeño Superpave para máximas temperaturas de desempeño, de acuerdo con el Manual SP-1 del Instituto del Asfalto, mismo que no podrá ser inferior a 76 grados centígrados.
- e.) Cuando se trate de mezclas tipo 418 (4) deberá suministrarse un informe de laboratorio que evidencie el grado de desempeño Superpave para temperaturas intermedias de desempeño, de acuerdo con el Manual SP-1 de Instituto del Asfalto, mismo que no podrá ser superior a 22 grados centígrados.
- f.) Gráfico de temperatura vrs. viscosidad cinemática y rangos de temperatura para el mezclado y compactación, para el cemento asfáltico utilizado en el diseño, de manera que la viscosidad cinemática en la temperatura de mezclado sea  $170 \pm 20$  centistokes y la viscosidad cinemática en la temperatura de compactación sea  $280 \pm 30$  centistokes. Pudiéndose fundamentar un criterio alternativo cuando se usen asfaltos modificados con polímeros, en cuyo caso se deberán proponer temperaturas de mezcla y compactación sustentadas en criterio del fabricante de los aditivos poliméricos.

**418.07.01.05 Aditivos**

Cuando aplique, el Contratista deberá aportar lo siguiente:

- a.) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
  - b.) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
  - c.) Tipo y características del aditivo y su propósito.
  - d.) Nombre del producto y del fabricante.
  - e.) Certificado de calidad del fabricante.
  - f.) Porcentaje (s) de aditivo usado (s) en el Diseño.
  - g.) Procedimiento de incorporación del aditivo durante los procesos de diseño y de producción.
- Cuando se incorpore RAP podrán usarse aditivos rejuvenecedores.

**418.07.01.06 Diseño de mezcla**

- a.) El diseño de mezcla debe contener al menos 5 puntos con diferentes dosificaciones de ligante asfáltico, con variaciones de 0,5 % entre cada una; que permita evaluar el comportamiento de la mezcla asfáltica en el óptimo contenido de ligante asfáltico y el óptimo  $\pm 0,5$  % (sin extrapolar).
- b.) Resultados de los ensayos para cada espécimen y cada contenido de ligante (réplicas), para cada uno de los parámetros de diseño cuantificados en el laboratorio (estabilidad, flujo, vacíos en la mezcla, gravedad específica bruta, gravedad específica máxima teórica), así como para cada uno de los parámetros de diseño calculados (porcentaje de compactación, porcentaje de vacíos en el agregado mineral, porcentaje de vacíos llenos con asfalto).
- c.) Gráficos respectivos para los parámetros de diseño aplicables a la metodología empleada, sea Superpave o Marshall.
- d.) Resultados de los ensayos de inmersión -compresión, incluyendo los valores de resistencia a la compresión simple para especímenes condicionados y no condicionados; contenido de vacíos en los especímenes; e índice de resistencia retenida. Para el contenido óptimo de asfalto y el contenido óptimo de asfalto menos 0,50% por peso total de mezcla, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de resistencia retenida a la compresión uniaxial y/o resistencia a la compresión uniaxial en condición seca.
- e.) Resultado del ensayo de tensión diametral retenida, que incluyan los valores de la resistencia a la

tensión diametral para especímenes condicionados y no condicionados; contenido de vacíos; grado de saturación de los especímenes e índice de resistencia a la tensión diametral retenida. Para el contenido óptimo de asfalto y el contenido óptimo de asfalto menos 0,50 % por peso total de mezcla, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de resistencia a la tensión diametral retenida.

f.) Resultado de módulo resiliente en estado seco y en estado condicionado, que incluya los valores de módulo resiliente para especímenes condicionados y no condicionados; contenido de vacíos; grado de saturación de los especímenes; e índice porcentual de módulo resiliente retenido. Para el contenido óptimo de asfalto y el contenido óptimo de asfalto menos 0,50 % por peso total de mezcla, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de módulo resiliente retenido y módulo resiliente en condición seca.

g.) Resultado de deformación plástica luego de 8000 ciclos en la pista de ensayo de Georgia (APA), que incluya los valores de deformación acumulada luego de 8000 ciclos y contenido de vacíos. Para el contenido óptimo de asfalto y el contenido óptimo de asfalto más 0,50 % por peso total de mezcla, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de deformación plástica acumulada en pista de ensayo de Georgia.

h.) Número de repeticiones de carga para la falla por fatiga a los distintos niveles de deformación unitaria controlada especificados y contenido de vacíos. Para el contenido óptimo de asfalto, para todos los niveles de deformación unitaria controlada especificados, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de resistencia al agrietamiento por fatiga.

#### **418.07.01.07 Fórmula de mezcla.**

La Fórmula de Mezcla propuesta por el Contratista deberá resumir la siguiente información:

a.) Agregados: tipos de agregado a utilizar, así como sus porcentajes de combinación. Cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo de relleno mineral y su porcentaje de dosificación.

b.) Contenido de ligante.

c.) Graduación del agregado.

d.) Aditivos: cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo de aditivo (s) y su porcentaje de dosificación.

El Ingeniero de Proyecto debe estar presente en los muestreos de los materiales involucrados en el diseño.

Además, la información de los agregados debe incluir rangos de especificación de granulometría resultantes de aplicar la tolerancia particular de cada tamiz.

#### **418.07.02 Recepción del diseño de mezcla y la fórmula de mezcla.**

Al menos diez días hábiles, previo al inicio estimado de la producción, el Contratista debe presentar al Ingeniero de Proyecto el Diseño de Mezcla y la Fórmula de Mezcla para su consideración, el que tendrá un plazo de tres (3) días hábiles para pronunciarse al respecto.

Si el informe técnico presentado contiene todos los datos requeridos en esta Disposición y en las normas contractuales aplicables, y si todos los parámetros indicados allí cumplen con los valores máximos y mínimos establecidos, se procederá a comunicar al Contratista la recepción conforme del Diseño y Fórmula de Mezcla propuestos para producir la mezcla.

En caso de estimarse conveniente una verificación de la información suministrada, se procederá con lo indicado en el punto 3.4, incluyendo los plazos ahí determinados. Esta situación, también se deberá comunicar al Contratista en el plazo de tres (3) días hábiles.

Si se considerara el rechazo del Diseño y Fórmula de Mezcla, el Contratista deberá iniciar el proceso para un nuevo Diseño y Fórmula de Mezcla, donde se debe cumplir nuevamente con los plazos ya anotados.

**418.07.02.01 Información general**

- a.) Nombre del proyecto y número de licitación.
- b.) Nombre, tipo y ubicación de la planta.
- c.) Fecha de elaboración del Diseño y del Informe.
- d.) Tipo de Mezcla y el uso que se dará a la misma.
- e.) Nombre del laboratorio que elaboró el Diseño y del profesional que certifica el informe.
- f.) Nombre, ubicación y número de expediente minero de cada una de las fuentes de agregados propuestas.

**418.07.02.02 Agregados y polvo mineral (“filler”).**

- a.) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
- b.) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
- c.) Granulometría de diseño con los porcentajes pasando en cada malla para la mezcla de agregados.
- d.) Fuente de cada apilamiento de agregados a ser usados.
- e.) Graduación promedio de cada apilamiento de agregados.
- f.) Resultados de las pruebas de calidad según las especificaciones contractuales.
- g.) Resultados de los ensayos de gravedad específica y porcentaje de absorción de cada agregado utilizado en el diseño.
- h.) Gravedad específica y porcentaje de absorción de la mezcla de agregados.
- i.) Indicar el tipo de relleno mineral a utilizar, sus características y su forma de incorporación a la mezcla (cuando aplique).

No se aceptarán resultados de ensayos efectuados en agregados cuya fecha de muestreo difiera en más de tres meses respecto a la fecha de recepción del diseño.

Además deberá tomarse en cuenta que, para efectos de valorar el cumplimiento a los requisitos de aceptación, deberá usarse una muestra de agregados integrada de manera proporcional a la dosificación de los diferentes apilamientos, incluyendo el porcentaje correspondiente de agregado reciclado; con la excepción de la mezcla según designación 418 (I), donde para aceptación deberá usarse una muestra de agregados integrada de manera proporcional a la dosificación de los diferentes apilamientos de agregado virgen.

**418.07.02.03 Mezcla asfáltica reciclada (RAP).**

Deberá indicarse el porcentaje de agregado reciclado por peso total de agregado en la mezcla. Adicionalmente, deberá suministrarse la siguiente información:

- a.) Granulometría del agregado reciclado, indicándose los porcentajes pasando por peso de agregado reciclado.
- b.) Contenido de ligante asfáltico reciclado por peso total de RAP.
- c.) Gravedad específica de la fracción gruesa y fina del agregado reciclado.
- d.) Gravedad específica a 25 grados centígrados del ligante asfáltico reciclado.
- e.) Viscosidad absoluta a 60 grados centígrados para el ligante asfáltico reciclado, en el caso de mezcla asfáltica de acuerdo con las designaciones 418 (1) o 418 (2).
- f.) Temperatura máxima de desempeño de acuerdo con la metodología de grado de desempeño Superpave para el ligante asfáltico reciclado, en el caso de mezcla asfáltica de acuerdo con la designación 418 (3).
- g.) Temperatura intermedia de desempeño de acuerdo con la metodología de grado de desempeño Superpave para el ligante asfáltico reciclado, en los casos de mezcla asfáltica de acuerdo con la designación 418 (3) y 418 (4).

Las muestras de RAP a considerar en la caracterización de las propiedades indicadas deberán ser obtenidas de manera aleatoria en el apilamiento, debiendo reportarse los promedios y desviaciones estándar correspondientes al menos a cinco especímenes de ensayo seleccionados aleatoriamente en el apilamiento.

#### **418.07.02.04 Ligante (cemento asfáltico).**

Cuando se tenga prevista la incorporación de mezcla asfáltica reciclada (RAP), además de lo requerido en el Apartado 3.2.3 de la Disposición MN-01-2001, se deberá suministrar, para la combinación de cemento asfáltico recuperado y cemento asfáltico virgen, en las proporciones correspondientes al contenido óptimo de asfalto, incluyendo cualquier aditivo rejuvenecedor que se esté incorporando, la siguiente información adicional:

a.) Cuando se trate de mezclas asfálticas tipos 418 (1) o 418 (2) la viscosidad absoluta para el ligante asfáltico combinado, incorporando proporcionalmente, de acuerdo con la dosificación de diseño, el ligante virgen, ligante reciclado y agente rejuvenecedor, en mezclas de acuerdo con las designaciones 418 (1) y 418 (2) deberá corresponder a un ligante asfáltico AC-20, AC-30 o AC-40, de acuerdo con criterio de la Administración.

b.) Cuando se trate de mezcla asfáltica tipo 418 (3) deberá suministrarse un informe de laboratorio que evidencie el grado de desempeño Superpave para máximas temperaturas de desempeño, de acuerdo con el Manual SP-1 del Instituto del Asfalto, mismo que no podrá ser inferior a 76 grados centígrados; igualmente, deberá suministrarse un informe de laboratorio que evidencia el grado de desempeño Superpave para temperaturas intermedias de desempeño, de acuerdo con el Manual SP-1 del Instituto del Asfalto; mismo que no podrá ser superior a 22 grados centígrados cuando no se cuente con una capa asfáltica especialmente diseñada para resistir fatiga en la estructura de pavimento a construir; ni podrá ser superior a 28 grados centígrados cuando se cuente con una capa asfáltica especialmente diseñada para resistir fatiga en la estructura de pavimento a construir.

c.) Cuando se trate de mezcla asfáltica tipo 418 (4) deberá suministrarse un informe de laboratorio que evidencie el grado de desempeño Superpave para temperaturas intermedias de desempeño, de acuerdo con el Manual SP-1 del Instituto del Asfalto, mismo que no podrá ser superior a 22 grados centígrados.

d.) Gráfico de temperatura vrs. viscosidad cinemática y rangos de temperatura para el mezclado y compactación para el cemento asfáltico utilizado en el diseño de manera que la viscosidad cinemática en la temperatura de mezclado sea 170 +/-20 centistokes y la viscosidad cinemática en la temperatura de compactación sea 280 +/-30 centiStokes. Pudiéndose fundamentar un criterio alternativo cuando se usen asfaltos modificados con polímeros, en cuyo caso se deberán proponer temperaturas de mezcla y compactación sustentadas en criterio del fabricante de los aditivos poliméricos.

#### **418.07.02.05 Aditivos**

Cuando aplique, el Contratista deberá aportar lo siguiente:

- a) Fecha de muestreo así como el procedimiento utilizado.
  - b) Nombre de cada una de las personas que participaron en el muestreo.
  - c) Tipo y características del aditivo y su propósito.
  - d) Nombre del producto y del fabricante.
  - e) Certificado de calidad del fabricante.
  - f) Porcentaje (s) de aditivo usado (s) en el Diseño.
  - g) Procedimiento de incorporación del aditivo durante los procesos de diseño y de producción
- Adicionalmente, en caso de requerirse un agente rejuvenecedor de ligante, para cumplir con los requisitos de viscosidad absoluta a 60 °C o criterios de grado de desempeño Superpave, deberá reportarse su gravedad específica a 25 °C; así como su viscosidad absoluta a 60 °C, para el caso de mezclas asfálticas designaciones 418 (1) o 418 (2); o su grado de desempeño, con temperatura superior, en el caso de la mezcla asfáltica tipo 418 (3), y 10 intermedia, en el caso de las mezclas asfálticas designaciones 418 (3) y 418 (4), respectivamente.



**418.07.02.06 Diseño de mezcla:**

a.) El diseño de mezcla debe contener al menos 5 puntos con diferentes dosificaciones de ligante asfáltico, con variaciones de 0,5 % entre cada una; que permita evaluar el comportamiento de la mezcla asfáltica en el contenido óptimo de ligante asfáltico, y el óptimo  $\pm 0,5$  % (sin extrapolar).

b.) Resultados de los ensayos para cada espécimen y cada contenido de ligante (réplicas) para cada uno de los parámetros de diseño cuantificados en el laboratorio (estabilidad, flujo, vacíos en la mezcla, gravedad específica bruta, gravedad específica máxima teórica), así como para cada uno de los parámetros de diseño calculados (porcentaje de compactación, porcentaje de vacíos en el agregado mineral, porcentaje de vacíos llenos con asfalto).

c.) Gráficos respectivos para los parámetros de diseño aplicables a la metodología empleada, sea Superpave o Marshall.

d.) Resultados de los ensayos de inmersión -compresión, que incluya los valores de resistencia a compresión simple para especímenes condicionados y no-condicionados; contenido de vacíos en los especímenes; e índice de resistencia retenida. Para el contenido óptimo de asfalto y el contenido óptimo de asfalto menos 0,50 % por peso total de mezcla, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de resistencia retenida a la compresión uniaxial y 10 resistencia a la compresión uniaxial en condición seca.

e.) Resultado del ensayo de tensión diametral retenida, que incluyan los valores de la resistencia a la tensión diametral para especímenes condicionados y no condicionados; contenido de vacíos; grado de saturación de los especímenes; e índice de resistencia a la tensión diametral retenida. Para el contenido óptimo de asfalto y el contenido óptimo de asfalto menos 0,50 % por peso total de mezcla, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de resistencia a la tensión diametral retenida.

f.) Resultado de módulo resiliente en estado seco y en estado condicionado, que incluya los valores de módulo resiliente para especímenes condicionados y no condicionados; contenido de vacíos; grado de saturación de los especímenes; e índice porcentual de módulo resiliente retenido. Para el contenido óptimo de asfalto y el contenido óptimo de asfalto menos 0,50 % por peso total de mezcla, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de módulo resiliente retenido y módulo resiliente en condición seca.

g.) Resultado de deformación plástica luego de 8000 ciclos en la pista de ensayo de Georgia, que incluya los valores de deformación acumulada luego de 8000 ciclos y contenido de vacíos. Para el contenido óptimo de asfalto y el contenido óptimo de asfalto más 0,50 % por peso total de mezcla, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de deformación plástica acumulada en pista de ensayo de Georgia.

h.) Resultado de número de repeticiones de carga para la falla por fatiga, que incluya los valores de cantidad de repeticiones para la falla a los distintos niveles de deformación unitaria controlada especificados y contenido de vacíos. Para el contenido óptimo de asfalto, para todos los niveles de deformación unitaria controlada especificados, cuando haya normativa para la mezcla asfáltica en términos de resistencia al agrietamiento por fatiga.

**418.07.02.07 Fórmula de mezcla.**

La Fórmula de Mezcla propuesta por el Contratista deberá resumir la siguiente información:

a.) Agregados: tipos de agregado a utilizar, así como sus porcentajes de combinación. Cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo de relleno mineral y su porcentaje de dosificación.

b.) Contenido de ligante.

c.) Graduación del agregado.

d.) Aditivos: cuando sea necesaria su utilización, indicar el tipo de aditivo (s) y su porcentaje de dosificación.

El Ingeniero de Proyecto debe estar presente en los muestreos de los materiales involucrados en el diseño.

Además, la información de los agregados debe incluir rangos de especificación de granulometría resultantes de aplicar la tolerancia particular de cada tamiz.

#### ***418.07.03 Recepción del diseño de mezcla y la fórmula de mezcla.***

Al menos diez días hábiles, previo al inicio estimado de la producción, el Contratista debe presentar al Ingeniero de Proyecto el Diseño de Mezcla y la Fórmula de Mezcla para su consideración, el que tendrá un plazo de tres (3) días hábiles para pronunciarse al respecto.

Si el informe técnico presentado contiene todos los datos requeridos en esta Disposición y en las normas contractuales aplicables, y si todos los parámetros indicados allí cumplen con los valores máximos y mínimos establecidos, se procederá a comunicar al Contratista la recepción conforme del Diseño y Fórmula de Mezcla propuestos para producir la mezcla.

En caso de estimarse conveniente una verificación de la información suministrada, se procederá con lo indicado en el punto 3.4, incluyendo los plazos ahí determinados. Esta situación, también se deberá comunicar al Contratista en el plazo de tres (3) días hábiles.

Si se considerara el rechazo del Diseño y Fórmula de Mezcla, el Contratista deberá iniciar el proceso para un nuevo Diseño y Fórmula de Mezcla, donde se debe cumplir nuevamente con los plazos ya anotados.

#### ***418.07.04 Comprobación del diseño de mezcla asfáltica.***

En concordancia con la Sección 105, la Ingeniería de Proyecto podrá requerir la verificación del Diseño y la Fórmula de Mezcla o de las características de algún componente de la mezcla diseñada, para lo cual el Contratista deberá aportar la cantidad de materiales según corresponda. La Administración deberá estar presente en el muestreo para avalar la representatividad de las muestras.

El plazo para la verificación no será mayor a quince (15) días hábiles a partir de la solicitud del Ingeniero de Proyecto al laboratorio designado por la Administración.

De acuerdo con el resultado de la verificación, emitido por el laboratorio designado por la Administración, la Ingeniería de Proyecto debe aceptar o rechazar el diseño propuesto por el Contratista.

En caso de requerirse la verificación a nivel de laboratorio del diseño de mezcla, el contratista deberá aportar lo siguiente:

- a.) 200 kilogramos de cada agregado
- b.) 200 kilogramos de mezcla asfáltica reciclada (RAP), si se está planteando su uso.
- c.) 10 kilogramos del relleno mineral ("filler") que sea propuesto para mejorar la granulometría y el desempeño de la mezcla asfáltica.
- d.) Cinco muestras de 4 litros, cada una, del cemento asfáltico empleado en el diseño de mezcla asfáltica y que representa el cemento asfáltico usado en la producción de la mezcla, incluyendo la correspondiente dosificación de ligante asfáltico reciclado y agente rejuvenecedor, si procede. Si se está planteando el uso de ligantes modificados con polímeros, las muestras a facilitar deberán incluir la dosificación con el polímero.
- e.) Una muestra de 0,5 litros en el caso de aditivos líquidos, que no sean agentes rejuvenecedores, y 5 kilogramos en el caso de aditivos secos, con su respectiva hoja de recomendaciones de seguridad.

#### **418.07.05 Comprobación en campo de la mezcla asfáltica para obtener la fórmula de mezcla para el trabajo.**

Cuando el Diseño y la Fórmula de Mezcla propuestos cuenten con la aceptación del Ingeniero de Proyecto, el Contratista deberá conducir una verificación y ajuste (de ser necesario) de la mezcla en cada planta o sitio de producción. Antes del inicio de la producción para verificar la mezcla, el Contratista deberá efectuar todas las inspecciones preliminares, calibraciones de planta y equipos de producción, muestreos y ensayos, que le aseguren que la mezcla cumple razonablemente con el Diseño y Fórmula de Mezcla propuestos.

Los ensayos de verificación en campo consistirán como mínimo de una muestra de mezcla analizada de acuerdo con los ensayos y propiedades establecidas en las especificaciones contractuales. Dicha muestra deberá tomarse por triplicado, una muestra para el Contratista, otra para la verificación y la tercera como testigo. La custodia de la tercer muestra se hará de común acuerdo entre el Contratista y la Administración.

La producción de mezcla podrá iniciar una vez que:

- a.) Se concluyan todos los ensayos de verificación en campo.
- b.) La mezcla haya sido verificada satisfactoriamente por el laboratorio del Contratista.
- c.) Se cumplan todos los requisitos de las especificaciones y los criterios del Diseño de la Mezcla.
- d.) Se hayan entregado al Ingeniero de Proyecto, los resultados de los ensayos de verificación y la Fórmula de Mezcla para el Trabajo.

Para efectos de comprobación en campo, se analizará como mínimo una muestra de mezcla analizada de acuerdo con las propiedades establecidas en la Sección 418.06, incluyendo el contenido de asfalto y la granulometría por extracción o ignición, de acuerdo con la normativa vigente.

#### **418.07.06 Tramo de Prueba**

En el primer día de producción, el Contratista en coordinación con el Ingeniero de Proyecto, deberá producir suficiente mezcla para construir un tramo de prueba con las dimensiones requeridas para obtener representatividad. Esta sección de control, preferiblemente, deberá construirse en el proyecto y en una localización aceptada por la Ingeniería de Proyecto, también podría ubicarse fuera del mismo a conveniencia de la Administración.

Se construirán tantos tramos de prueba como Fórmulas de Mezcla para el Trabajo se presenten y sean aceptadas por la Administración.

Después de la construcción del tramo de prueba, se detendrá la producción hasta que sea evaluado y aceptado. La mezcla deberá cumplir con la Fórmula de Mezcla para el Trabajo aceptada y con las especificaciones contractuales.

El proceso de construir tramos de prueba se repetirá hasta que un tramo de prueba aceptable sea construido. Los tramos de prueba, contruidos dentro del proyecto y que sean aceptados podrán permanecer en él y serán aceptados y medidos como parte de la obra. Cuando el tramo de prueba sea aceptado, la producción completa podrá iniciar; en caso contrario, deberá ser removido por el Contratista, bajo su responsabilidad y costo.

Todo el proceso de la construcción del tramo de prueba deberá quedar documentado en la Bitácora del Proyecto, incluyendo los detalles operativos pertinentes.

El tramo de prueba, para tener representatividad, debe contar con una longitud mínima de 100 metros por un ancho y espesor según lo solicite la Ingeniería de Proyecto. La mezcla asfáltica debe cumplir con la fórmula de mezcla para el trabajo aceptada y con los requisitos establecidos en la Sección 418.06 de esta Disposición. Así mismo, la mezcla asfáltica compactada debe cumplir con los requisitos establecidos en la sección 418 .08 de esta Disposición. Para el caso de mezclas asfálticas en caliente utilizadas para bacheo, una vez que el contratista haya entregado al Ingeniero de Proyecto la fórmula de trabajo, en sustitución del tramo de prueba, se construirán al menos tres baches de prueba de una área mínima de 4 m<sup>2</sup> cada uno, con dimensiones mínimas de 2,0 m de lado y dimensiones máximas de acuerdo con los requerimientos del equipo de compactación.

#### **418.07.07 Ajustes a la fórmula de mezcla para el trabajo.**

Si el contratista y el Ingeniero de Proyecto determina, de acuerdo con resultados de ensayos de control de calidad efectuados durante la producción normal, que ajustes a la fórmula de mezcla para el trabajo son necesarios para alcanzar las propiedades específicas para la mezcla, dichos ajustes deben ser realizados dentro de las tolerancias permitidas por el diseño para la mezcla que esté siendo producida.

Todos los ajustes a la fórmula de mezcla para el trabajo deben ser aceptados por el Ingeniero de Proyecto y documentados por escrito. Las variaciones en las proporciones de combinación de los agregados aceptados por la Administración, con el propósito de cumplir con los rangos especificados en la fórmula de mezcla para el trabajo, deben comunicarse en el momento de su implantación al Inspector de Planta destacado por la Administración, quien lo registrará en sus informes diarios de inspección. Este Inspector comunicará a la Administración sobre las actualizaciones registradas.

#### **418.07.08 Cambios en la fórmula de mezcla para el trabajo**

Si las variaciones granulométricas o de dosificación del ligante, exceden los rangos definidos por la Fórmula de Mezcla para el Trabajo o cambian las fuentes o características de los materiales, esto exigirá la presentación de un nuevo Diseño de Mezcla que deberá cumplir con los requisitos contractuales.

Si las variaciones en los porcentajes de combinación de los agregados aceptados por la Administración, para ajustar la granulometría al diseño, demandan una cantidad de ligante diferente al óptimo aceptado, el Contratista deberá presentar un nuevo diseño.

#### **418.07.09 Disposiciones Finales**

El incumplimiento por parte del contratista de los requisitos establecidos en la sección 418.07, suscitará la paralización inmediata de la producción por parte del Ingeniero de Proyecto. La producción normal, reiniciará cuando todos los muestreos y ensayos de control de calidad de la mezcla, tramos de prueba, calibraciones, e inspecciones, hayan sido desarrollados por el contratista y aceptados por el Ingeniero de Proyecto.

#### **418.08 Requisitos de compactación durante la construcción**

Las mezclas asfálticas fabricadas de acuerdo con la fórmula de la mezcla para el trabajo, aceptadas, colocadas y compactadas de conformidad con el tramo de prueba, en aplicaciones de capas de ruedo y capas intermedias, deben tener un porcentaje de compactación de  $94,5 \% \pm 2,5 \%$  del valor de la gravedad específica máxima teórica de referencia (vacíos de  $5,5 \% \pm 2,5 \%$ ).

Las mezclas asfálticas utilizadas en bases asfálticas deben tener un porcentaje de compactación del  $92,5 \% \pm 4,5 \%$  del valor de la gravedad específica máxima teórica de referencia (vacíos de  $7,5 \% \pm 4,5 \%$ ).

Para la determinación del porcentaje de compactación de campo, se utilizará el valor de la gravedad específica bruta de la capa asfáltica, medida en el pavimento a través de núcleos. Para mayor precisión, la determinación de la gravedad específica bruta de los núcleos se hará utilizando el método de la parafina (AASHTO T 275). Como densidad de referencia se utilizará el valor de la gravedad específica máxima teórica de muestras representativas diarias de mezcla proveniente de la planta, de acuerdo con el plan de muestreo aleatorio que recomienda el Instituto del Asfalto (MS-22 Apéndice C).

La medición de la compactación de la mezcla asfáltica se debe efectuar después de la construcción y antes de la estimación para su pago. El plazo máximo entre la construcción y la determinación de la compactación será de 2 (dos) días naturales. El efecto de la postcompactación inducido por el tránsito no podrá ser considerado para eventuales reclamos por incumplimiento de la compactación.

### **Sección 419.) RESERVADA**

**Sección 420.) SISTEMAS DE ATENUACION DE REFLEJO DE GRIETAS**

**420.01 Descripción**

Los sistemas de atenuación de reflejo de grietas se han convertido en uno de los componentes más importantes para la rehabilitación e inclusive el mantenimiento de pavimentos asfálticos. A la fecha, muchos sistemas han sido desarrollados, sin embargo por su practicidad, las llamadas capas de absorción de esfuerzos (SAM's por sus siglas en inglés) han predominado. El éxito de las capas de esfuerzos se fundamenta en que corresponde a una mezcla asfáltica en caliente rica en asfalto, relativamente fina, pero diseñada por métodos convencionales.

No está permitido usar mezcla asfáltica reciclada como parte del sistema de atenuación de reflejo de grietas.

La presente especificación está basada en lo establecido por las especificaciones de los Departamentos de Transporte de Texas y Utah.

**420.02 Materiales**

De acuerdo con las siguientes Subsecciones

Agregado	703.17
Aditivo antidesnudante	702.09
Cemento asfáltico	702.01
Relleno mineral	725.05

Algunos cambios han sido efectuados a las propiedades de los materiales dado que tales características varían respecto de lo indicado en el capítulo respectivo de materiales. Dichos cambios son indicados acá

**Requerimientos para la Construcción**

**420.03 Cemento asfáltico**

Se requiere que el cemento asfáltico corresponda a un grado de desempeño (PG) convencional de acuerdo con lo estipulado en AASHTO M 320.

**420.04 Agregado**

El agregado mineral deberá cumplir con las mismas propiedades del agregado por utilizar en mezclas asfálticas convencionales. El agregado grueso deberá tener menos de 20 % de material pasando el tamiz No. 8. Arenas naturales no son aceptadas.

El agregado fino deberá cumplir con lo especificado en la Tabla 420-1.

*Tabla 420-1*

**Requerimientos de Granulometría para el Agregado Fino**

<b>Tamaño malla</b>	<b>% Pasando por peso o volumen</b>
3/8"	100
# 8	70 - 100
# 200	0 - 30

#### 420.05 Capa de liga

La base de la capa de liga deberá corresponder a un cemento asfáltico del tipo PG con una temperatura superior de desempeño de al menos PG58.

#### 420.06 Diseño de Mezcla

La mezcla asfáltica deberá ser diseñada de acuerdo con el método Superpave, indicado en la Sección 401, "Mezcla de concreto asfáltico tipo Superpave procesada en planta central en caliente para superficie de ruedo". La densidad en laboratorio será especificada en el rango 97,5-99,0 para un N de diseño de 50 giros, (Ndis = 50 giros), con un proceso de envejecimiento de 4 horas a 135 °C. El Ingeniero de Proyecto deberá aprobar el contenido de asfalto determinado de acuerdo a ensayos realizados en el Analizador de Pavimentos Asfálticos (APA), y en la vida de fatiga a la flexión. Tanto la especificación para granulometría como la de propiedades volumétricas de la mezcla asfáltica indican en las Tablas 420-2 y 420-3. Aditivos anti-desnudantes o cal hidratada pueden ser usados si el diseño de mezcla lo requiere.

Tabla 420-2

#### Granulometría y Propiedades Volumétricas

Tamiz N°	Porcentaje pasando (por volumen y peso)	
	Granulometría 1	Granulometría 2
3/8"	98,0 - 100,0	100
N° 4	70,0 - 90,0	80 - 100
N° 8	40,0 - 65,0	60 - 85
N° 16	20,0 - 45,0	40 - 70
N° 30	10,0 - 30,0	25 - 55
N° 50	10,0 - 20,0	15 - 35
N° 100		8 - 20
N° 200	2,0 - 1,0	6 - 14
<b>Propiedad</b>	<b>Requisito</b>	
Contenido de asfalto, %	6,0 % mínimo	
Vacios en el agregado mineral, (VAM)	15,0	
Contenido de vacíos, %	0,5 - 2,5	

Tabla 420-3

**Propiedades de la Mezcla Asfáltica (\*\*).**

<b>Propiedad</b>		<b>Requerimiento</b>
Densidad en laboratorio, Ndes		97,5 - 99,0
Resistencia a la tensión, kPa		586-13801
Relación polvo/asfalto		0,1 - 1,6 máximo 2
Resistencia retenida a la tensión diametral, %, AASHTO T 283		Min 85,0 %
<b>Especificación para Deformación Permanente en el Analizador de Pavimentos Asfálticos (APA)</b>		
Temperatura Alta de Desempeño del Cemento Asfáltico	Deformación Permanente Máxima Aceptada (mm) <sup>3</sup> , AASHTO TP 63 - 03	
PG 64 o menor		
PG 70	5,0	
PG 76 o mayor		
<b>Especificación para Reflejo de Grietas en el Analizador de Sobrecapas Asfálticas</b>		
Ciclos para la falla (*)	750 ciclos máximo	
<b>Especificación para el Ensayo de fatiga en la Viga de Fatiga a la Flexión</b>		
Ciclos para la falla, a 2000 $\mu$ tensión, 10 Hz, Temperatura = 20 °C, AASHTO T 321	100 000 ciclos mínimo	

1 Podría exceder 1380 kPa si es aprobado por el ingeniero de proyecto.

2 Definida como el porcentaje pasando la malla No.200 dividida por el contenido de asfalto efectivo.

3 La temperatura de ensayo deberá corresponder a la temperatura alta de desempeño del ligante asfalto correspondiente. Por ejemplo, si el cemento asfáltico es PG 70, la temperatura de ensayo deberá ser de 70 °C.

\* Se recomienda el procedimiento del Departamento de Transporte de Texas, Tex-248-F

\*\* Todos los ensayos deberán hacerse con mezclas asfálticas al contenido óptimo de diseño.

**420.07 Requisitos para la construcción**

La superficie en donde se colocará el pavimento deberá estar libre de marcas de pinturas y de otros objetos tales como humedad, suciedad, hojas o materiales sueltos. Toda la vegetación deberá ser removida de los bordes del pavimento. La mezcla deberá ser colocada para abarcar la sección de construcción y deberá ser finalizada de modo que la apariencia sea uniforme. Las juntas longitudinales deberán ser traslapadas al menos 15cm. Todas las mezclas finalizadas deberán ser capaces de evacuar el agua sobre ellas. La capa de atenuación de grietas deberá ser colocada de acuerdo con lo especificado en la Tabla 420-4.

Tabla 420-4

**Espesores de capa y espesor mínimo de núcleos.**

Tipo de mezcla	Espesor de capa compactado (cm)		Espesor mínimo de núcleo para ser elegido para ensayar en laboratorio (cm)
	Mínimo	Máximo	
Mezcla de atenuación de reflejo de grietas (MARG)	2,5	5,0	2,0

La mezcla asfáltica deberá ser colocada en superficies cuya temperatura será igual o mayor a las temperaturas especificadas en la Tabla 420-5. La superficie deberá ser limpiada previamente a la aplicación de la capa de liga. Todos los demás requisitos de construcción deberán apegarse a lo indicado en la Sección 401, "Mezcla de concreto asfáltico tipo Superpave procesada en planta central en caliente para superficie de ruedo". El valor máximo aceptable de contenido de vacíos en sitio será de 4,0 %.

Tabla 420-5

**Temperatura mínima de la Superficie del Pavimento para Colocación de la Mezcla de Atenuación de Reflejo de Grietas (MARG)**

Temperatura superior de grado de desempeño	Temperatura mínima del pavimento (°C)	
	Capas inferiores o pavimentación nocturna	Capas superiores o pavimentación diurna
PG 64	7	10
PG 70	13	13
PG 76	16	13

La Tabla 420-6 indica las temperaturas mínimas aceptables de la Mezcla de Atenuación de Reflejo de Grietas (MARG) para colocación.

Tabla 420-6

**Temperaturas mínimas aceptables de la Mezcla de Atenuación de Reflejo de Grietas (MARG) para Colocación.**

Temperatura superior de grado de desempeño	Temperatura mínima de la mezcla (antes de ingresar al pavimentador), °C
PG 64 o menor	125
PG 70	130
PG 76 o mayor	135

**420.08 Aceptación del Trabajo.**

El material de relleno mineral, aditivos antidesnudantes y agentes de reciclado deberán ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02, 107.03 (725.05, 702.09, 702.07).

La Tabla 420-7 muestra las tolerancias para los diversos componentes de la mezcla de atenuación de reflejo de grietas.



Tabla 420-7

**Tolerancias para la Aceptación de la Mezcla de Atenuación de Reflejo de Grietas  
(MARG).**

Descripción	Método de ensayo	Diferencia máxima aceptable de la fórmula de trabajo
Porcentaje individual retenido en el tamiz número 8 o superiores		± 3,0 <sup>1</sup>
Porcentaje individual retenido en tamices menores al tamiz número 8 o superiores al tamiz N° 200	AASHTO T 84 y AASHTO T 85	± 3,0 <sup>1</sup>
Porcentaje pasando el tamiz N° 200		± 2,0 <sup>1</sup>
Contenido de asfalto, %	AASHTO T308 <sup>2</sup> AASHTO T 164 <sup>2</sup>	± 0,3 <sup>1</sup>
Densidad de laboratorio, %	<sup>1</sup>	± 1,0 <sup>1</sup>
Contenido de vacíos en sitio	AASHTO T 166	N.A.
VAM, % min	AASHTO PP 28	<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Las tolerancias indicadas deberán estar dentro de los límites especificados en la Tabla 420-2.

<sup>2</sup> Los criterios de aceptación de las Mezclas de Atenuación de Reflejo de Grietas corresponden a los indicados en la Sección 401, solamente serán excluidos los factores relacionados con regularidad superficial.

#### 420.09 Medida

Los ítemes listados en la Sección 420 que aparezcan en un cartel de licitación deberán ser medidos de acuerdo con la Subsección 110.02.

#### 420.10 Pago

Las cantidades aceptadas serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida de acuerdo con los ítemes de pago indicados en el cartel, Tabla 420-7. En el caso de la Mezcla de Atenuación de Reflejo de grietas se utilizarán para ajustar el pago lo indicado en las Subsecciones 107.05 y 401.16. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Los factores de pago correspondientes a los ítemes indicados en la Tabla 420-7 serán idénticos a los establecidos para dichos ítemes en la Sección 401 "Mezcla de concreto asfáltico tipo Superpave procesada en planta central en caliente para superficie de rueda". Igualmente, las frecuencias de muestreo y ensayo indicadas en la Sección 401 serán aplicadas para los materiales componentes de las Mezclas de Atenuación de Reflejo de Grietas.

### **Sección 421.) MICRO-CAPA (MICROSURFACING)**

#### 421.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la aplicación de un sello con lechada asfáltica del tipo "slurry", que es una mezcla de emulsión asfáltica modificada con polímeros, agregado mineral, relleno mineral, agua y otros aditivos, que se mezcla y coloca sobre superficies de pavimento existentes.

#### 421.02 Materiales.

De conformidad con las siguientes Subsecciones:

(a) Agregado 703.11(b)

El agregado mineral debe ser manufacturado por quebrado de la roca, ya sea granito, escoria, caliza u otro agregado de alta calidad. Las partículas tienen que ser limpias, resistentes y durables.

El agregado tiene que cumplir con los siguientes ensayos de calidad:

Tabla 421-1

#### Requisitos de calidad del agregado para Micro-Capa (Microsurfacing)

AASHTO	ASTM	Calidad	Especificación
T 176	D 2419	Equivalente de arena	Mínimo 65
T 104	C 88	Sanidad	Máximo 15% (Sulfato de sodio) Máximo 25% (Sulfato de magnesio)
T 96	C 131	Resistencia a la abrasión	Máximo 30%

El agregado además tiene que cumplir con los valores de pulimento establecidos por el Ingeniero o esta especificación.

Las granulometrías que tiene que tener el agregado son dos tipos:

Tabla 421-2

#### Especificaciones granulométricas para los agregados

Malla	I Porcentaje pasando	II Porcentaje pasando	Tolerancia en el apilamiento
9,5 mm	100	100	-
4,75 mm	90 - 100	70 - 100	± 5 %
2,36 mm	65 - 90	45 - 70	± 5 %
1,18 mm	45 - 70	28 - 50	± 5 %
600 µm	30 - 50	19 - 34	± 5 %
300 µm	18 - 30	12 - 25	± 4 %
150 µm	10 - 21	7 - 18	± 3 %
75 µm	5 - 15	5 - 15	± 2 %

El porcentaje pasando de cada tamiz no debe variar en más de lo permitido en la Tabla 421-2; no se permite que el porcentaje que pase por dos tamices consecutivos esté en los extremos superior e inferior del rango.

(b) Emulsión asfáltica modificada con polímeros 702.03

La emulsión asfáltica tiene que ser una emulsión catiónica de rompimiento lento modificada con un polímero aprobado, cuya designación puede ser CSS-1P. También tiene que ser de tipo tránsito rápido "quick-traffic", es decir, de apertura rápida al tránsito; por ejemplo, para una capa de 12,7 mm de espesor, después de colocada se puede abrir al tránsito una hora después cuando la temperatura sea de aproximadamente 24 °C y el porcentaje de humedad de 50 o menos.

El polímero tiene que ser incorporado por medio de mezclado con el asfalto base antes de emulsionarlo o al mismo tiempo en el molino coloidal antes de que se produzca la emulsión final.

La cantidad mínima y tipo de polímero modificador se tiene que determinar por medio de ensayos de laboratorio cuando se realiza el diseño de mezcla. La cantidad mínima requerida se calcula sobre el contenido de asfalto y tiene que ser certificado por el suplidor de la emulsión. Pero en general, la emulsión tiene que tener un mínimo de 3 % de polímero sólido por peso de asfalto.

La emulsión asfáltica tiene que cumplir con los requisitos de los métodos AASHTO M 208 o ASTM D 2397, además del contenido del residuo y las características del residuo siguientes:

Tabla 421-3

**Requisitos de calidad de la emulsión asfáltica para Micro-Capas (microsurfacing)**

AASHTO	ASTM	Calidad	Especificación
<b>Emulsión</b>			
T 59	D 244	Viscosidad Saybolt Furol, 25 °C	Mínimo 20 s Máximo 100 s
T 59	D 244	Estabilidad de almacenamiento, 24 h	Máximo 1 %
T 59	D 244	Carga de la partícula	Positiva
T 59	D 244	Ensayo del tamiz	Máximo 0,1 %
<b>Destilación:</b>			
T 59	D 244	Porcentaje de aceite destilado	Máximo 0,5 %
T 59	D 244	Porcentaje de residuo	Mínimo 62 %
<b>Residuo:</b>			
T 49	D 5	Penetración 25 °C	Mínimo 55 s Máximo 90 s
T 51	D 113	Ductilidad 25 °C	Mínimo 70 %
T 44	D 2042	Solubilidad en tricloroetileno	Mínimo 97,5 %
T 53	D 36	Punto de ablandamiento	Mínimo 57 °C
--	D 2170	Viscosidad cinemática 135 °C	Mínimo 650 cSt / s

(c) Relleno mineral 725.05

El relleno mineral puede ser cemento Pórtland o cal hidratada libre de grumos y materiales extraños. La cantidad a añadir tiene que ser determinada a través del diseño de mezcla de laboratorio y se tiene que considerar como parte de la granulometría del agregado. Una variación del 1% se puede permitir cuando se está mezclando y colocando el sello, cuando se haya encontrado que es necesaria una mejor consistencia o tiempos de rompimiento.

(d) Agua 725.01

El agua tiene que ser potable y tiene que estar libre de sales salubres dañinas, químicos reactivos o cualquier otro contaminante.

Se pueden añadir otros aditivos a la emulsión o a la mezcla, para proveer el control de las propiedades de curado rápido para la apertura pronta al tránsito. Se tienen que incluir como parte del diseño de mezcla y tiene que ser compatible con todos los componentes de la mezcla.

### Requisitos para la construcción

#### 421.03 Composición de la mezcla asfáltica.

El Contratista presentará la dosificación correspondiente a la lechada asfáltica del tipo "Slurry" de microrecubrimiento, con el agregado, agua, emulsión asfáltica modificada con polímero y aditivos a utilizar en el proyecto. Se tiene que verificar en el diseño de mezcla la compatibilidad del agregado, emulsión asfáltica modificada, relleno mineral y otros aditivos.

Deberán cumplirse los requisitos de granulometría de la Tabla 421-2 que apliquen, así como el criterio subsiguiente para el contenido de asfalto residual de la Tabla 421-5.

El Contratista suministrará por escrito la dosificación de diseño, indicando el contenido porcentual de cada material en la mezcla, con base en una referencia por peso o volumen para verificar que cumple con los requerimientos de ISSA A143 para las mezclas de micro-recubrimiento (Tabla 421-6). Además, para obtener la aprobación del Contratante actuará de igual manera al menos 14 ó 21 días antes del inicio de los trabajos.

Se deberá presentar, adicionalmente, lo siguiente:

-Granulometría del agregado. Los valores representativos de los porcentajes del agregado de diseño pasando para todos los tamaños estándar especificados.

-Contenido de emulsión asfáltica. El contenido de asfalto residual, como un porcentaje por peso del agregado en estado seco, máximo y mínimo.

-Muestras de agregado. Se requieren 45 kg para cada tipo de agregado a utilizar.

-Muestra de emulsión asfáltica. Se suministrará el nombre del proveedor y los certificados técnicos de calidad, así como una muestra de 20 litros, que será contenida en un recipiente plástico.

-Muestras de relleno mineral. Se requieren 25 kg para cada tipo de relleno mineral, cuando se incorpore a la mezcla.

-Tasa de aplicación. Las tasas de aplicación se tienen que calcular con base en el agregado seco.

Cuando se utilicen dos pasadas, la segunda capa se tiene que aplicar a 8,1 – 16,3 kg/m<sup>2</sup>.

La dosificación de diseño será evaluada y considerada para su aprobación, de acuerdo con las siguientes tablas.

Tabla 421-4

#### Tasas de aplicación recomendadas

Tipo de granulometría	Localización	Tasa de aplicación
Tipo I	Calles urbanas y residenciales Pista de aeropuerto	5,4 - 10,8 kg / m <sup>2</sup>
Tipo II	Rutas primarias e interestatales	8,1 - 16,3 kg / m <sup>2</sup>
	Rodenas: 12,7 - 19,1 mm	10,8 - 16,3 kg / m <sup>2</sup>
	19,1 - 25,4 mm	13,6 - 19,0 kg / m <sup>2</sup>
	25,4 - 31,75 mm	15,2 - 20,6 kg / m <sup>2</sup>
	31,75 - 38,1 mm	17,4 - 21,7 kg / m <sup>2</sup>

Tabla 421-5

**Límites de dosificación para los componentes de la mezcla**

Componentes de la mezcla	Límites
Asfalto residual	5,5 a 10,5 % por peso seco de agregado
Relleno mineral	0 a 3 % por peso seco de agregado
Polímero modificador	Mínimo 3 % de sólidos por peso de asfalto
Aditivos	Lo que se requiera para controlar el rompimiento y el curado
Agua	Lo que se requiera para proveer una buena consistencia a la mezcla

Tabla 421-6

**Especificaciones recomendadas para la mezcla de Micro-Capas (Micro-Surfacing)***421.04 Equipamiento.*

ISSA	Calidad	Especificación
TB 139	Cohesión en presencia de agua @ 30 minutos (rompimiento) @ 60 minutos (tránsito)	Mínimo 12 kg-cm Mínimo 20 kg-cm o cerca del giro
TB 109	Exceso de asfalto llanta cargada	Máximo 538 g/m <sup>2</sup>
TB 114	Desnudamiento	Mínimo 90 %
TB 100	Pérdida por abrasión 1 hora de sumersión 6 días de sumersión	Máximo 538 g/m <sup>2</sup> Máximo 807 g/m <sup>2</sup>
TB 147	Desplazamiento lateral Gravedad específica	Máximo 5 % Máximo 2,10
TB 144	Clasificación de compatibilidad	Mínimo 11 puntos de grado
TB 113	Tiempo de mezclado a 25 °C	Mínimo controlable de 120 segundos

Todos los equipos, herramientas y máquinas utilizados para realizar los trabajos del proyecto se tienen que mantener en una condición de trabajo satisfactoria durante todo el tiempo para asegurar un producto de alta calidad.

Deberá disponerse del siguiente equipamiento para las obras:

(a) Equipo de mezclado.

-Autopropulsado

-Unidad de mezclado en flujo continuo

-Con controles calibrados

-Dispositivos para dosificación de lectura fácil, que permitan la medición precisa de todos los materiales dosificados que ingresan al tambor mezclador

-Sistema automatizado de secuencia de introducción de la materia prima al mezclador, que permita la mezcla constante de la mezcla de micro-recubrimiento

-Cámara de mezclado capaz de combinar uniformemente la materia prima introducida de varias cuchillas y que descargue la mezcla de manera continua

-La máquina tiene que tener suficiente capacidad de almacenaje para el agregado, emulsión asfáltica,

relleno mineral, aditivos y agua para que haya una alimentación adecuada

-En carreteras principales el equipo tiene que poseer dispositivos de carga para que se puedan recargar los componentes mientras el equipo está mezclando y colocando para minimizar las juntas de construcción

-La máquina tiene que estar equipada con estaciones de manejo laterales opuestas para optimizar el alineamiento lateral

-Poseer dispositivos tales que el conductor tenga control total de la velocidad de avance y retroceso

-Alimentador de agregado equipado con un contador de revoluciones o similar para determinar la cantidad de agregado en cualquier momento

-Dispositivo de dosificación para aditivos.

-Sistema de agua a presión con aspersores, capaz de humedecer la superficie inmediatamente antes de la distribución de la Micro-Capa (microsurfacing) y

-Sistema de dosificación con precisión para el proporcionamiento de materiales, independiente de la velocidad del motor

#### (b) Caja mecánica de distribución

-Incorporado al equipo mezclador.

-Debe poseer, ya sea paletas o tornillo, para agitar la mezcla y distribuirla uniformemente.

-Cola de hule flexible que esté en contacto con la superficie para evitar el desperdicio de la Microcapa (microsurfacing).

-Este hule debe actuar como un enrasador para el acabado final y tiene que ser ajustable.

-Ajustable para asegurar una tasa de distribución uniforme cuando se opere con geometría variable (pendientes y coronas de la calzada).

-Ajustable en ancho, con un dispositivo de rastrillado flexible.

#### (c) Enrasador secundario.

Se tiene que utilizar un enrasador secundario para mejorar la textura de la superficie. Tiene que ajustarse al igual que la caja de distribución.

#### (d) Caja para el relleno de roderas.

Cuando se solicite el relleno de roderas, antes de colocar la capa de rueda final se requiere colocar material preliminar de Micro-Capa (microsurfacing) para rellenar las mismas, cortes de entradas de servicio y depresiones en la superficie existente. Las roderas de 12,7 mm o más de profundidad se tienen que rellenar independientemente con la caja en un ancho de 1,5 m a 1,8 m.

Roderas no muy profundas, de menos de 12,7 mm, se pueden tapar con una sola pasada.

Las roderas que exceden 38,1 mm de profundidad pueden requerir varias pasadas de la caja para restaurar la sección transversal. Todos los materiales para nivelar la superficie tienen que curar bajo tránsito por al menos 24 horas antes de la colocación de material adicional sobre la superficie.

#### (e) Equipo auxiliar.

Se contará con rastrillos planos de hule manuales, palas y otros equipos necesarios para realizar los trabajos. Se proveerán equipos de limpieza que incluyan, pero no limitado a, barredores autopropulsados, compresores de aire, equipos de distribución de agua, y escobones manuales, para la preparación de la superficie.

**421.05 Notificación y control del tránsito.****(a) Notificación**

Todos los afectados por la construcción tienen que ser notificados por lo menos un día antes de la aplicación del sello. Se pueden usar carteles adecuados para señalar las fechas, los lugares y horas de trabajo; en el caso de que no se pueda realizar el trabajo un día específico, entonces se tiene que notificar de nuevo el nuevo día.

**(b) Control del tránsito**

Todos los dispositivos de control de tránsito tienen que estar de acuerdo con esta normativa en la Secciones 633 y 635, antes y durante la colocación del sello.

Además, el Contratista tiene que proveer los métodos adecuados para proteger el sello del daño que pueda causar el tránsito antes de que el sello cure. La apertura al tránsito no constituye la aceptación del trabajo. El Contratista tiene que presentar esta información con una semana de anticipación para su revisión.

**421.06 Preparación de la superficie.**

Se deberá limpiar la superficie existente de todo material suelto, polvo, vegetación y otras sustancias nocivas a través de métodos aprobados. Si se utiliza agua para la limpieza, las grietas se tienen que dejar secar antes de la aplicación del sello. Las tapas de alcantarilla, los cobertores de las válvulas y otras entradas de servicio se tienen que proteger con un método adecuado. El Ingeniero tiene que aprobar la preparación de la superficie antes de la aplicación de la Microcapa (microsurfacing).

**(a) Riego de liga**

Normalmente, no se requiere un riego de liga a menos que la superficie a ser cubierta esté extremadamente seca y con desprendimiento de partículas o que sea de concreto o adoquines. Si se requiere, el riego de liga debe consistir en una parte de emulsión asfáltica y tres partes de agua aplicado con el distribuidor de asfalto. El grado de la emulsión tiene que ser SS o CSS. El distribuidor debe ser capaz de aplicar la disolución de manera uniforme a una tasa de 0,23 a 0,45 l/m<sup>2</sup>. El riego de liga se tiene que dejar curar antes de la aplicación del Microcapa (microsurfacing).

**(b) Grietas**

Es aconsejable realizar un tratamiento previo a las grietas, con un sello adecuado, antes de la aplicación del Microcapa (microsurfacing).

**421.07 Limitaciones climáticas.**

Se tienen que aplicar los sellos de Microcapa (microsurfacing) cuando la temperatura del aire a la sombra y sobre la superficie del pavimento estén, ambas, sobre 7 °C; y cuando no haya neblina ni lluvia o esté nublado, pues esto prolonga el tiempo de apertura al tránsito.

**421.08 Aplicación de Microcapa (microsurfacing).****(a) General**

Se deberán mezclar los materiales utilizando el mezclador. El Contratista deberá preparar la mezcla utilizando un mezclador de acuerdo con la Subsección 421.04 (a).

Se tiene que humedecer la superficie con agua en el instante inmediato previo a la distribución del sello de Microcapa (microsurfacing); la tasa de aplicación de esta aplicación se tiene que ajustar durante el día de acuerdo con la temperatura, la textura superficial, humedad y sequedad del pavimento.

En caso de que se incluya, se mezclará el aditivo con el agregado utilizando el sistema de alimentación de finos. Se debe prehumedecer el agregado en el tambor del mezclador en el instante previo al mezclado con la emulsión asfáltica.

Se tiene que mezclar el sello por un máximo de 4 minutos. Se tomarán las precauciones para asegurarse que la mezcla de sello sea de la consistencia requerida en el momento que es desalojada del mezclador, y que esté

conforme con la dosificación de diseño aprobada.

Se dispondrá de suficiente cantidad de mezcla de sello en el sistema distribuidor para cubrir completamente la sección transversal de la caja de distribución. Se distribuirá la mezcla con el dispositivo mecánico de acuerdo con la Subsección 421.04 (b). En áreas no accesibles para la caja de distribución, se utilizarán distribuidores manuales. No se permite que se sobrecargue la caja distribuidora. Tampoco se permite que el agregado en la mezcla se apelote, forme grumos o que quede sin recubrir.

La mezcla debe ser lo suficientemente estable para que no se dé el rompimiento prematuro en la caja de distribución.

No se permite que queden "estrías" ocasionadas por el agregado de sobretamaño, en la superficie terminada. Si se ocasiona demasiado rayado, el trabajo se tiene que suspender hasta que el Contratista demuestre que ha corregido esta situación. Demasiado rayado se define como más de cuatro marcas de arrastre de más de 12,7 mm de ancho y 101 mm de largo o, de 25,4 mm de ancho y 76,2 mm de largo en un área de 25 m<sup>2</sup>. No se permiten ondas o rayado longitudinal de 6,4 mm de profundidad, cuando se coloca un escantillón de 3m de largo sobre la superficie.

La mezcla de Microcapa (microsurfacing) tiene que tener la suficiente estabilidad para que no se dé un rompimiento en la caja de distribución. Tiene que ser una mezcla homogénea durante el mezclado y la distribución. No tiene que tener agua en exceso o emulsión libre, pues se da la segregación del agregado grueso. No se permite que se rocíe agua en la caja de distribución.

Se debe permitir que las áreas tratadas curen completamente de previo a la apertura al tránsito.

#### (b) Juntas

No se permiten gradas, áreas sin recubrir en las juntas longitudinales y transversales. El contratista debe proveer el ancho adecuado de recubrimiento para obtener el mínimo número de juntas a lo largo del proyecto. Cuando sea posible, las juntas longitudinales deben quedar en las líneas entre carriles. Se debe recurrir el mínimo de pasadas a la mitad o de anchos distintos. Si se utilizan pasadas a la mitad, estas no deben ser las últimas del área a pavimentar. Un máximo de 76,2 mm de traslape se permite en las líneas de las juntas longitudinales; además la junta no puede tener más de 6,4 mm de diferencia en la elevación cuando se mide con un escantillón de 3 m de largo.

#### (c) Trabajo manual

En las áreas en las que la máquina no cabe, se tienen que utilizar rastrillos de hoja plana para recubrir el área. El acabado tiene que ser igual al que da la caja de distribución. El área se tiene que humedecer antes de colocar la muestra.

#### (d) Bordes

Se debe tener cuidado de que las líneas en los cordones de caño y espaldones queden rectas. También en las intersecciones las líneas se tienen que mantener rectas para una buena apariencia. Si se necesita se puede utilizar un material adecuado para tapar los finales de las calles para proveer una línea recta. Los bordes no pueden variar horizontalmente en más de  $\pm 50$  mm en 30 m de largo.

#### (e) Limpieza

Todas las áreas se tienen que limpiar: caños, alcantarillas, entre otros. El Contratista tiene que remover diariamente todos los escombros asociados con el trabajo.



**421.09 Aceptación.**

Véase la Tabla 421-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

La emulsión asfáltica modificada con polímero será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.03 y 702.09.

El agregado para el sello de Microcapa (microsurfacing) será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La construcción del sello de Microcapa (microsurfacing) será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**421.10 Medida.****(a) Área**

En proyectos pequeños, el método de medida y pago se basa usualmente en el área a cubrir, medida en metros cuadrados.

**(b) Toneladas y litros**

En proyectos grandes, de más de 41806 m<sup>2</sup>, la medida y el pago se basan en toneladas de agregado y litros de emulsión asfáltica utilizados.

El agregado se mide por el peso a la entrega en el sitio o su peso con balanzas certificadas en el sitio. Para la medida se pueden utilizar tiquetes o los pesos impresos. La emulsión asfáltica será medida por medio de tiquetes certificados para cada carga entregada en el sitio; la emulsión que no se utiliza y se devuelve al proveedor se tiene que deducir de esta cantidad.

**421.11 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 421.10, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación total para los trabajos descritos en esta Sección.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.421.01</b> Sello de Microcapa (microsurfacing) (se debe especificar la granulometría)	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.421.02</b> Emulsión asfáltica (se debe especificar el grado)	Litro (L)

**Requisitos de Muestreo y Ensayo**

Todo el material fue extraído de ISSA A143, "Recommended performance guidelines for Micro-surfacing", Mayo

Material o producto	Tipo de aceptación	Característica	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia de ensayo	Punto de muestreo	Separación de la muestra	Reporte
Agregado para los tratamientos superficiales (703.10)	Medido y ensayado para conformidad (107.04)	Granulometría	---	AASHTO T 27 y T 11	1 por 500 Tm	Salida de producción o del apilamiento	Sí, cuando se solicite	Antes de iniciar el trabajo
		Abrasión LA	---	AASHTO T 96	1 por agregado	Fuente de agregado	"	"
		Sanidad	---	AASHTO T 104	"	"	"	"
		Equivalente de arena	---	AASHTO T 176 método alternativo N° 2, método de referencia	"	Salida de producción o del apilamiento	"	"

2005, International Slurry Surfacing Association.

# Pavimentos de concreto hidráulico

## División 500

### Sección 501.) PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO

#### 501.01 Descripción

Este trabajo consistirá en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico como estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de conformidad razonable con el trazado, rasantes, espesores y secciones típicas indicadas en los planos.

#### 501.02 Materiales

El concreto hidráulico estará conformado por una mezcla homogénea de cemento hidráulico, agua, agregados finos y gruesos, y aditivos si fueran necesarios. Todos los materiales deberán cumplir con las siguientes características:

(a) Concreto: el concreto hidráulico deberá cumplir con los requisitos especificados en la Tabla 501-1 si en las especificaciones especiales o en los planos no se indica un concreto hidráulico de características diferentes para obras particulares o de condiciones especiales.

Tabla 501-1

Requisitos del Concreto Hidráulico para Pavimentos

Relación Agua / Cemento (Máxima)	Temperatura del Concreto	Revenimiento AASHTO T-119	Contenido de aire (%) AASHTO T-152	Resistencia a la compresión, 28 días (Mínimo) AASHTO T-22	Resistencia a la Flexotracción 28 días (Mínimo) AASHTO T-97
0,49	22 ± 10 °C	40 ± 20 °C	4,5 mín.	255 Kg/cm <sup>2</sup> (25 MP <sub>a</sub> )	45 Kg/cm <sup>2</sup> (4,5 MP <sub>a</sub> )

(b) Cemento hidráulico: el cemento deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Subsección 701.01, para los cementos hidráulicos, siempre y cuando el Cartel de Licitación no indique otra cosa.

(c) Agregado grueso: el agregado grueso deberá cumplir los siguientes requisitos:

- La Graduación deberá ajustarse a lo establecido en la Tabla 501-2, según sea la graduación especificada en el Cartel de Licitación.

Tabla 501-2

**Graduación de Agregado Grueso para Mezclas de Concreto Hidráulico para Pavimentos**

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (AASHTO T-27 y T-11)	
	Designación de la Graduación	
	A	B
37,5 mm	100	---
25,0 mm	95 - 100	100
19,0 mm	---	90 - 100
12,5 mm	25 - 60 (5)	---
9,5 mm	---	20 - 55 (5)
4,75 mm (N° 4)	0 - 10 (5)	0 - 10 (5)
2,36 mm (N° 8)	0 - 5 (4)	0 - 5 (4)

Notas: Los procedimientos estadísticos no se aplican a los porcentajes que pasan 100 y 95-100 por ciento. Las desviaciones admisibles ( $\pm$ ) de los valores se indican entre paréntesis ().

- Pérdida por abrasión, AASHTO T-96. 50 % máximo
- Sanidad de los agregados gruesos utilizando sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T-104. 18 % máximo
- Partículas con una o más caras fracturadas producto de la trituración (retenido malla N° 4). 50 %, mínimo
- Porcentaje que pasa por el tamiz N° 200, AASHTO T-11. 1.0 %, máximo
- Contenido de arcilla y partículas friables AASHTO T-112. 3 %, máximo

(d) Agregado fino: el agregado fino deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Graduación: Deberá estar conforme con lo establecido en la Tabla 501-3.

Tabla 501-3

**Graduación de Agregado Fino para Mezclas de Concreto Hidráulico para Pavimentos**

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (AASHTO T-27 y T-11)
9,5 mm	100
4,75 mm (N° 4)	95 - 100
1,18 mm (N° 16)	45 - 80 (4)
300 $\mu$ m (N° 50)	10 - 30 (3)
150 $\mu$ m (N° 100)	2 - 10 (2)

Notas: Los procedimientos estadísticos no se aplican a los porcentajes que pasan 100 y 95-100 por ciento. Las desviaciones admisibles ( $\pm$ ) de los valores se indican entre paréntesis ().

- Sanidad de los agregados finos, utilizando sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T-104 (15% máximo)
  - Equivalente de arena, AASHTO T-176, método de arbitraje (75 mínimo)
  - Porcentaje que pasa el tamiz N° 200, AASHTO T-11 (4 %, máximo)
  - Libre de materia orgánica o impurezas, según ensayo AASHTO T-21
  - Contenido de arcilla y partículas friables AASHTO T-112 (3 %, máximo)

Nota: Los agregados gruesos y finos que no cumplan con alguno de los requisitos establecidos en la Tabla 501-3, se podrán aceptar siempre y cuando se hayan empleado en la elaboración de concretos de características similares, hayan estado expuestos a condiciones ambientales similares durante largo tiempo (mayor de 5 años), y que hayan tenido pruebas de un comportamiento satisfactorio.

(e) Agua: El agua que se emplee para la mezcla o para el curado del pavimento deberá estar limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial para el pavimento terminado. En general, se considera adecuada el agua potable apta para el consumo humano, y deberá cumplir con lo especificado en AASHTO T-26.

(f) 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 antes de su aplicación en la obra, y el certificado de calidad del fabricante, con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado, y no representen peligro para la armadura que pueda tener el pavimento. Deberán ajustarse a lo estipulado en la Subsección 711.

(g) Materiales y aditivos para el curado: los materiales por utilizar deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Subsección 711.

(h) Relleno para juntas: los materiales por utilizar deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Subsección 712.

(i) Acero de refuerzo: el acero de refuerzo deberá estar conforme con los requisitos establecidos en la Sección 709. El de las dovelas o pasadores será grado 60, y el de las barras de amarre, será de grado 40, o según se indique en las especificaciones especiales o en los planos del proyecto.

(j) Refuerzo secundario con fibras: para mejorar la resistencia a la flexotracción y el módulo de elasticidad del concreto, el Contratista podrá incorporar fibras a las mezclas de concreto, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y mediante los ensayos efectuados antes de su aplicación en la obra.

El fabricante de las fibras deberá extender una certificación en la cual indique que el empleo de esas fibras no ocasiona reacciones adversas en el concreto ni con los aditivos químicos que pudieren usarse.

Los requisitos de este refuerzo secundario con fibras deberán cumplir lo estipulado en la norma ASTM C-1116.

Las fibras podrán ser de los siguientes tipos:

- |          |  |
|----------|--|
| Tipo I   | Fibras de acero  |
| Tipo II  | Fibras de vidrio, alcalirresistentes                   |
| Tipo III | Fibras sintéticas como polipropileno, nailon, y otros. |

### **501.03 Dosificación y Resistencia**

(a) Dosificación: la dosificación del concreto consistirá en la combinación de los diferentes agregados, el cemento, el agua, y aditivos cuando sea necesario, para obtener un concreto que cumpla los requisitos de resistencia, trabajabilidad, durabilidad y otros incluidos en el contrato. El Contratista deberá presentar un diseño de mezcla de conformidad con la Subsección 601.03.

(b) Resistencia: la resistencia del concreto a utilizar en los pavimentos de concreto hidráulico será su resistencia a la flexotracción (módulo de ruptura), establecida en los planos o en las especificaciones especiales; en ningún caso podrá ser menor de cuarenta y cinco kilogramos por centímetro cuadrado (45 Kg/cm<sup>2</sup>). La resistencia se verificará con especímenes (4 mínimo) moldeados durante el colado del concreto, correspondientes a vigas estándar compactadas, curadas y ensayadas según la norma AASHTO T-97. Deberán también moldearse especímenes (4 mínimo) para el control de la resistencia a la compresión del concreto, según AASHTO T-22; y, además, se deberá establecer la correlación de la resistencia a la compresión con la resistencia a la flexotracción, del concreto utilizado en el pavimento.

## Requisitos para la Construcción

### **501.04 Control de Calidad del Concreto**

El Contratista será responsable del control de calidad de todos los materiales durante las operaciones de manejo, combinación, mezclado y colocación, según lo establecido en la Sección 601 y en estricto apego a lo indicado en la Tabla 501-5 "Muestreo y ensayos".

### **501.05 Equipo, Mezclado y Colocación**

El equipo y las herramientas necesarios para el manejo de los materiales y la ejecución de todas las partes de la obra deberán cumplir los requisitos de la Sección 601 y lo dispuesto en esta sección.

Las pavimentadoras de concreto estarán diseñadas para extender, consolidar, emparejar y acabar el concreto recién colocado, en una pasada completa de la máquina, de modo que solo sea necesario un mínimo de terminación manual para proporcionar un pavimento denso y homogéneo de acuerdo con lo establecido en el contrato. Si no se emplearan formaleas fijas, la pavimentadora deberá estar equipada con controles electrónicos para controlar el alineamiento y rasante desde cada uno de los lados de la máquina, o desde ambos lados.

La pavimentación deberá efectuarse conforme lo especificado en la Subsección 501.08 apartes a) o b).

El Contratista proporcionará los equipos de aserrado de juntas, los cuales estarán equipados con cuchillas de filo de diamante enfriado por agua o una rueda abrasiva de las dimensiones requeridas. Además, el Contratista deberá tener por lo menos un equipo de aserrado de reserva en buen estado de funcionamiento.

### **501.06 Limitaciones Meteorológicas**

El concreto deberá colocarse con una temperatura interna comprendida entre 12 y 32 °C.

El Contratista será responsable de proporcionar todo el equipo y demás recursos necesarios para el cumplimiento de lo dispuesto en este artículo.

En tiempo caluroso, en las operaciones de mezclado y colocación el Contratista deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:

- (a) Colocar los agregados y otros componentes a la sombra o en lugares cerrados, y enfriarlos.
- (b) Colocar a la sombra, o enfriar de alguna otra forma, el equipo de dosificación, transporte y bombeo, así como otros equipos, durante la producción y colocación.
- (c) Enfriar los agregados mediante rociado con agua.
- (d) Enfriar el agua de la mezcla por medio de tanques de refrigeración o enterrados, o utilizando hielo picado como parte del agua de la mezcla. El hielo deberá estar completamente derretido al finalizar el mezclado.

El agua utilizada para el rociado de los agregados o para la fabricación del hielo deberá ajustarse a lo dispuesto en la Subsección 501.02, aparte e).

Las formaletas de las guías laterales que estarán en contacto con la mezcla deberán enfriarse cubriéndolas con una envoltura protectora o aplicándoles un rocío con agua.

No deberá colocarse el concreto cuando se considere que cualquier combinación de temperatura del aire, la humedad relativa, la temperatura del concreto y la velocidad del viento en toda el área de colocación, pueda resultar en una tasa de evaporación mayor de 1,0 kilogramos por metro cuadrado por hora (1,0 Kg/m<sup>2</sup>-h), según se determina mediante el ábaco de la figura 501-1.

Si se espera que las condiciones naturales produzcan una tasa de evaporación excesiva (mayor de 1,0 Kg/m<sup>2</sup>-h), el Contratista deberá tomar medidas para reducir efectivamente la evaporación esperada en toda el área de colocación. Estas medidas incluirán una o más de las siguientes:

(a) La construcción de cortavientos o cerramientos, para reducir efectivamente la velocidad del viento en toda el área de colocación, debidamente aprobados por el ingeniero.

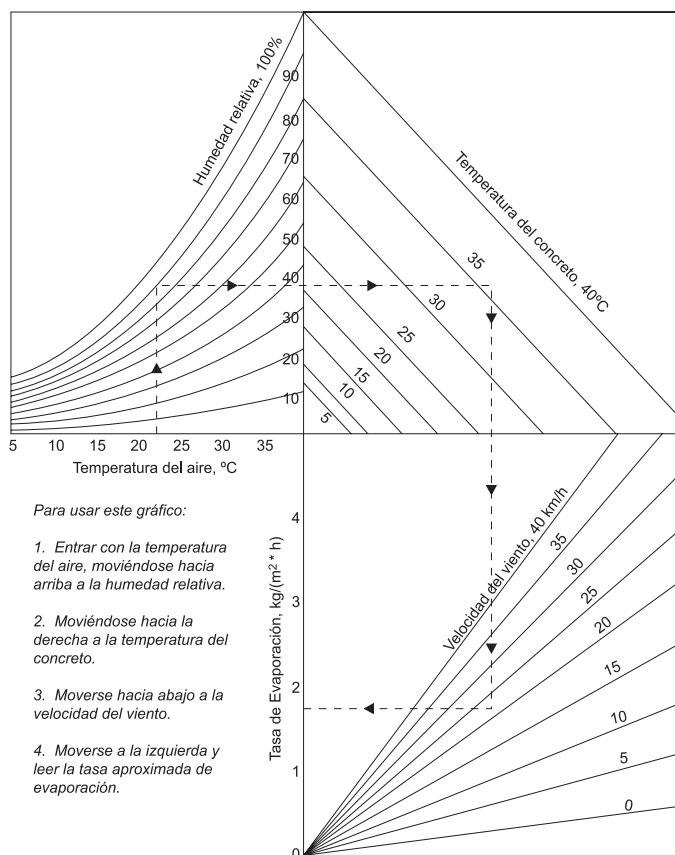
(b) La instalación de rociadores de agua o presión contra el viento en el lugar de los trabajos, para aumentar la humedad relativa en toda el área de colocación. El agua utilizada en los rociadores de presión se ajustará a los requisitos de la Subsección 501.02.

(c) La reducción de la temperatura del concreto, de acuerdo con lo dispuesto anteriormente en a), b), c) y d).

El Contratista protegerá el concreto de los efectos perjudiciales de la lluvia, en todo momento, durante su colocación e inmediatamente después de su acabado.

Figura 501-1

**Razón de evaporación de humedad superficial**



Humedad relativa= 90 %;  
temperatura del concreto= 36 °C;  
velocidad del viento= 22,5 km/h.

El resultado es una razón de evaporación de 1,75 kilogramos por metro cuadrado por hora.

Nota: El ejemplo mostrado en el ábaco se trabaja con los siguientes datos: temperatura del aire 22,5 °C

#### **501.07 Tramo de Prueba y Ajuste de la Fórmula de Trabajo**

Antes de iniciar las labores de colocación del concreto, se realizará un tramo de prueba dentro o fuera de la calzada. La longitud de este tramo no será menor de cuarenta metros, y será construido preferentemente fuera de la calzada por pavimentar, según sea ordenado por el ingeniero. El tramo de prueba servirá para verificar que los medios de transporte y colocado del concreto son satisfactorios; que los medios de vibración propuestos son capaces de compactar el concreto en todo el espesor del pavimento; que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado; que las juntas se realizan correctamente, y que se cumplen las especificaciones establecidas para la regularidad superficial.

En caso de que los resultados de este tramo de prueba no sean satisfactorios, se deberán construir los tramos de prueba necesarios hasta obtener resultados satisfactorios, introduciendo variaciones en los equipos, métodos de ejecución, incluso ajustes en la dosificación del concreto, hasta obtener un pavimento que reúna las condiciones exigidas en las especificaciones.

Del concreto colocado en el paño de prueba que se considere satisfactorio, se tomarán muestras cuyos resultados se analizará estadísticamente, de tal forma que permitan ajustar el diseño de la mezcla que se aplicará en la producción y colocación del concreto del pavimento. El tramo o los tramos de prueba que no sean aceptables correrán por cuenta del Contratista, sin ningún costo para la Administración.

#### **501.08 Colocación del Concreto**

El concreto deberá colocarse sobre una superficie preparada con anterioridad, de acuerdo con los planos y las especificaciones especiales, y aprobada por el ingeniero. Esta superficie deberá ser previamente humedecida, para evitar la pérdida por absorción del agua de mezclado.

El mezclado y entrega del concreto se realizará de conformidad con los requisitos establecidos en la Sección 601; y deberá ser extendido, enrasado y compactado con equipo diseñado para distribuir y compactar el concreto en forma uniforme, de manera que el pavimento quede acabado con un mínimo de trabajo manual, en los anchos, espesores, pendientes transversales y longitudinales indicados en los planos. El número y capacidad de estos equipos estarán en concordancia con la producción de concreto. Cada vez que deba detenerse la colocación durante más de 30 minutos, deberá realizarse una junta de construcción, que coincida con una junta de contracción, según lo dispuesto en la Subsección 501.11.

La pavimentación deberá avanzar en forma continua, para lo cual todas las operaciones de mezclado, transporte, colocación, extendido y compactación del concreto deberán coordinarse de manera que permitan un avance uniforme, y se reduzcan al mínimo las paradas.

Cuando se construya una ampliación o pista adyacente a un pavimento existente, la pavimentación deberá efectuarse de manera que se reduzca al mínimo la reproducción de irregularidades del pavimento existente en el nuevo. La parte del equipo pavimentador que sea soportado por el pavimento existente, deberá estar provisto de protecciones o ruedas neumáticas, según corresponda, a una distancia suficiente del borde, para evitar quebraduras o grietas en esa área. Las deformaciones del pavimento existente que se reflejen en más de 8mm en el nuevo, deberán corregirse en este último. Cuando se pavimente una pista adyacente a otra recientemente construida, el borde de esta última deberá haber alcanzado una resistencia igual o mayor al ochenta por ciento (80 %) de la resistencia a la flexotracción de acuerdo con AASHTO T-97, o a la resistencia a la compresión de acuerdo con AASHTO T-22, especificadas en cada caso.

En la pavimentación de espacios reducidos, se podrán utilizar equipos más pequeños y se complementará con un trabajo manual. La compactación podrá realizarse con vibradores de inserción manual, siempre que ello se realice durante los primeros 15 minutos después de vaciado el concreto. En todo caso, se deberán seguir procedimientos que garanticen concretos uniformes, que se ajusten al perfil transversal del proyecto, de acuerdo a las Subsecciones 501.13 y 501.14.



(a) Pavimentación con equipo sobre moldes fijos: los moldes (guías laterales) deberán ser fabricados con planchas de acero de un espesor mínimo de 6 mm y de 3 m de longitud, como mínimo. Serán de una sola pieza y tendrán una altura igual a la del espesor del pavimento. El ancho de la base de los moldes no será inferior al 80 por ciento de la altura.

Los moldes estarán conectados entre sí y en contacto con la superficie de apoyo en toda su longitud y ancho, mediante un mínimo de tres estacas de acero por sección de 3 m de molde.

Las cotas, pendientes y alineaciones del moldaje deberán ser recibidas y aprobadas por el ingeniero inmediatamente antes de colocar el concreto. Se aceptará una tolerancia de hasta +5mm respecto a las cotas establecidas en los planos, y no se aceptarán cotas inferiores a los niveles de planos.

El concreto será debidamente compactado a todo lo ancho del pavimento, mediante vibradores de superficie, si el espesor de la losa es menor de veinte centímetros (20 cm), y con vibradores de inserción u otros procedimientos que produzcan resultados equivalentes, sin provocar segregación ni exudación de la mezcla, cuando el espesor sea mayor de veinte centímetros (20 cm). Cuando el equipo esté dotado solamente de vibradores de superficie, se exigirá además el uso de vibradores de inserción en ambos costados del pavimento.

Los vibradores tendrán una frecuencia de vibración igual o mayor a 3 500 ciclos por minuto si son de superficie, y 5 000 ciclos por minuto si son de inserción. El radio de acción de los vibradores no deberá ser inferior a 0,30 m. El Contratista deberá certificar, por solicitud del ingeniero, las características de los vibradores que se utilizarán. En todos los casos, los vibradores deberán contar con la aprobación previa del ingeniero antes de su utilización.

Los vibradores no deberán entrar en contacto con los moldes ni mantenerse vibrando más allá del tiempo estrictamente necesario, y estarán provistos de un interruptor que permita cesar la vibración cuando el equipo pavimentador se detenga.

No se permitirá el uso de vibradores utilizados manualmente para extender la masa de concreto depositada frente a la pavimentadora.

Los métodos de extendido y compactación del concreto que resulten con deficiencias, tales como segregación o formación de hormigueros, serán corregidos por el Contratista a satisfacción del ingeniero.

Los moldes permanecerán en su lugar un mínimo de 24 horas, contadas a partir de la colocación del concreto y siempre que la remoción de estos no dañe el borde del pavimento.

(b) Pavimentación con equipos de moldes deslizantes: las pavimentadoras de moldes deslizantes estarán provistas de moldes con las dimensiones, formas y características adecuadas al espesor del pavimento por construir. Estos equipos deberán extender, enrasar y compactar el concreto de manera que se requiera un mínimo de trabajo manual. La guía de estos equipos deberá garantizar que no existan desviaciones superiores a 30mm respecto del eje del camino en el sentido horizontal. En todo caso, el ancho final del pavimento deberá ser el mínimo establecido en los planos.

El concreto será debidamente compactado en todo su ancho, con vibradores de inserción aprobados, los que podrán estar montados con sus ejes paralelos o normales al eje del camino. Cuando estén montados con sus ejes paralelos al eje del camino, su espaciamiento no deberá ser superior a 0,75 m entre ejes. Los vibradores montados con sus ejes normales al eje del pavimento, deberán espaciarse de modo que la distancia entre unidades no sea superior a 0,15 m.

Durante el extendido y la compactación del concreto, las unidades vibratoras deberán operar dentro del concreto fresco y en una posición tal que garantice la adecuada vibración de toda la masa de concreto sin generar ninguna segregación. La parte inferior de los elementos vibradores no deberá quedar a más de 0,15 m sobre la superficie subyacente.

Cuando sea necesario detener la pavimentadora, los vibradores deberán detenerse de inmediato mediante un interruptor automático.

### **501.09 Acabado de la Superficie**

(a) Acabado a máquina: inmediatamente después del extendido y compactado del concreto, el pavimento será acabado con un equipo apropiado, de preferencia del tipo autopropulsado, el que deberá dejar la superficie pareja y uniforme con un mínimo de pasadas. El equipo de acabado dispondrá de uno o más tubos metálicos flotantes o similares, los cuales se podrán girar a la posición deseada con respecto al eje del camino.

El acabado final de la superficie consistirá en lograr una microtextura longitudinal áspera al pasar por ella una manta de yute, y una macrotextura suavemente estriada transversalmente, que tenga una profundidad entre 3 y 6 milímetros, espaciadas no más de 19 mm. La superficie deberá quedar exenta de áreas ásperas, porosas, irregulares y sin depresiones, y con un acabado parejo y uniforme que se ajuste a los requisitos en cuanto a irregularidades, regularidades y textura, indicados en las Subsecciones 501.13, 501.14 y 501.15.

(b) Acabado a mano: los métodos de acabado a mano podrán emplearse cuando estén expresamente autorizados por el ingeniero o cuando se produzca una falla en los equipos de acabado mecánico, pero solo hasta completar el trabajo de acabado sobre el concreto ya extendido.

El acabado deberá ejecutarse mientras el concreto se encuentre en estado fresco. Las superficies acabadas con el método manual, deberán tener el mismo acabado final indicado en el inciso a) anterior, hasta obtener una textura estriada transversal al eje del camino.

### **501.10 Curado.**

El curado deberá hacerse inmediatamente después del acabado final, cuando el concreto empiece a perder su brillo superficial. Esta operación se efectuará 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. Su aplicación debe realizarse con irrigadores mecánicos a presión o por medio de aspersores manuales que garanticen la perfecta aplicación de la membrana en todas las caras expuestas de la losa vertical u horizontal.

El espesor de la membrana podrá reducirse si de acuerdo con las características del producto que se use se puede garantizar su integridad, cubrimiento de la losa y duración de acuerdo con las especificaciones del fabricante de la membrana de curado, sin embargo esta reducción no podrá ser de más de un 15 %.

En el caso de que durante la época de pavimentación se presenten vientos fuertes rasantes, combinados o no con temperaturas ambiente elevadas, se deberá proveer una doble capa de membrana de curado, aplicándose la primera capa inmediatamente después del flotado del concreto y la segunda posterior al texturizado transversal.

Durante el tiempo de endurecimiento del concreto, deberá protegerse la superficie de las losas contra acciones accidentales de origen climático, de herramientas o del paso del equipo o seres vivos. El contratista será responsable único del costo y trabajos correspondientes para la reparación de desperfectos causados en la losa de concreto o por cualquiera de las causas arriba mencionadas. El procedimiento para la reparación deberá ser previamente autorizado por el Contratante. Los trabajos de reparación quedarán cubiertos por la misma garantía que aplica a los trabajos de pavimentación.

(a) Curado con productos químicos que forman película impermeable. Cuando el curado se realice con productos de este tipo, ellos se deberán aplicar inmediatamente después de que hayan concluido las labores de colocación y acabado del concreto y el agua libre de la superficie haya desaparecido completamente. Sin embargo, bajo condiciones ambientales adversas de baja humedad relativa, altas temperaturas, fuertes viento o 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 aspersión como un rocío fino, de forma continua y uniforme. 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.

Cuando las juntas se realicen por aserrado, se aplicará el producto de curado sobre las paredes de ellas. 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.

No se permitirá la utilización de productos que formen películas cuyo color sea negro.

(b) Curado por humedad. Cuando se opte por este sistema de curado, la superficie del pavimento se cubrirá con telas de yute, 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 o decoloren el concreto.

#### **501.11 Juntas.**

El tipo, las dimensiones y las ubicaciones de las juntas serán las indicadas en los planos o en las especificaciones especiales. Después de curado el concreto, y a criterio del Contratista, se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales, con discos abrasivos de diamante aprobados por el ingeniero. El corte deberá comenzar por las juntas transversales de contracción, y después continuar con las longitudinales. Deberá realizarse en el punto medio de la junta, con una tolerancia máxima de un cinco por ciento (5 %) de la longitud de la barra, cuando existan,  $0 \pm 5$  cm cuando no existan. Las juntas se protegerán contra la intrusión de material extraño perjudicial, hasta el momento de su sellado.

Tipos de juntas:

a) Juntas longitudinales: Son las juntas que se construyen entre anchos de carriles, paralelas al eje de la vía, las cuales consistirán en una ranura del ancho y la profundidad indicados en los planos. En todas las juntas longitudinales, deberán colocarse barras de acero de trabazón deformadas, en el sentido perpendicular a las juntas, con la longitud, diámetro y espaciamiento especificados en los planos. La colocación de las barras se efectuará por medio de equipo aprobado, o se fijarán rígidamente por medio de canastas de asiento u otros soportes aprobados, para evitar su desplazamiento. Las barras de trabazón no serán pintadas ni recubiertas con asfalto u otro material, ni insertadas en tubos. Cuando se construyan separadamente vías adyacentes de pavimento, y cuando así se indique en los planos, se emplearán máquinas de pavimentación de molde corredizo, o formaletas laterales de acero que formarán opcionalmente una ranura a lo largo de la junta de construcción. Las barras pasadoras podrán ser dobladas, en ángulo recto, contra la formaleta de la primera vía construida, y deberán enderezarse hasta su posición final antes de colocar el concreto de la vía adyacente, o podrán emplearse conectores de dos piezas; si se empleara una máquina de pavimentación de molde corredizo, las barras pasadoras podrán insertarse hidráulicamente.

Las juntas longitudinales se realizarán o moldearán mediante un dispositivo operado mecánica o manualmente, hasta alcanzar las dimensiones y el trazado indicados en los planos, mientras el concreto se encuentre en un estado plástico. La abertura se rellenará con una banda premoldeada o con material vertido, según sea especificado.

La junta será continua, cualquiera que sea el modo en que se construya.

Las juntas longitudinales aserradas se cortarán mediante sierras para concreto, hasta alcanzar la profundidad, el ancho y el trazado indicados en los planos. Se emplearán guías o dispositivos adecuados para asegurar que el corte de la junta longitudinal se realice de conformidad con el trazado indicado en los planos, y deberá efectuarse inmediatamente después de haberse realizado las juntas transversales. La zona cortada con sierra se limpiará bien y se secará totalmente con aire comprimido, antes de la colocación del material de sellado.

Las juntas longitudinales permanentes, del tipo insertadas, se formarán colocando una franja continua de un material plástico que no reaccione con el del concreto. La franja de inserción tendrá un ancho suficiente para formar un plano de falla hasta la profundidad exigida en los planos.

b) Juntas transversales de contracción: las juntas transversales de contracción consistirán en secciones debilitadas creadas al formar o al hacer cortes en la superficie del pavimento. Cuando lo indiquen los planos, deberán incluir barras (dovelas) para la transferencia de la carga.

i) Juntas transversales de contracción de bandas: estas juntas deberán construirse instalando una banda separadora, que se dejará en el lugar en la forma indicada en los planos.

ii) Juntas de contracción moldeadas: estas juntas se realizarán insertando, en el concreto plástico, un dispositivo, que deberá permanecer en su lugar por lo menos hasta que el concreto haya alcanzado su fraguado inicial, y luego se sacará sin perjudicar el concreto adyacente, a menos que el dispositivo esté diseñado para permanecer en la junta y formar parte de ella.

iii) Juntas de contracción aserradas: estas juntas deberán efectuarse aserrando ranuras en la superficie del pavimento, con el ancho, la profundidad, el espaciamiento y la alineación mostrados en los planos, utilizando una sierra apropiada para el aserrío del concreto. Podrán utilizarse sierras convencionales o sierras para corte en verde (Soft Cut).

Después de aserrar cada junta, esta deberá limpiarse cuidadosamente, al igual que las superficies adyacentes.

El aserrado de dichas juntas deberá comenzarse tan pronto como el concreto haya endurecido lo suficiente para permitir el aserrado sin desmoronamiento en el borde, lo cual usualmente requiere de 4 a 24 horas, para sierras convencionales, o de 1 a 3 horas, para el aserrado en verde. Todas las juntas deberán aserrarse antes de que ocurra un agrietamiento incontrolado debido a la contracción. En caso necesario, las operaciones de aserrado deberán efectuarse tanto durante el día como por la noche, sin tener en cuenta las condiciones de clima. No deberá realizarse el aserrío de ninguna junta, si apareciera una grieta en el sitio de la junta o cerca de él. También, se suspenderá el corte con sierra cuando se produzca una grieta delante de la sierra.

Cuando existan condiciones extremas que hagan inevitable el agrietamiento errático mediante el aserrado anticipado, deberá construirse una junta simulada moldeada según lo establecido en el punto ii anterior.

En general, todas las juntas deberán aserrarse en orden de sucesión.

El momento en que deberá procederse con el aserrado será de exclusiva responsabilidad del Contratista, quien deberá estudiar y programar la secuencia del aserrado de manera que se evite la formación de grietas incontroladas de retracción de fraguado debido a aserrado tardío, y prevenir cualquier daño que la sierra pudiera ocasionar al concreto en las zonas de corte por aserrado prematuro.

En estos casos, todos los defectos que se detecten, tales como agrietamientos, desconche de juntas, desgaste prematuro de la superficie u otros, deberán ser reparados por cuenta del Contratista. En todo caso, la metodología de reparación deberá ser aprobada por el ingeniero antes de proceder con la reparación.

c) Juntas transversales de construcción: las juntas transversales de construcción serán construidas cuando hubiese una interrupción de más de 30 minutos en las operaciones del colocado del concreto. Ninguna junta transversal deberá construirse dentro de los tres metros de distancia de una junta de expansión o junta de contracción. Si no hubiese suficiente concreto mezclado para formar una losa que tenga por lo menos tres metros de longitud, al ocurrir la interrupción, deberá retirarse el concreto colocado atrás, hasta la última junta precedente.

d) Dispositivo para transferencia de cargas: salvo que las dovelas o barras para transferencia de cargas se introduzcan por vibración en el pavimento mediante máquinas adecuadas para ello, estos pasadores deberán colocarse con anterioridad al vertido del concreto, sobre canastas de varillas metálicas, suficientemente sólidas y con uniones soldadas que se fijarán a la base de una manera sólida, mediante anclajes u otros dispositivos de fijación.

Las dovelas se colocarán paralelas 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 esa posición a la hora de completar la junta.

Para evitar que el concreto se adhiera, la mitad de cada dovela deberá estar recubierta con una capa de algún elemento o sustancia lubricante, que impida la adherencia entre el acero y el concreto.

Deberá colocarse un manguito, camisa, tubo de expansión o capuchón en el extremo pintado de cada dovela utilizada en las juntas de contracción. Estos manguitos o camisas deberán meterse ajustadamente en la barra, y el extremo cerrado deberá ser impermeable.

e) Juntas transversales de expansión: el relleno de expansión será continuo, de borde a borde, conformado desde la subrasante hasta la ranura. El relleno premoldeado se proporcionará en longitudes equivalentes al ancho del pavimento, o equivalente al ancho de una de las vías. No se empleará relleno dañado o reparado, a menos que el ingeniero lo apruebe.

El relleno de expansión se mantendrá en posición vertical. Se empleará una barra de instalación aprobada u otro dispositivo, para asegurar que el relleno de expansión premoldeado tenga la fijación y alineación adecuadas durante la colocación y la terminación del concreto. Las juntas terminadas no podrán desviarse en más de ¼ de pulgada (0,64cm) en la alineación horizontal de una línea recta. Si los rellenos de las juntas se armaran por secciones, no deben de haber desplazamientos radiales entre las unidades adyacentes. No se admitirán tapones o rebabas de concreto en ninguna zona dentro del espacio de expansión.

#### **501.12 Sellado de Juntas.**

Previo al sellado, todas las juntas transversales de contracción y construcción, aserradas o formadas mediante dispositivos inductores de grietas, con dispositivos de traspaso de carga o sin ellos, deberán aserrarse de manera que formen, en su parte superior, una caja del ancho y profundidad establecidos en los planos, según el tipo de sellante y material de respaldo por emplear. Asimismo, para las juntas longitudinales de construcción y contracción, las dimensiones de la caja deberán ser las indicadas en los planos, dependiendo la última del tipo de sellante y respaldo que se empleen. Una vez formada la caja, se eliminarán completamente los desechos en toda la longitud y profundidad de la junta y de la caja, para luego proceder a barrer con una escobilla de acero y terminar con un soplado con aire comprimido; se deberá constatar que el aire que expulsa está completamente libre de aceite.

En el fondo de la caja, se deberá colocar un cordón o lámina de respaldo, de características adecuadas para quedar perfectamente ajustado dentro de la caja, y construido de un material que no se adhiera con el sello por emplear. El cordón de respaldo deberá ser ligeramente más ancho que la caja por sellar, y deberá quedar perfectamente alineado a la profundidad establecida, sin pliegues o curvaturas.

Las operaciones de mezclado o preparación de las mezclas de sellado deberán efectuarse con equipos mecánicos adecuados, que aseguren productos homogéneos y de características constantes.

La mezcla y la homogeneización de productos líquidos deberán efectuarse con equipos mecánicos de agitación. Los calentadores deberán contar con dispositivos que permitan controlar la temperatura.

El sellado deberá realizarse con equipos adecuados para asegurar un vaciado continuo y uniforme que no deje espacios intermedios sin rellenar.

La profundidad del material sellante, para todas las juntas longitudinales y transversales, deberá ser, como mínimo, igual al ancho de la caja. La operación deberá ser limpia, y se rellenarán exclusivamente las áreas requeridas, entre 4 a 5 mm por debajo de la superficie del pavimento. Todo material de sellado que manche zonas del pavimento fuera de la junta, deberá retirarse completamente.

Solo se deberá sellar cuando la temperatura ambiente sea superior a 10 °C e inferior a 30 °C. Las juntas deberán encontrarse perfectamente secas antes de iniciar el trabajo de sellado.

Las empaquetaduras elastoméricas premoldeadas para el sellado de juntas tendrán las dimensiones de

las secciones indicadas en los planos. Los sellos se aplicarán mediante herramientas adecuadas, sin estiramientos, y estarán asegurados en la caja de la junta con un adhesivo lubricante aprobado, que recubrirá ambos lados de las juntas de concreto. Los sellos se instalarán en estado comprimido y, en el momento de la colocación, se encontrarán aproximadamente 6mm debajo del nivel de la superficie del pavimento.

#### **501.13 Comprobación de la Superficie.**

Tan pronto como el concreto se haya endurecido, deberá revisarse la superficie del pavimento con un escantillón de tres metros u otro dispositivo especificado. Las zonas que muestren puntos más altos de 5mm, pero que no excedan 13mm en tres metros, deberán ser señaladas e inmediatamente corregidas con una herramienta esmeriladora aprobada, hasta que tales zonas no muestren diferencias en la superficie mayores de 5mm, al ser verificada con la regla de tres metros. Cuando la diferencia con el perfil correcto sea mayor de 13mm, el pavimento deberá removerse y reponerse por cuenta del Contratista.

Cuando se ordene remover y reponer una sección afectada, esta no deberá ser menor de tres metros de largo ni menor de todo el ancho del carril afectado. Cuando se ordene remover y reponer una sección de pavimento, cualquier parte de losa entre la sección removida y la junta más cercana, que mida menos de tres metros, deberá también removerse y reponerse.

#### **501.14 Control de regularidad (IRI) en pavimentos de losas de hormigón hidráulico**

El cálculo del IRI lo hará el Contratista como parte de su control de calidad, con equipos que deberán ser los clasificados como clase 1 según criterio del Banco Mundial.

Los resultados de las mediciones de autocontrol deben ser remitidos de forma oficial al Ingeniero de Proyecto en un plazo máximo de 30 días, contados desde el término de las labores de pavimentación de la superficie de rodadura, o de un sector que pueda ser auscultado por el autocontrol. El Ingeniero de Proyecto deberá ordenar una verificación de las mediciones realizadas por el control de calidad del contratista por un ente independiente y técnicamente calificado, en una porción de la superficie estadísticamente representativa de la sección intervenida.

Una vez que la verificación demuestre concordancia estadística con las mediciones de control de calidad del contratista, se podrán usar los datos de IRI del autocontrol para hacer una preevaluación con medias fijas, tomando los valores de diez tramos consecutivos de 100 m. Si no es posible disponer de diez valores consecutivos para la evaluación de las medias fijas y se cuente sólo con menos valores, se considerará como representativo del tramo el valor medio de ellos, el cual se comparará con el valor límite exigido para los promedios, debiendo también cumplir cada uno de los valores con las exigencias para valores individuales.

En el caso que se disponga de un solo valor, éste no tendrá más exigencia que el valor límite individual considerado en la especificación.

Se entenderá que la superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable, si todos los promedios consecutivos de diez valores de IRI tienen un valor igual o inferior al indicado en la siguiente tabla y ninguno de los valores individuales supera 3,0 m / km.

Porcentaje de m/km	Rodadura e Intemedias	
	Tipo de vía	
	Autopistas y Vías concesionadas	Resto de Vías
50	<1.5	<1.5
80	<1.8	<2.0
100	<2.0	<2.5

Las irregularidades que excedan las tolerancias especificadas, así como las zonas que retengan agua sobre la superficie, deberán ser corregidas según las instrucciones del Ingeniero de Proyecto.

El IRI medio en el caso de las autopistas y vías concesionadas será como máximo de 1.69, del resto de vías 1.85 y el de otras capas bituminosas 2.35.

Si se asume una distribución normal para la serie de valores de IRI, los percentiles que se muestran anteriormente permiten definir un valor promedio de 1,85 m/km y una desviación ( $\sigma$ ) de 0,39 m/km, que será la máxima aceptable.

ESPECIFICACIÓN	IRI Medio (m/km)	$\sigma$ (m/km)
		1.85

En caso de incumplimiento de la exigencia de los valores individuales, el Ingeniero de proyecto ordenará al Contratista efectuar las reparaciones necesarias para llegar a un valor de IRI menor al límite máximo establecido para un valor individual. Los tramos que estén en esta condición y que no se reparen, también se deberán considerar para determinar el promedio de los diez tramos consecutivos. El Ingeniero de Proyecto estará facultado para autorizar o rechazar estas operaciones, las cuales deben considerar tramos completos de 100 metros.

Si hay deficiencias en las medias fijas, el Contratista podrá solicitar al Ingeniero de Proyecto autorización para corregirlas, quien estará facultado para autorizar o rechazar estas reparaciones, las cuales deben considerar el o los tramos completos de 100 metros. Una vez finalizadas las actividades anteriores, en caso de que las haya, el autocontrol y la verificación deberán realizar una nueva medición en los sectores reparados.

En el momento en que se dé la finalización oficial de la obra el Ingeniero de Proyecto ordenará la medición final de la regularidad en la totalidad de la obra como procedimiento de aceptación definitiva.

Con las mediciones de verificación final, se realizará la evaluación definitiva y oficial del IRI mediante medias fijas, considerando el promedio de diez tramos consecutivos en sectores homogéneos de pavimento. Se entenderá por sector homogéneo la superficie de rodadura que presenta un mismo tipo de pavimento. La superficie del pavimento tiene una regularidad aceptable si cumple con los criterios establecidos en la tabla 1-501.14 mostrada en esta sección.

No habrá exigencia de cumplir con el Control de Regularidad IRI en las bermas ni en otras singularidades, entendiéndose como tales todas aquellas alteraciones del perfil longitudinal del camino que no provengan de fallas constructivas y que incrementen el valor del IRI en el tramo en que se encuentren. Se considerarán como singularidades los cuellos de empalme, accesos, puentes, badenes, cámaras u otros, autorizadas por el Ingeniero de Proyecto.

Para efectos de la evaluación, las singularidades que se pudieran presentar afectarán el tramo completo de 100 metros en la pista en que se encuentran ubicadas, el cual no se incluirá en la evaluación. Los tramos de 100 metros que no se consideren en la evaluación por efecto de singularidades, no dividirán el sector homogéneo en que se encuentran.

#### **501.15 Protección del Pavimento**

El Contratista deberá proteger el pavimento contra el tránsito público y el de sus propios vehículos. Esta protección deberá incluir personal de vigilancia que dirija el tránsito, y la erección y mantenimiento de señales de advertencia, luces de aviso, etc. Los planos o las disposiciones especiales indicarán la ubicación y tipo de instalación o dispositivos necesarios para proteger la construcción y proveer adecuadas facilidades al tránsito.

#### **501.16 Apertura al Tránsito.**

El Ingeniero de Proyecto decidirá cuándo puede abrirse el pavimento al tránsito. El pavimento no debe ser abierto al tránsito hasta que la resistencia del concreto a la compresión o la flexotracción haya alcanzado por

lo menos un ochenta por ciento (80 %) de la resistencia especificada. Si no se llevaran a cabo esos ensayos, el pavimento no deberá abrirse al tránsito hasta 14 días después de colocar el concreto. Antes de la apertura al tránsito, el pavimento deberá de limpiarse en forma satisfactoria y haberse terminado de sellar las juntas.

**501.17 Ensayo de Aceptación.**

Los ensayos de aceptación se realizarán según lo previsto en la Tabla 501-5 "Muestreo y ensayos".

**501.18 Medición.**

La cantidad que se pagará bajo este renglón será la cantidad de metros cuadrados de pavimento de concreto colocado y aceptado en la obra terminada. El ancho objeto de medición será el ancho del pavimento mostrado en la sección transversal típica de los planos, y los ensanchamientos adicionales ordenados por el Ingeniero de Proyecto. La longitud se medirá horizontalmente a lo largo de la línea centro. La medida del acero de refuerzo colocado en la losa, en los lugares mostrados en los planos u ordenados por el Ingeniero, será medida de acuerdo con lo dispuesto en la Subsección 554.11. Cualquier otro acero que se requiera para el trabajo de esta Sección no se medirá para pago separado.

**501.19 Pago**

Las cantidades de concreto determinadas de acuerdo con la Subsección 501.18 anterior, se pagarán al precio unitario de contrato, por metro cuadrado, cuyo precio y pago será la compensación total por el suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo las dovelas y material para las juntas, así como aditivos químicos y, si lo indica el Cartel, el refuerzo secundario con fibras.

No se efectuará ningún pago adicional por aquellas secciones de pavimento que tengan un espesor promedio mayor del señalado en los planos.

Las varillas de refuerzo se pagarán de conformidad con la Sección 554.

Cuando por orden del Ingeniero fuese empleado cemento de fragua rápida y alta resistencia, se realizará un pago adicional por metro cuadrado, para el área de pavimento en que ese cemento fue empleado. Este sobrepago se realizará de acuerdo con el precio cotizado por el renglón CR.501.04.

El pago se hará según:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.501.01</b> Pavimento de concreto hidráulico con refuerzo	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.501.02</b> Pavimento de concreto hidráulico con refuerzo	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.501.03</b> Pavimento de concreto hidráulico con refuerzo secundario de fibras tipo _____	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.501.04</b> Pavimento de concreto hidráulico de alta resistencia (pago adicional)	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )



Tabla 501-5

**Pavimento de Concreto de Cemento Portland, Muestreo y Ensayos**

Material	Propiedad o Caract.	Categoría	Métodos de ensayo	Frecuencia mínima	Punto de muestreo
<b>Concreto de Cemento Portland</b>	Revenimiento	---	AASHTO T-119	1 por descarga	En sitio de descarga
	Contenido de aire	---	AASHTO T-152 ó T-196	1 por día	En sitio de descarga
	Peso unitario	---	AASHTO T-121	1 por día	En sitio de descarga
	Temperatura	---	Termómetro	1 por descarga	En sitio de descarga
	Confección de especímenes	---	AASHTO T-23	1 muestra (4 especímenes)	En sitio de descarga
	Resistencia a la compresión <sup>(2)</sup>	II	AASHTO T-22	por cada 2.000 m <sup>2</sup> , pero no menos de 1	
	Resistencia a la flexotracción <sup>(2)</sup>	II	AASHTO T-97	por día <sup>(1)</sup>	
<b>Pavimento de concreto</b>	Espesor de pavimento <sup>(3)</sup>	II	AASHTO T-24	1 núcleo cada 2.000 m <sup>2</sup>	En sitio después del período de cura

Notas:

(1) Se confeccionarán 4 especímenes para ensayos a la compresión y 4 para la flexotracción.

(2) Tanto la resistencia a la compresión como a la de flexotracción, será determinada por el promedio de la resistencia de dos especímenes fallados a los 28 días.

(3) La evaluación estadística no aplica si el pavimento se paga por metro cúbico.

**Sección 502.) REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO****502.01 Descripción**

Este trabajo consiste en la rehabilitación de pavimentos de concreto de cemento hidráulico. El trabajo incluye la reparación (bacheo) a profundidad parcial o total, la remoción del pavimento, el levantamiento y nivelación de las losas y la ejecución de sellos de los vacíos de la losa con la capa subyacente, el fresado o cepillado de la superficie, la reparación de grietas y juntas, y el fracturado y aplanado de las losas antes de la colocación de una sobrecapa en el pavimento existente, todo de acuerdo con estas Especificaciones y de conformidad razonable con el trazado, rasantes, espesores y secciones transversales típicas indicadas en los planos.

**502.02 Materiales**

Los materiales deben estar conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Adhesivos de resina epóxica	718.23
Rellenos de juntas y sellantes	712
Lechada de polímeros, mortero y concreto	725.22
Pavimento de concreto de cemento hidráulico	501
Agua	501.02.e)
Acero	

## Requerimientos para la Construcción

### 502.03 Composición de la Mezcla

La mezcla de concreto debe diseñarse de acuerdo con la Sección 501. Debe utilizarse cemento que sea similar en color al usado en el pavimento existente. Deben proveerse agregados que sean similares en graduación, color y dureza a aquellos empleados en el pavimento existente.

### 502.04 Equipo

Debe proveerse equipo conforme a la Sección 501 y lo siguiente:

(a) Remoción de pavimento de cemento hidráulico. Debe suministrarse equipo de remoción que no fracture el concreto por debajo de la profundidad de bacheo necesaria.

(b) Fresado. Deben proveerse fresadoras que controlen y mantengan la profundidad y ancho de corte requeridos, sin dañar el concreto adyacente o el material de junta remanente.

(c) Limpieza con chorro de arena (sandblasting). Debe suministrarse un equipo de limpieza con chorro de arena (sandblasting) que remueva cualquier residuo de sellante, aceite u otro material extraño en las juntas que puedan impedir la adherencia del nuevo sellante.

(d) Limpieza con chorro de agua. Debe suministrarse un equipo de chorro de agua de alta presión capaz de remover todos los residuos del sellante, aceite u otras materias extrañas en las juntas que puedan perjudicar la adherencia del nuevo sellante.

(e) Compresores de aire. Deben suministrarse compresores con una presión mínima en boquilla de 690 kilopascales y capaz de desalojar escombros sueltos y juntas secas y rotas.

(f) Sellado de juntas y rajaduras. Debe proveerse un equipo de sellado acorde con las recomendaciones del fabricante para el material sellante suministrado.

(g) Inyección de lechadas. Debe suministrarse una planta móvil para inyección de lechadas, que básicamente consista de una bomba de inyección de cemento y un molino de alta velocidad para material coloidal. La máquina de mezclado del material coloidal debe ser operada a la velocidad necesaria para hacer una mezcla homogénea. La bomba de inyección debe tener una capacidad de presión de  $1900 \pm 170$  kilopascales cuando se bombee una lechada mezclada a un tiempo de flujo del cono de 12 segundos y que será bombeada continuamente a un régimen de 6,0 litros por minuto. El sistema puede ser modificado mediante la adición de una manguera recirculante con válvula en el punto de descarga. El suministro de agua debe hacerse a través de un medidor o balanza capaces de determinar el consumo total del día. Deben proveerse mangueras, aditamentos y controles que permitan un sellado positivo durante la inyección de la lechada.

(h) Taladrado. Deben suministrarse taladros para piedra y concreto capaces de perforar huecos rectos de un mínimo de 38 mm a través de la losa, refuerzo de acero y material de base. Los taladros para roca deben pesar no más de 27 kilogramos y ser capaces de taladrar con una presión de menos de 90 kilogramos. Debe proveerse una barrena (auger) para abrir huecos obstruidos y huecos existentes en el pavimento para el izaje de losas.

(i) Ensayo de estabilización de losas. Debe suministrarse equipo de ensayo, incluyendo el siguiente:

Una vagoneta de 2 ejes con doble rueda en el eje trasero. El eje trasero debe tener una carga de 80 kilonewtons, uniformemente distribuida entre las 2 ruedas.

Medidor de carga estática consistente en 4 medidores, o en 2 soportes con 2 medidores cada uno, capaces de detectar los movimientos de la losa bajo carga.

Una viga Benkelman modificada o un dispositivo similar aprobado.

(j) Texturizado o fresado (cepillado) superficial con hojas diamantadas. Debe suministrarse un equipo de tracción propia específicamente diseñado para suavizar y texturizar pavimentos de concreto de cemento hidráulico con hojas diamantadas. El equipo proveído debe ser capaz de hacer lo siguiente:

Cortar o alisar por lo menos en un ancho de 1 metro.

No invadir más allá del área de trabajo cuando haya tránsito en movimiento.

Fresar la superficie sin fracturar las juntas ni partir los agregados superficiales.

(k) Fracturado y asentado de las losas. Debe suministrarse un equipo aprobado para el fracturado de las losas, capaz de producir el patrón deseado de fractura sin desplazar ni desmenuzar el pavimento. No serán permitidos martillos vibratorios neumáticos.

Debe suministrarse una aplanadora de llanta de hule de al menos 32 toneladas métricas para asentar el pavimento fracturado. El equipo de remolque deberá tener llantas neumáticas y deberá mover la aplanadora hacia delante y hacia atrás a lo largo de las líneas predeterminadas.

#### **502.05 Reparación (Bacheo) a Profundidad parcial o total**

Este trabajo consiste en la reparación de fracturas en los bordes de las losas, baches, fracturas de las esquinas, descascamientos u otros desperfectos superficiales en un pavimento de concreto de cemento hidráulico. Se considera profundidad parcial cuando los deterioros tengan una profundidad menor a la mitad del espesor de la losa, o a 100 mm, y profundidad total cuando sean mayores a la mitad del espesor de la losa o a 100 mm.

El parche del pavimento debe elaborarse con una apariencia similar al pavimento existente. A este propósito, deberán prepararse paneles de prueba usando el mismo material propuesto para el trabajo. El trabajo debe iniciarse cuando haya sido aprobado el diseño de la mezcla de concreto así como la apariencia del panel de prueba.

(a) Material para la reparación. Debe usarse un mortero epóxico o un concreto con polímeros como material de reparación para baches menores o iguales a 40 mm de profundidad. Para parches mayores a 40 mm de profundidad, debe utilizarse concreto de cemento hidráulico, concreto de alta resistencia temprana, o concretos con cementos especiales.

(b) Preparación del área a reparar. Los límites de la reparación deben extenderse un mínimo de 100 mm fuera del área en donde el concreto está desastillado. Se debe cortar con sierra el perímetro del área a reparar, paralelamente a la junta existente, a una profundidad mínima de 40 mm, cuando la reparación es a espesor parcial, o a la totalidad del espesor, cuando sean a espesor total, dejando una cara vertical en el borde del parche. Son aceptables los bordes cercanamente verticales que dejan las sierras o las fresadoras. Los sobrecortes de la sierra en las esquinas de las áreas reparadas y las melladuras en el pavimento adyacente fuera del perímetro del área reparada, deben repararse con mortero no corrosivo ni que se contraiga.

Debe fracturarse y extraerse el concreto dentro del área a reparar en una profundidad mínima de 40 mm, hasta exponer el concreto sólido y limpio. Si la profundidad de la reparación excede la mitad del espesor de la losa o los 100 mm, debe removerse y reemplazarse el área a reparar en su profundidad total y en el ancho completo de la losa, de acuerdo con la Sección 501.

Deben limpiarse con el chorro de arena (sandblast) las caras de concreto expuesto para eliminar partículas sueltas, aceite, polvo, trazas de concreto asfáltico y otros contaminantes antes de colar la mezcla. Deben removerse los residuos del chorro de arena (sandblasting) inmediatamente antes de la colocación de la resina adhesiva epóxica.

Deben removerse los espaldones adyacentes al área a reparar longitudinalmente a la profundidad del parche y a un ancho máximo de 300 mm, para facilitar la colocación del encofrado utilizado en el trabajo. Debe repararse y compactarse el espaldón con material de conformidad con lo establecido en estas especificaciones.

(c) Colocación del material de reparación. Debe aplicarse una resina adhesiva epóxica de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. La colocación del concreto en el área a reparar debe retrasarse hasta que el epóxico esté pegajoso. Debe colocarse y consolidarse la mezcla en el parche, de manera que se eliminen eventuales vacíos en la unión del material nuevo con el concreto existente. El acabado del remiendo debe estar conforme con la Sección 501, de manera de igualar el nivel y la textura del pavimento contiguo. La cura debe

realizarse de acuerdo con la Sección 501.

(d) Juntas. Si una reparación a profundidad parcial termina en una junta, debe repararse la junta de manera que esta sección quede similar a la existente, a efecto de que se mantenga trabajando adecuadamente. El ancho de la junta debe ser igual. El sello de la junta debe hacerse de acuerdo con la Subsección 502.06.

#### **502.06 Reparación de Juntas y Grietas**

Este trabajo consiste en la reparación y resello de juntas y grietas en pavimentos de concreto existentes.

(a) Preparación de juntas y grietas. Deben limpiarse y resellarse las juntas longitudinales y transversales según se requiera. Debe removerse el material existente en las juntas y limpiarlas debidamente con una antelación máxima de 24 hrs. antes de realizar el resello. Deben utilizarse procedimientos que no dañen las juntas o las áreas previamente reparadas. El sello debe removerse con una fresadora (router) en una profundidad mínima de 2,5 veces el ancho de la junta, para acomodar la tirilla de respaldo (backer rod) y para proveer la profundidad requerida para la colocación del nuevo sello. Después del fresado, deben limpiarse las superficies adyacentes del pavimento.

Las grietas deben refaccionarse con una sierra de concreto. El sello viejo debe removerse de las caras para exponer concreto nuevo y limpio. Cuando el ancho de las grietas es variable y las caras son irregulares, debe aserrarse a una profundidad de 20 mm. Debe limpiarse a fondo la junta o la grieta de todo material extraño. La limpieza de la junta debe hacerse con un chorro de arena, con un chorro de alta presión de agua o con un cepillo mecánico de alambre. El proceso debe repetirse hasta que quede expuesta una cara del concreto nueva y limpia.

Debe utilizarse una sierra si los otros métodos no limpian apropiadamente la junta. El aserrado debe limitarse a exponer en la junta caras nuevas y limpias del concreto, con un corte mínimo aceptable de 2 mm en cada cara de la junta.

(b) Tirilla de respaldo. Debe instalarse la tirilla de respaldo (backer rod) a la profundidad requerida después de que las juntas y las grietas están limpias y secas. Durante la instalación no debe estirarse o retorcer la tirilla de respaldo. Debe limitarse el largo de la tirilla de respaldo instalada a aquella que puede ser sellada durante el mismo día de trabajo.

(c) Aplicación del sello. Las juntas y las grietas deben sellarse inmediatamente después de colocar la tirilla de respaldo. Aplicar el sellante a las temperaturas en el aire y superficie recomendadas por el fabricante del material. Si la junta o grieta está contaminada o mojada, debe removerse la tirilla de respaldo, limpiarla y secarla y reinstalar una tirilla de respaldo nueva antes de colocar el sellante. Inmediatamente después de la aplicación, el sellante se repuja con la herramienta apropiada para proveer un contacto firme con las caras de la junta y para formar la hendidura requerida por debajo de la superficie de la losa.

#### **502.07 Restablecimiento del nivel y soporte de los Pavimentos**

Este trabajo consiste en levantar y darle soporte al pavimento de concreto hidráulico en donde es requerido, hasta alcanzar las tolerancias y alineamientos especificados, taladrando e inyectando una lechada de cemento hidráulico.

(a) Perforación de orificios. El Contratista debe presentar, para su aprobación, un esquema de ubicación de los orificios para efectuar la inyección de la lechada. Los orificios deben perforarse verticalmente, redondos y no menores a 50 milímetros de diámetro. Debe prevenirse la ruptura de la base del pavimento.

(b) Izaje. Se deben establecer líneas con cuerda, que abarquen los puntos más altos del pavimento, a efecto de controlar los movimientos de la losa. A la manguera de descarga de la planta de lechada debe conectarse una manguera de hule expansivo, con el respectivo empaque que proporcione un sello eficaz en los huecos perforados. No debe permitirse que el punto de descarga de la manguera, o del empaque, se extienda por debajo de la superficie inferior del pavimento de concreto. Cuando se está levantando un pavimento de concreto reforzado, debe permitirse que el bombeo de lechada eleve el pavimento hasta 3 milímetros en relación con la línea de cuerda de la gradiente. Cuando se está izando pavimento con juntas y losas de aproximación a puentes, debe dejarse

que el bombeo eleve el pavimento hasta 6 milímetros de las gradientes transversales y longitudinales. Se permiten presiones continuas de 1,4 megapascuales. Presiones hasta de 2 megapascuales sólo son permitidas por períodos cortos (30 segundos o menos). Si el pavimento está adherido a la subbase, brevemente puede elevarse la presión (10 segundos o menos) a 4,1 megapascuales. Debe detenerse el bombeo si la lechada sale hacia fuera a través de las grietas, juntas, espaldones o por la manguera.

(c) Sobre izaje. El pavimento levantado por encima de las tolerancias de las especificaciones para la gradiente, debe ser rebanado mediante una fresadora. Si el sobreizaje es mayor a 25 mm, debe removerse y sustituirse el pavimento en la porción afectada.

(d) Grietas. En el caso de que irradian grietas nuevas de los orificios hechos para la inyección de la lechada, se presume que han sido causadas por técnicas impropias de inyección. En este caso, el Contratista debe remover y reemplazar la losa o la porción de ella.

(e) Relleno de los orificios. Después de que la lechada ha sido efectuada y los tapones de los orificios removidos, debe eliminarse toda la lechada existente en los orificios, en el espesor total de la losa, y rellenar los mismos con mortero epóxico. Deben repararse los orificios que hayan sido dañados.

#### **502.08 Estabilización y Sellado Inferior de los Pavimentos**

Este trabajo consiste en el bombeo de una lechada de cemento hidráulico a través de orificios taladrados en el pavimento entre los vacíos existentes debajo de las losas para estabilizar y sellar el pavimento de concreto.

(a) Ensayos preliminares. Todos los ensayos deben hacerse en la noche o cuando no haya evidencia de que la losa está bloqueada debido a la expansión térmica. Los ensayos pueden ser autorizados para continuar si las losas no están bloqueadas o bajo compresión. Debe proveerse equipo para los ensayos según está establecido en la Subsección 502.04 (i).

Cada losa elegida debe ensayarse usando un método estático como sigue:

- Coloque un juego de calibradores, con un calibrador de referencia en la esquina de cada losa, a ambos lados de la junta, cerca del borde del pavimento.

- Ponga el calibrador en cero, sin carga en la losa, en cualquiera de los lados de la junta.

- Mueva el camión de ensayo hasta su posición y párelo con el centro del eje de ensayo 300 mm detrás de la junta y la rueda de ensayo de afuera 300 mm del borde del pavimento. Lea el calibrador de atrás.

- Mueva el camión de ensayo a través de la junta, hasta una posición similar 300 mm delante de la junta y párelo. Lea el calibrador de adelante.

- Repita en cada una de las juntas a ensayar. Coloque un sello por debajo de todas las losas con una deflexión de más de 0,8 mm.

(b) Perforación de los orificios. Los orificios deben ser perforados utilizando el patrón requerido. El Ingeniero puede aprobar un patrón para los orificios modificado con base en los ensayos ejecutados en la losa y en las condiciones de campo. El tamaño de los orificios perforados debe ser el adecuado para proveer un sello positivo a las boquillas de la bomba. Para el primer sello, deben perforarse orificios con una profundidad de 75 mm debajo de la losa del concreto.

Debe someterse a revisión y aprobación del Ingeniero el número, profundidad y localización de los orificios para el segundo sello.

(c) Limpieza de los orificios. Después que se perforan los orificios y antes de bombear la lechada, deben limpiarse éstos con aire comprimido para remover los escombros y proporcionar un buen paso a la lechada.

(d) Bombeo de la lechada sellante. La lechada debe bombearse en todos los orificios. La boquilla de la manguera de descarga debe sellarse en el orificio para mantener la presión de la lechada debajo de la losa. No debe permitirse que el extremo de la boquilla se extienda debajo del fondo del concreto. El bombeo en un orificio debe continuarse hasta que la lechada fluya hacia fuera en otros orificios, juntas o grietas, o hasta que la losa empiece a levantarse. Detenga la lechada si hay un levantamiento en la losa o en el espaldón adyacente.

Durante el bombeo de la lechada, deben controlarse minuciosamente los instrumentos de medición del alzamiento para prevenir presiones de bombeo mayores a 700 kilopascales, así como levantamientos de la losa mayores a 1,3 mm, correspondientes al movimiento total acumulado medido en la esquina de afuera de la junta. Los orificios no deben taparse mientras se está inyectando lechada.

Debe evitarse que la losa sufra agrietamientos o fracturas. Las losas dañadas deben removerse y remplazarse.

(e) Sellado permanente de los orificios. Después de que la lechada esté colocada, debe removerse la que esté en todos los orificios, en el espesor total de la losa, y rellenarlos con una lechada que no se contraiga o con un mortero epóxico. Deben repararse los orificios dañados.

(f) Ensayo de estabilidad. Después de que las losas designadas han sido selladas en su base y probadas de acuerdo con el punto (a) anterior y después de que han transcurrido 24 horas, inyecte cualquier losa que continúe mostrando movimiento excesivo. El Ingeniero puede aceptar o dirigir el reemplazo de cualquier losa que continúe mostrando movimiento en exceso al especificado después de haber sido aplicada dos veces la inyección. Se deben remover y reemplazar las losas indicadas.

#### **502.09 Fresado (Cepillado) de la Superficie del Pavimento**

Este trabajo consiste en el fresado del pavimento existente para eliminar defectos en las juntas o grietas, proveer un drenaje lateral adecuado, o mejorar la textura superficial. En el esmerilado de los carriles auxiliares o rampas debe tenerse el cuidado de hacer una transición uniforme desde el borde de la vía principal para suministrar un drenaje positivo y una superficie de rodamiento aceptable. Deben removerse los residuos sólidos de la superficie del pavimento antes de que sea soplado por el tráfico o el viento. No debe permitirse el flujo de residuos a través de los carriles usados por el tránsito público o entre las obras de drenajes.

Debe producirse una textura en la superficie consistente de estrías paralelas de  $3\pm 0.5$  milímetros de ancho. Debe dejarse una distancia entre las estrías de  $2,2\pm 0.5$  milímetros y una diferencia entre los picos de las crestas y la base de las estrías de aproximadamente 2 milímetros.

Deben probarse las superficies del pavimento para regularidad. Deben verificarse las juntas y las grietas al azar con una regla de 3 metros. Los desalineamientos de los planos de la superficie en los lados adyacentes de las juntas y de las grietas, y entre cada una de las pasadas de la fresadora, deben ser menores a 1,6 milímetros.

La inclinación transversal del pavimento no deberá tener depresiones o desalineamientos en la pendiente, mayores a 6 milímetros en la comprobación con el escantillón de 3 metros, probado perpendicularmente a la línea de centro. Las exigencias con el escantillón no aplican en las juntas longitudinales o fuera de las áreas de la superficie de rodamiento.

#### **502.10 Fracturación de un Pavimento de Concreto**

Este trabajo consiste en la fracturación de un pavimento de concreto existente y su firme asentamiento o compactación en el pavimento antes de la colocación de una sobrecapa. Debe utilizarse uno de los métodos siguientes:

(a) Resquebrajado y asiento. Resquebraje el pavimento de concreto existente (grietas finas) en todo su espesor en piezas de un tamaño aproximado 0,5 a 1,0 metros. Asiente las piezas firmemente en la fundación.

(b) Fracturado y asiento. Fracture el pavimento de concreto existente (grietas finas) en todo su espesor en piezas de un tamaño aproximado 0,4 a 0,6 metros.

Rompa el refuerzo o la adherencia del concreto y asiente las piezas firmemente en la fundación.

(c) Encasotado y compactado. Fracture completamente el pavimento existente en piezas de un tamaño aproximado de 0,05 a 0,15 metros. Remueva el acero de refuerzo y la malla de alambre expuestos. Compacte las piezas en una capa.

El Ingeniero designará una sección de prueba. Fracture la sección de prueba usando energía y altura de golpe variables para establecer un patrón de distribución de fisuras satisfactorio y uniforme. Obtenga núcleos del pavimento de 150mm de diámetro en 10 ubicaciones designadas sobre las fracturas para verificar que las mismas abarcan la profundidad total.

Cuando se fractura una sección de prueba, debe suministrarse y aplicarse agua para humedecer el pavimento inmediatamente después de la fracturación para resaltar el patrón de las fisuras para efectos de la evaluación visual. Para efectos de control, esta operación debe realizarse al menos una vez al día, para verificar que se mantiene un patrón de fracturas satisfactorio. Si es aprobado, ajuste la energía y/o la altura del golpe con base en las secciones comprobadas.

El asentamiento consiste en el aplanado del pavimento rígido, con 2 pasadas como mínimo, con una aplanadora de 45 toneladas métricas o de 4 a 7 pasadas con una aplanadora de 32 toneladas métricas, hasta que las piezas de concreto estén firmemente asentadas. La compactación consiste en el aplanado del pavimento rígido, 2 pasadas como mínimo con una aplanadora vibratoria de 9 toneladas métricas. El Ingeniero determinará el máximo número de pasadas de aplanadora en la sección de prueba para asegurar el asentamiento o la compactación sin dañar al pavimento. Deben removerse todas las piezas sueltas de concreto fracturado que no estén firmemente asentadas.

Debe prevenirse la formación de grietas longitudinales continuas. No debe fracturarse el pavimento ubicado dentro de los 3 metros aledaños a cajas o alcantarillas de tubo.

Deben llenarse con agregados graduados las depresiones de 25 milímetros o mayores resultantes de la compactación, debiendo recomactarse el tramo.

Si no es posible fracturar el pavimento al tamaño especificado debido a una subrasante pobre, debe removerse el pavimento y reemplazarlo con agregados acordes con la Sección 301.

Las juntas y las grietas existentes mayores de 1,5 milímetros deben ser limpiadas y selladas de acuerdo con la Subsección 502.06.

La primera capa de concreto asfáltico debe ser colocada dentro de las 48 horas siguientes a la operación de fracturación. Si el pavimento se usa para mantener el tránsito después de la fracturación, pero antes de la colocación de la sobrecapa de concreto asfáltico, debe barrerse y bachear para mantener una superficie de rodamiento segura.

#### **502.11 Apertura al Tránsito**

No debe permitirse el tránsito sobre el pavimento bacheado hasta que el concreto de cemento hidráulico tenga una resistencia a la compresión de 25 megapascales cuando es ensayado de acuerdo con AASHTO T 22 o hasta que la lechada usada para las inyecciones o el sellado debajo del pavimento alcance los 4,2 megapascales cuando es ensayada en una prueba de 160 milímetros cuadrados, de acuerdo con AASHTO T 197.

No debe permitirse el tránsito sobre juntas selladas cuando el sellante es aún pegajoso y los desperdicios que deja el tránsito se embeben entre el sellante.

#### **502.12 Aceptación**

El material para la restauración de pavimentos de concreto de cemento hidráulico será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03. Deberá suministrarse una certificación de producción para el cemento hidráulico.

El revenimiento, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura de la mezcla de concreto serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver la Tabla 502-1 para el mínimo de muestreo y ensayo.

La resistencia a la compresión del concreto será evaluada según la Subsección 107.04. El límite inferior de la especificación es el esfuerzo mínimo de compresión requerido a 28 días (f<sub>c</sub>) tal como está especificado en la Tabla 501-1. El resultado de un ensayo de resistencia a la compresión corresponde al promedio obtenido con dos cilindros moldeados de la misma carga y probados a 28 días. Ver Tabla 502-1 para el mínimo de muestreo

y ensayo.

La construcción con concreto de cemento hidráulico (incluyendo el mezclado, colocación, acabado y cura del concreto) será evaluada conforme a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La lechada será evaluada según la Subsección 107.04. Ver Tabla 502-1 para las exigencias mínimas de muestreo y ensayo.

El trabajo de restauración de pavimentos de concreto de cemento hidráulico (incluyendo el bacheo a profundidad parcial, la izada del pavimento, el sello inferior de la losa, el fresado de la superficie, la reparación de grietas y juntas y la quebrada y asiento) será evaluado conforme a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### **502.13 Medición**

El bacheo del pavimento de concreto debe medirse por metros cuadrados para todas las reparaciones con un promedio de profundidad entre 40 y 100 mm.

El sellado de juntas y grietas debe medirse por metros, a lo largo del alineamiento de la junta o grieta.

La lechada para el izaje del pavimento y el sello de la base de apoyo de la losa se medirán por metros cúbicos bombeados.

Los orificios para el sellado de la base de apoyo de la losa se miden por unidad.

El fresado de la superficie (cuchillas diamantadas), quebrado y asiento, fracturado y asiento o encascotado y compactado del pavimento de concreto de cemento hidráulico serán medidos por metro cuadrado.

La medición de las losas que se ordene remplazar después de la aplicación del sello dos veces se medirá bajo la Sección 501.

La base de agregado se medirá conforme a la Sección 301.

#### **502.14 Pago**

Las cantidades aceptadas y medidas como se estableció en las Subsecciones precedentes, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago enumerados que estén mostrados en el cartel de la licitación. El pago constituirá la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección.

Los pagos serán hechos bajo:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.502.01</b> Bacheo de pavimento de concreto	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.502.02</b> Sellado de juntas y grietas	Metro lineal (m)
<b>CR.502.03</b> Lechada	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.502.04</b> Orificios para el sello	Unidad (Und)
<b>CR.502.05</b> Fresado de la superficie (diamante)	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.502.06</b> Quebrado y asiento del pavimento de concreto	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.502.07</b> Fracturado y asiento del pavimento de concreto	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.502.08</b> Encascotado y compactado del pavimento de concreto	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )



Tabla 502-1  
Muestreo y Ensayo

Material o Producto	Propiedad o Característica	Métodos de ensayo o especificación	Frecuencia	Punto de muestreo
<b>Concreto</b>	Revenimiento	AASHTO T-119	1 por descarga	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
	Contenido de aire	AASHTO T-152 ó T-196	1 por descarga	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
	Peso unitario	AASHTO T-121	1 por descarga	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
	Temperatura	Termómetro	Primera descarga	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
	Confección de los especímenes de ensayo. Resistencia a la Compresión <sup>(3)</sup>	AASHTO T-23 AASHTO T-22	1 juego por 2 000 m <sup>2</sup> pero no menos que 1 por día <sup>(2)</sup>	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
<b>Lechada</b>	Resistencia a la compresión	AASHTO T-106	Cada mezcla	Cada fuente
	Tiempo de fragua del concreto	AASHTO T-197	AASHTO T-197	Cada fuente

(1) Muestrear de acuerdo con AASHTO T 141 excepto que las muestras compuestas no son requeridas.

(2) Moldear al menos 4 cilindros para el ensayo de resistencia a la compresión y transportar cuidadosamente del sitio de curado de especímenes de la obra.

(3) El resultado de un ensayo de resistencia a la compresión es el promedio de 2 cilindros moldeados de la misma carga y probados a 28 días.

### **Sección 503.) SOBRECAPAS DE CONCRETO HIDRÁULICO SOBRE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS**

#### **503.01 Descripción**

Este trabajo consistirá en la elaboración, transporte, colocación y vibrado de una mezcla de concreto hidráulico, sobre un pavimento asfáltico existente previamente preparado, como estructura de un pavimento, con o sin refuerzo; la ejecución de juntas, el acabado, el curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, de conformidad razonable con el trazado, rasantes, espesores y secciones típicas indicadas en los planos.

#### **503.02 Reparación de Fallas Previo a la Colocación de la Sobrecapa**

Para garantizar la uniformidad en el soporte de la estructura asfáltica existente, se deben realizar correcciones en los sitios en donde se presenten las siguientes irregularidades, de acuerdo con la tabla:

Tipo de falla	Reparación Requerida
Ahuellamiento menor a 50 mm	Ninguna
Ahuellamiento mayor a 50 mm	Fresado o nivelación
Deformación plástica excesiva	Fresado
Baches	Rellenar
Falla de subrasante	Remoción y reparación
Fisuras en general, transversales y longitudinales	Sellar
Fisuras por fatiga en bloque	Remover y reparar
Exudación	Ninguna
Degradación superficial severo	Remover y reparar

### 503.03 Tipos de Falla por Reparar en el Pavimento Asfáltico Existente

Las fallas que se deben rehabilitar para la colocación de sobrecapas de concreto hidráulico en una superficie de asfalto existente son las siguientes:

(a) Baches abiertos: cavidades o depresiones producidas por desprendimiento de la capa asfáltica y de partes de las capas granulares. Se consideran 3 tipos de baches:

- Superficiales: Las que sólo comprometen la capa de rodadura y su profundidad es menor a 3 cm.
- Medios: Las que comprometen parte o la totalidad de la carpeta asfáltica y su profundidad oscila entre 3 y 10 cm.
- Profundos: Las que tienen una profundidad superior a 10 cm, con expulsión de material y compromiso de la base granular.

(b) Fisuras longitudinales y transversales: agrietamientos longitudinales y/o transversales que no constituyen un enjambre, sino que se presentan en forma aislada o continua y son producidas por deficiencia en las juntas de construcción, contracción de la mezcla o desplazamiento de los bordes. Se consideran 3 tipos de fisuras:

- Longitudinales
- Transversales
- En bloque

(c) Desgaste superficial: irregularidades que se observan en la superficie, en áreas aisladas o en forma generalizada, y son el producto del desgaste de las partículas superficiales o el desprendimiento de alguna de ellas por acción del tránsito o inclemencias del tiempo. El desgaste se clasifica en:

- Incipiente: Pérdida de textura uniforme, mostrando regularidad e irregularidades hasta de 5 mm de profundidad
- Medio: Cuando las irregularidades están entre 5 mm y 15 mm de profundidad. Las partículas de agregado están expuestas y se siente vibración al circular.
- Severo: Desintegración superficial de la capa asfáltica, con desprendimientos evidentes y partículas sueltas sobre la vía.

(d) Piel de Cocodrilo: agrietamientos por fatiga en forma de malla que inicialmente se presentan en cuadros más o menos regulares, con lados entre 25 y 30 cm, que presentan fracturamientos progresivos en forma de piel de cocodrilo. Posteriormente estas fisuras se ensanchan y profundizan ocasionando desprendimientos. Se consideran 3 tipos de fallas:

- Incipiente: cuando los agrietamientos son muy delgados y el tamaño de los cuadros tienen dimensiones próximas a 25cm por lado. No existe deformación superficial.
- Medio: cuando los bloques se han reducido de tamaño y presentan aristas redondeadas por pérdida

de partículas, las grietas que los separan son mayores de 1 cm, se advierten deformaciones y movimientos relativos y puede existir desprendimiento de algunos bloques.

- Severo: cuando las deformaciones son grandes y se presenta pérdida del material asfáltico y se presenta aparición del material de base.

(e) Ondulaciones: son deformaciones grandes y notorias de la plataforma de la vía que alteran su perfil longitudinal, por efecto de asentamientos del terraplén o por levantamientos causados por las raíces de árboles.

### Requerimientos para la Construcción

#### **503.04 Proceso Constructivo**

Las actividades que en general se contemplan para la rehabilitación de un pavimento asfáltico mediante la colocación de una sobrecapa de concreto, independientemente de que se requieran en su totalidad o no, en un proyecto específico, son:

- Reparación de baches.
- Fresado superficial para prenivelación.
- Limpieza superficial del pavimento existente.
- Construcción de la sobrecarpeta de concreto sobre la superficie existente.

#### **503.05 Bacheo de la Superficie Existente**

El bacheo se debe realizar en los sitios en donde existen huecos que involucren la capa de rodamiento asfáltica y la base. El procedimiento es el siguiente:

- Identificación de la falla.
- Demarcación del área a reparar alrededor del hueco.
- Demolición y retiro de la carpeta asfáltica; excavación y retiro del material de base hasta encontrar material sano
- Compactación de la base remanente
- Colocación del material de relleno hasta el nivel superior de la capa asfáltica

#### **503.06 Fresado del Pavimento Asfáltico**

Este trabajo consiste en la obtención de un nuevo perfil longitudinal y transversal de un pavimento asfáltico existente, mediante su fresado en frío, de acuerdo con los alineamientos y dimensiones indicados en los documentos del proyecto y las instrucciones del Ingeniero.

El equipo para la ejecución de los trabajos deberá ser una máquina fresadora cuyo estado, potencia y capacidad productiva garanticen el correcto cumplimiento del plan de trabajo. Si durante el transcurso de los trabajos el Ingeniero observa deficiencias o mal funcionamiento de la máquina, ordenará su inmediata reparación o reemplazo.

Inmediatamente antes de las operaciones de fresado, la superficie de pavimento deberá encontrarse limpia y, por lo tanto, el Contratista deberá adelantar las operaciones de barrido y/o soplado que se requieran para lograr tal condición.

El fresado se efectuará sobre el área que determine el Ingeniero, 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 existente. El espesor del mismo será el indicado en las especificaciones del proyecto.

El material extraído deberá ser transportado y acopiado en los lugares que indiquen los documentos del proyecto. Durante el manipuleo del material fresado, deberá evitarse su contaminación con suelos u otros materiales extraños.

En caso de requerirse el fresado en proximidades a estructuras y en otros sitios inaccesibles a este

equipo, el pavimento deberá perfilarse empleando otros métodos que den lugar a una superficie apropiada.

Cualquiera que sea el método utilizado por el Contratista, 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 en dichos elementos se ocasionen 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.

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 por el Ingeniero.

#### **503.07 Materiales**

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.02 de estas especificaciones.

#### **503.08 Dosificación y Resistencia**

Deberán estar conformes con los requeridos en la Subsección 501.03 de estas especificaciones.

#### **503.09 Operaciones de Construcción**

Deberán estar acordes con lo establecido en la Subsección 501.04.

#### **503.10 Acabado Superficial**

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.09 de estas especificaciones.

#### **503.11 Curado**

Deberá satisfacer los requerimientos de la Subsección 501.10 de estas especificaciones.

#### **503.12 Juntas**

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.11 de estas especificaciones.

#### **503.13 Sellado de Juntas**

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.12 de estas especificaciones.

#### **503.14 Comprobación de la Superficie**

Deberán satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.13 de estas especificaciones.

#### **503.15 Control de regularidad (IRI) en las sobrecapas de concreto.**

Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.14 de estas especificaciones.

#### **503.16 Control de la Textura Superficial**

Debe satisfacer los requerimientos establecidos en las especificaciones del proyecto.

#### **503.17 Protección del Pavimento**

Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.15 de estas especificaciones.

#### **503.18 Apertura al Tránsito**

Conforme a los requerimientos establecidos en la Subsección 501.16 de estas especificaciones

**503.19 Aceptación**

Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.17 de estas especificaciones.

**503.20 Medición**

Deberá satisfacer los requerimientos establecidos en la Subsección 501.18 de estas especificaciones.

**503.21 Pago**

Deberá estar conforme con lo establecido en la Subsección 501.19 de estas especificaciones. El costo de preparación de la superficie existente se considera incluido dentro de este renglón de pago, por lo que el Contratista deberá incorporarlo en el precio unitario de la sobrecapa de concreto hidráulico.

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.503.01</b> Sobrecapa de concreto hidráulico	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

**Sección 504.) PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO HIDRÁULICO**

**504.01 Descripción**

Este trabajo consistirá en el suministro y la colocación de adoquines de concreto sobre una capa de arena, compactados, sellados, y confinados lateralmente, sobre una superficie previamente preparada, de acuerdo con estas especificaciones, de conformidad razonable con el trazado, rasantes y secciones típicas indicadas en los planos del proyecto.

**504.02 Adoquines**

Los adoquines deberán cumplir los requisitos de resistencia, dimensiones y forma establecidos en las especificaciones especiales, y en los planos del proyecto. Preferiblemente cumplirán la norma INTE 06-04-01-06. Adoquines de concreto para pavimentos: Especificaciones. Sin embargo, su espesor no será, en ningún caso, menor a seis centímetros, para aceras, ciclorutas y parqueos para vehículos livianos y ocho centímetros para calles y carreteras con tránsito pesado y aplicaciones industriales; el largo y el ancho nominal no deben ser mayores de 250 mm ni menores de 50 mm. La relación entre el largo nominal y el ancho nominal no deben ser mayor que 2,5 ni la relación largo nominal y el espesor mayor que 4; deben tener bisel en la cara superior y separadores en las caras laterales. El bisel debe tener igual forma o perfil en toda su longitud, y su proyección horizontal tener como mínimo 3mm. y como máximo 7 mm. Cada unidad debe tener al menos un separador en cada pared que haga contacto directo con las unidades adyacentes, de entre 4 y 15 mm, de ancho y de 2 + 0,5 mm de espesor; deben tener una absorción de agua total para todo el volumen del espécimen no superior al 7 % como valor promedio para 3 especímenes de muestra y ningún valor individual superior al 9 %; su módulo de ruptura a los 28 días, no debe ser menor de 5,0 Mpa. como promedio para la muestra y de 4,2 Mpa como valor mínimo individual, al ser ensayados como una viga simplemente apoyada, y después de permanecer saturados por inmersión por 24 h + 2 h; la resistencia a la abrasión o al desgaste superficial medida mediante arena y disco metálico ancho no podrá ser superior a los 23 mm como valor promedio de la huella de tres especímenes.

**504.03 Arena para capa de Soporte**

La arena utilizada para la capa de apoyo de los adoquines será de origen aluvial, arena natural sin trituración, libre de polvo, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales. Además, deberá satisfacer los siguientes requisitos:

Graduación: la arena por emplear deberá ajustarse a la siguiente graduación:

Tabla 504-1

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (AASHTO T-27 y T-11)
9,5 mm	100
4,75 mm (N° 4)	90 - 100
2,36 mm (N° 8)	75 - 90
1,18 mm (N° 16)	50 - 95
600 µm (N° 30)	25 - 60
300 µm (N° 50)	10 - 30
150 µm (N° 100)	0 - 15
75 µm (N° 200)	0 - 5

#### 504.04 Arena para Sello

La arena utilizada para el sello de las juntas entre los adoquines será de origen aluvial, arena natural, sin trituración, libre de finos plásticos, polvo, materia orgánica y otras sustancias perjudiciales.

La arena por emplear deberá ajustarse a la siguiente graduación:

Tabla 504-2

Tamiz	% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (AASHTO T-27 y T-11)
2,36 mm (N° 8)	100
1,18 mm (N° 16)	90 - 100
600 µm (N° 30)	60 - 90
300 µm (N° 50)	30 - 60
150 µm (N° 100)	5 - 30
75 µm (N° 200)	0 - 15

#### 504.05 Equipo

El equipo básico necesario para la ejecución de los trabajos consistirá de elementos para el transporte ordenado de los adoquines que impida la alteración de calidad de las piezas, vehículos para el transporte de la arena, una vibrocompactadora de placa y herramientas manuales como rieles, reglas, enrasadoras, palas, llanetas, codales, cepillos de cerdas, y otras de uso común en estos trabajos.

### Requisitos para la Construcción

#### 504.06 Preparación de la Superficie Existente

La capa de arena de soporte de los adoquines no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se colocará tiene la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el ingeniero. Todas las irregularidades que excedan los límites especificados deberán corregirse, a plena satisfacción del Ingeniero.

#### **504.07 Colocación y Nivelación de la Capa de Arena**

La arena se colocará seca y en un espesor uniforme tal que, una vez compactado el pavimento, la capa tenga un espesor entre cuarenta y cincuenta milímetros (40 mm – 50 mm). Si la arena ya colocada sufre algún tipo de compactación antes de colocar los adoquines, se someterá a la acción repetida de un rastrillo para devolverle su carácter suelto, y se enrasará de nuevo.

La capa de arena deberá ir extendiéndose coordinadamente con la colocación de los adoquines, de manera que al término de la jornada de trabajo no quede expuesta.

#### **504.08 Colocación de los Adoquines**

Los adoquines se colocarán directamente sobre la capa de arena nivelada, al tope unos con otros, de manera que generen juntas que no excedan de tres milímetros (3mm). La colocación seguirá un patrón uniforme, el cual se controlará con cuerdas para asegurar su alineamiento transversal y longitudinal. Si los adoquines son rectangulares con una relación largo/ancho de 2/1, el patrón de colocación será preferiblemente de espina de pescado, dispuesto en cualquier ángulo sobre la superficie, patrón que se seguirá de manera continua, sin necesidad de alterar su rumbo al doblar esquinas o seguir trazados curvos. Si los adoquines se colocan en hileras, deberán cambiar de orientación para respetar la perpendicularidad a la dirección preferencial de circulación.

Los adoquines de otras formas se tratarán de colocar en hileras perpendiculares a la dirección preferencial de circulación, pero sin cambiarles el sentido al doblar esquinas o seguir trazados curvos.

Los adoquines no se nivelarán en forma individual, pero sí se podrán ajustar horizontalmente para conservar el alineamiento.

Para zonas en pendiente, la colocación de los adoquines se hará preferiblemente de abajo hacia arriba.

#### **504.09 Ajustes**

Una vez colocados los adoquines que quepan enteros dentro de la zona de trabajo, se colocarán ajustes, en las áreas que hayan quedado libres, contra las estructuras de drenaje o de confinamiento.

Estos ajustes se realizarán, preferentemente, cortando con un cortador adecuado o por medio de aserrado los adoquines, en piezas con la forma necesaria. Debe evitarse colocar piezas muy pequeñas o delgadas. Los ajustes cuya área sea inferior a dos centímetros, se efectuarán después de la compactación final, empleando un mortero compuesto por una (1) parte de cemento, cuatro (4) de arena, y agua apenas suficiente para dar trabajabilidad al mortero.

#### **504.10 Compactación Inicial**

Una vez terminados los ajustes con piezas partidas, se procederá a la compactación inicial de la capa de adoquines, mediante la pasada de una vibrocompactadora de placa, cuando menos dos (2) veces en direcciones perpendiculares.

El área adoquinada se compactará hasta un metro (1m) del borde del avance de la obra o de cualquier borde no confinado. Al terminar la jornada de trabajo, los adoquines tendrán que haber recibido, al menos, la compactación inicial, excepto en la franja de un metro (1m) arriba descrita.

Todos los adoquines que resulten partidos durante este proceso deberán ser extraídos y reemplazados por cuenta del Contratista.

#### **504.11 Sello de Juntas y Compactación Final**

Inmediatamente después de la compactación inicial, se aplicará la arena de sello sobre la superficie en una cantidad equivalente a una capa de tres milímetros (3 mm) de espesor, y se barrerá repetidamente y en distintas direcciones, con un escobón o cepillo de cerdas largas y duras. En el momento de su aplicación, la arena deberá encontrarse lo suficientemente seca para penetrar con facilidad en las juntas.

Simultáneamente, se aplicará la última compactación, durante la cual cada punto del pavimento deberá recibir al menos cuatro (4) pasadas del equipo, preferiblemente desde distintas direcciones.

Si el Ingeniero lo considera conveniente, la compactación se completará con el paso de un rodillo neumático o uno liso de rodillos pequeños, con el fin de reducir las posteriores deformaciones del pavimento.

#### **504.12 Confinamiento**

Los pavimentos de adoquines deberán tener una estructura de confinamiento que impida su desplazamiento lateral a causa del empuje del tránsito vehicular.

Las estructuras de confinamiento deberán rodear completamente el área pavimentada y deberán penetrar, por lo menos, quince centímetros (15 cm) en la capa de base que se encuentre bajo la capa de arena, y su nivel superior cubrirá, como mínimo, la parte superior del espesor del adoquín después de compactado.

En el caso que la estructura de confinamiento también sirva como elemento de evacuación de agua, caso típico de ejemplo un caño o borde de acera, la altura final de este elemento de confinamiento deberá quedar entre un (1) y dos (2) centímetros más bajo que la parte superior de la pieza de adoquín, con el fin de no impedir el desalojo del agua.

#### **504.13 Limitaciones en la Ejecución**

Ninguna de las operaciones que forman parte de la construcción del pavimento de adoquines se realizará en momento de lluvia. Si la capa de arena que sirve de apoyo a los adoquines ha soportado lluvia o agua de escorrentía, deberá ser levantada y reemplazada por una arena suelta de humedad baja y uniforme.

Si se tenían adoquines colocados sin compactar ni sellar, el ingeniero investigará si el agua ha producido erosión de la arena por debajo de las juntas y, en caso de que ello haya sucedido, el Contratista deberá retirar los adoquines y la capa de arena, y repetir todo el trabajo, por su cuenta.

#### **504.14 Apertura al Tránsito**

El tránsito automotor no se permitirá hasta que el pavimento haya recibido la compactación final y esté completamente confinado.

#### **504.15 Conservación**

Durante un lapso de dos (2) semanas, se dejará un sobrante de arena esparcido sobre el pavimento terminado, de manera que el tránsito y las posibles lluvias ayuden a acomodar la arena en las juntas.

No se permitirá lavar el pavimento con chorro de agua a presión, recién terminada su construcción ni posteriormente.

#### **504.16 Calidad del Producto Terminado**

El pavimento terminado 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.

La cota de cualquier punto del pavimento terminado no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la proyectada.

Además, la superficie del pavimento terminado no podrá presentar irregularidades mayores de diez milímetros (10 mm), cuando se compruebe con una regla de tres metros (3 m), en cualquier punto que escoja el ingeniero, tanto paralela como transversalmente al eje del camino.

#### **504.17 Aceptación**

Los ensayos de aceptación se realizarán según lo previsto en la Tabla 504-3 "Muestreos y Ensayos".



**504.18 Medición**

La unidad de medida del pavimento de adoquines de concreto hidráulico será el metro cuadrado (m<sup>2</sup>), aproximado al metro cuadrado completo de pavimento, colocado y terminado de acuerdo con esta especificación y aceptado a satisfacción del Ingeniero.

El área se determinará multiplicando la longitud real, medida a lo largo del eje del proyecto, por el ancho especificado en los planos. No se incluirá en la medida ninguna área por fuera de esos límites.

**504.19 Pago**

El pago se efectuará de acuerdo al precio unitario del contrato y por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción del Ingeniero.

El precio unitario deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales, así como los costos de explotación, clasificación, desperdicios, almacenamiento y colocación de la arena conforme lo exige esta especificación.

También, deberá cubrir todos los costos de adquisición de los materiales para elaborar los adoquines, su fabricación, transportes, desperdicios, almacenamiento, colocación y compactación; las instalaciones provisionales, los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales; la señalización de la vía y el ordenamiento del tránsito durante el período de realización de las obras; y, en general, todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos aquí especificados.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la ejecución de la capa a la cual corresponde tal superficie y, por lo tanto, no se realizará ningún pago separado por dicho concepto. Si ese ítem no está considerando en el contrato, el Contratista deberá incluir el costo de preparación de la superficie existente dentro del precio unitario del pavimento de adoquines de concreto hidráulico.

La construcción de las obras de confinamiento del pavimento deberá ser definida en las especificaciones especiales.

El pago se hará según:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.504.01</b> Pavimento de adoquines de concreto	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

**Pavimento de Adoquines de Concreto Hidráulico**  
**Muestreo y ensayos**

Material	Propiedad o Caract.	Categ.	Métodos de ensayo	Frecuencia mínima	Punto de muestreo
<b>Adoquines de concreto hidráulico</b>	Características geométricas	---		1 muestra (5 especímenes) por cada 10.000 unidades o menos	En sitio, antes de colocarlos
	Absorción de agua	---	INTE 06-02-13-06	1 muestra (3 especímenes para cada prueba) por cada 10.000 unidades o menos. (Pueden ensayarse los especímenes utilizados en la medición de las características geométricas)	En sitio, antes de colocarlos
	Resistencia a la flexotracción	---	INTE 06-02-14-06		
	Resistencia a la abrasión	---	INTE 06-02-15-06		

Notas:

Tanto la absorción de agua como resistencia a la de flexotracción y a la abrasión, será determinada por el promedio obtenido en los especímenes indicados.

**Sección 505.) PAVIMENTO DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR)**

**505.01 Descripción**

Este trabajo consistirá en la elaboración, transporte, colocado y compactado de una mezcla relativamente seca de agregados pétreos, cemento hidráulico, agua y aditivos, así como del prefisuramiento, acabado, curado y demás actividades necesarias para la correcta construcción del pavimento, todo de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad razonable con el trazado, niveles, gradientes, espesores y secciones típicas mostrados en los planos.

**505.02 Generalidades**

Todos los materiales por usar en el concreto compactado con rodillos, deberán ser aprobados con base en pruebas de laboratorio o certificaciones del fabricante sobre los mismos materiales que se usarán en el proyecto.

a) Cemento hidráulico: el cemento deberá satisfacer los requisitos establecidos en la Subsección 701.01 para los cementos hidráulicos, salvo cuando se especifique de otra forma en el Cartel de Licitación.

b) Agregados: El tamaño nominal máximo del agregado no debe exceder de 19 mm con el fin de minimizar la segregación durante el transporte y colocación del concreto y de obtener texturas de pavimento adecuadas. Los agregados pétreos podrán emplearse en una sola fracción: de 19 mm a 0 mm, o en dos fracciones: gruesa de 19 mm a N°4, y fina de N°4 a 0 mm. Los materiales que constituyen los agregados, tanto la fracción gruesa como la fina, deberán ser resistentes, duros, durables, limpios y libres de materia vegetal y de exceso de partículas planas o alargadas, así como de arcilla u otro material inconveniente.

•Agregado grueso: el agregado grueso podrá estar constituido por roca triturada, grava triturada o por una mezcla de ambos materiales y deberá cumplir con los siguientes requisitos:

Pérdida por abrasión, AASHTO T-96. 35, máximo

Índice de durabilidad, AASHTO T-210. 35, mínimo

Partículas con una o más caras fracturadas como producto de la trituración (retenido malla N°4), FLH T-507. 50%, mínimo

Contenido de arcilla y partículas friables AASHTO T-112. 3 %, máximo

Sanidad utilizando sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T-104. 15 %, máximo

•Agregado fino: el agregado fino podrá estar constituido por arena manufacturada por trituración, arena natural, o por una mezcla de ambos materiales y deberá cumplir los siguientes requisitos:

Índice de durabilidad, AASHTO T-210. 35, mínimo

Equivalente de arena, AASHTO T-176, método de arbitraje. 75, mínimo

Libre de materia orgánica o impurezas, según ensayo AASHTO T-21.

Contenido de arcilla y partículas friables AASHTO T-112. 3 %, máximo

Sanidad utilizando sulfato de sodio (5 ciclos) AASHTO T-104. 15 %, máximo

Nota: Cuando los agregados, tanto gruesos como finos, no cumplan todos los requisitos especificados, se podrán emplear si se demuestra mediante estudios completos de laboratorio que con similares relaciones de agregado/cemento, se puede obtener CCR de la calidad exigida, que hayan sido empleados en la elaboración de concretos de características similares, que hayan estado expuestos a condiciones ambientales parecidas durante largo tiempo (más de 5 años), y que hayan tenido un comportamiento satisfactorio.

c) Graduación: la graduación de los agregados, finos y gruesos combinados, deberá ser continua y cumplir con los requisitos que se indican en la tabla 505-1.

Tabla 505-1

**Graduación del Agregado Combinado para Mezclas de Concreto Compactado con Rodillo**

<b>Tamiz</b>	<b>% por peso que pasa por los tamices de malla cuadrada (AASHTO T-11 y T-27)</b>
25,4 mm	100
19,1 mm	84 - 100
12,7 mm	73 - 91
9,5 mm	62 - 81
4,75 mm (N° 4)	51 - 69
2,36 mm (N° 8)	39 - 58
1,18 mm (N° 16)	29 - 48
600 µm (N° 30)	20 - 38
300 µm (N° 50)	12 - 29
150 µm (N° 100)	7 - 20
75 µm (N° 200)	2 - 10*

\* Nota: Cuando se trate de arena manufacturada por trituración, se podrá admitir hasta un 15 % pasando el tamiz N°200.

d) Agua: el agua que se emplee para la mezcla o para el curado del pavimento deberá estar limpia y libre de aceites, ácidos, azúcar, materia orgánica y cualquier otra sustancia perjudicial para el pavimento terminado. En general, se considera adecuada el agua potable apta para el consumo humano, y deberá cumplir lo especificado en AASHTO T-26.

e) 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 antes de su aplicación en la obra, y mediante el certificado de calidad del fabricante con las dosificaciones que garanticen el efecto deseado. Los aditivos por emplear deberán ajustarse a lo estipulado en las Subsecciones 711.02 y 711.03. En todos los casos, el empleo de aditivos en la mezcla de CCR deberá ser aprobado, por escrito, por el ingeniero.

f) Materiales y aditivos para el curado: los materiales y aditivos por emplear deberán cumplir con los requisitos establecidos en la Subsección 711.01. Se podrá utilizar también emulsión asfáltica del tipo CRS-1, CSS-1 o emulsiones asfálticas modificadas con aditivos o polímeros, y debiendo cumplir los requisitos establecidos en la Subsecciones 702.01 y 702.02.

g) Relleno para juntas: los materiales por utilizar deberán cumplir los requisitos establecidos en la Subsección 712.01.

#### **505.03 Dosificación y Resistencia**

a) Dosificación: la dosificación del concreto consistirá en la combinación de los agregados, el cemento, el agua, y aditivos cuando sea necesario, para obtener un concreto que cumpla los requisitos de resistencia, trabajabilidad, durabilidad y otros especificados en el contrato.

Las mezclas de CCR pueden ser proporcionadas empleando cualquiera de los siguientes métodos:

-Utilizando pruebas de la consistencia del concreto (VeBe modificado, ACI-211.3)

-Utilizando pruebas de compactación de suelos (Próctor modificado utilizando un martillo vibratorio, ASTM C 1435)

-Proporcionamiento determinando la consistencia del concreto: deben determinarse primero los parámetros que intervienen en el diseño, a saber: contenido de agregados, contenido de cemento y contenido de agua. Las experiencias de laboratorio sugieren empezar con contenidos de cemento entre 200 y 300 Kg/m<sup>3</sup> y humedades entre 6 y 7 %, dependiendo de la absorción de los agregados.

-La consistencia de la mezcla de prueba y su densidad se evaluarán en tiempo VeBe según la norma ASTM C- 1170, y el tiempo óptimo estará comprendido entre 30 y 40 segundos, cuando se utilice el sobrepeso de 22,7 Kg descrito en esa norma (método A).

-Proporcionamiento utilizando el próctor modificado: los aparatos y la energía de compactación utilizados para elaborar los especímenes que corresponden al método ASTM C-1435.

-Se establecen curvas de densidad-humedad sobre un rango de contenidos de cemento, para determinar el contenido de cemento que se ajuste a los requisitos de diseño. Se compactan los especímenes para las pruebas de resistencia, utilizando el contenido de humedad óptima para cada contenido de cemento.

-De estas pruebas, se establece una curva de resistencia versus el contenido de cemento, de donde se selecciona el contenido de cemento de diseño, que es el que cumple los requisitos de resistencia y durabilidad del pavimento, el cual es expresado como un porcentaje del peso seco total de los materiales (cemento y agregados).

b) Plazo de trabajabilidad: se deberá determinar el plazo de trabajabilidad por el método de la compactación diferida. El plazo de trabajabilidad se define como aquel en que la densidad seca obtenida en el ensayo próctor modificado es el 98 % de la correspondiente a  $t = 0$ , es decir, efectuando la compactación inmediatamente después de terminar el mezclado. El plazo de trabajabilidad depende del tipo de obra, y debe ajustarse a los valores señalados a continuación:

<b>Tipo de obra</b>	<b>Plazo mínimo en horas</b>
Sin tráfico	3
Con tráfico	4

Para alcanzar estos valores, se pueden utilizar aditivos retardadores de fraguado y la dosis se determinará en función del plazo especificado.

c) La capacidad de soporte inmediata: posibilita la correcta compactación con rodillos vibrantes. Para ello se someten a ensayo, inmediatamente después de moldeadas, probetas compactadas al 97 % de la  $D_{máx}$  al ensayo valor de soporte C. B. R., el que debe resultar igual o mayor al 80 %.

d) Resistencia: la resistencia del concreto por utilizar en los pavimentos de concreto compactado con rodillo, será su resistencia a la flexotracción (módulo de ruptura), establecida en los planos o en las especificaciones especiales. La resistencia se verificará en especímenes moldeados durante el colocado del concreto, correspondientes a vigas estándar compactadas, curadas y ensayadas según las normas ASTM C-78 y ASTM C-31/31M. Alternativamente, se podrán moldear especímenes para el control de la resistencia a la compresión, según ASTM C-1435, en cuyo caso se deberá establecer la correlación entre la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexotracción del concreto utilizado en la pavimentación.

#### **505.04 Equipo, Mezclado y Colado**

El concreto compactado con rodillo deberá construirse con cualquier combinación de equipo que produzca un pavimento que se ajuste en todo a los requisitos de mezclado, transporte, colocado, compactado, acabado y curado según se establece en esta sección.

a) Planta de mezclado: la planta de mezclado debe estar localizada a una distancia tal que el transporte de la mezcla al sitio de colocado no dure más del 50 % del plazo de trabajabilidad. La planta debe ser capaz de producir la mezcla seca para la pavimentación en las proporciones definidas en el diseño de mezcla aprobado, dentro de las tolerancias especificadas. Su capacidad debe ser suficiente para producir una mezcla uniforme en las cantidades compatibles con el equipo de colocado. Se podrán utilizar plantas centrales de dosificación y mezclado para el concreto, plantas de dosificación y mezcladoras portátiles, plantas centrales continuas o discontinuas para mezclas asfálticas en conjunto con mezcladoras portátiles de concreto. En todos los casos, las plantas deberán estar equipadas con aditamentos alimentadores y medidores, por peso o volumen, que garanticen las proporciones correctas de agregados, cemento, aditivos y agua, de tal forma que se mantengan dentro de las siguientes tolerancias.

<b>Material</b>	<b>Variación (% por peso)</b>
Cemento	± 2,0
Agua	± 3,0
Agregados	± 4,0

b) Transporte: para el transporte del concreto desde la planta hasta la obra, se utilizarán camiones de volteo, equipados con dispositivos para proteger el concreto de la lluvia o la excesiva evaporación. Cuando las condiciones de temperatura del aire, velocidad del viento, humedad relativa y temperatura del concreto se combinen para producir una alta evaporación, se deberá rociar la superficie del concreto expuesta en el camión de transporte con un aditivo reductor de evaporación, aprobado por el Ingeniero. El número de camiones deberá ser suficiente para garantizar la adecuada y continua entrega del concreto a la pavimentadora. En el transporte con camiones de volteo, el tiempo de transporte-descarga no deberá exceder el 50 % del plazo de trabajabilidad establecido en el diseño de la mezcla, contado a partir del momento en que el concreto se descarga del mezclador.

c) Colocado: la colocación del concreto se realizará, preferentemente, con pavimentadora asfáltica

o pavimentadora para concreto (con reglas de alta vibración), provista de elementos mecánicos que aseguren una correcta distribución y una elevada compactación del concreto. Además, deberán disponer de los medios electrónicos necesarios para efectuar el control automático de la nivelación del pavimento que se coloca. No se permitirá, salvo en caso de una emergencia puntual, y siempre con la aprobación previa del ingeniero, el uso de motoniveladora para colocar este tipo de pavimentos.

d) Compactado: el CCR se compactará una sola capa a la vez, para lo cual se dispondrá de un equipo de compactación adecuado, que deberá ser aprobado por el Ingeniero, y que deberá ser capaz de conseguir la densidad especificada dentro del plazo previsto. Para la compactación inicial, el equipo consistirá de un rodillo liso con vibración y carga estática superior a 10 toneladas. Para la compactación final, se podrá utilizar un rodillo liso sin vibración, o, alternativamente, un rodillo neumático de igual o mayor peso, y una presión de inflado superior a 0,8 MN/m<sup>2</sup> (8 kg/cm<sup>2</sup>).

## Requisitos para la Construcción

### **505.05 Control de Calidad del Concreto**

El Contratista será responsable del control de calidad de todos los materiales durante las operaciones de manejo, combinación, mezclado y colocación, según lo establecido en la Subsección 505.04 y en estricto apego a lo indicado en la Tabla 505-2 "Muestreo y ensayos".

### **505.06 Limitaciones Meteorológicas**

El concreto se deberá colocar a una temperatura entre 5 y 30 °C. En caso de condiciones calurosas o ventosas, que produzcan una evaporación excesiva, mayor de 0,5 kg/m<sup>2</sup>-h, el Contratista deberá tomar las precauciones dispuestas en la Subsección 501.06 de estas especificaciones, con el fin de minimizar la pérdida de humedad debido a la evaporación. De ser necesario, se deberá rociar la superficie del concreto recién colocada y expuesta, con un aditivo reductor de evaporación, aprobado por el Ingeniero. No se permitirá la colocación de CCR en caso de lluvia, para evitar producir erosión o cualquier tipo de daño. Los camiones de transporte deberán utilizar manteados o cubiertas durante las condiciones climáticas adversas.

### **505.07 Tramo de Prueba y Ajuste de la Fórmula de Trabajo**

Antes de iniciar las labores de colocación del concreto, se realizará un tramo de prueba. La longitud de este tramo no será menor de 50 m y en el ancho de carril, y será construido preferentemente fuera de la calzada por pavimentar, o en un área no crítica, según sea ordenado por el ingeniero. El tramo de prueba servirá para verificar la trabajabilidad y resistencia del concreto producido; que los medios de transporte y colocado del concreto son satisfactorios; que los medios de compactación propuestos son capaces de compactar el concreto en todo el espesor del pavimento; que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado; que las juntas en fresco y las juntas en frío se realizan correctamente, y que se cumplen las especificaciones establecidas para la regularidad superficial. En caso de que los resultados de este tramo de prueba no sean satisfactorios, se deberán construir los tramos de prueba necesarios hasta obtener resultados satisfactorios, para lo cual se introducirán variaciones en los equipos, métodos de ejecución, incluso ajustes en la dosificación del concreto, hasta obtener un pavimento que cumpla con las condiciones exigidas en las especificaciones.

### **505.08 Colocación del Concreto**

El concreto deberá colocarse sobre una superficie preparada con anterioridad, de acuerdo con los planos y las especificaciones especiales, y aprobada por el ingeniero. Esta superficie deberá ser previamente humedecida, para evitar la pérdida por absorción del agua de mezclado.

Todo el CCR deberá colocarse con una pavimentadora aprobada, conforme a lo indicado en el aparte c) de la Subsección 505.04, y se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La pavimentadora deberá trabajar en una forma de operación estable y constante, evitando las paradas y arranques. La colocación del concreto deberá ser continua y no podrá ser interrumpida por un lapso mayor al 75 % del plazo de trabajabilidad establecido; en este caso, el contratista deberá formar una junta de construcción fría antes de continuar con el colocado del concreto.
- La velocidad máxima de avance de la pavimentadora no debe superar los tres metros por minuto, excepto si se demuestra, a satisfacción del Ingeniero, que a velocidades mayores se puede obtener un producto final sin defectos.
- La superficie del pavimento de CCR lograda por la pavimentadora, debe ser lisa, uniforme y continua, sin excesivos desgarres, lomos o segregación de agregados.
- Todas las áreas inaccesibles a la pavimentadora o a los compactadores deberán construirse con concreto convencional colado en sitio, de una resistencia a la compresión especificada por el ingeniero.
- El espesor de la capa de concreto compactado con rodillo debe ser el indicado en planos. Si el espesor total del pavimento indicado en los planos es igual a 300 mm o mayor, se deben colocar dos capas. Ninguna capa será menor de 100 mm ni mayor de 300 mm. En la construcción multicapa, la segunda capa debe ser colocada y compactada en un tiempo máximo equivalente al plazo de trabajabilidad de la primera capa. Si se supera este tiempo, la interfaz entre la primera y la segunda capa debe ser considerada como una junta fría, y deberá ser tratada como se indica más adelante.
- La pavimentación de carriles adyacentes debe hacerse en un tiempo máximo equivalente al plazo de trabajabilidad del primer carril. Si pasa más de ese tiempo entre la colocación de capas adyacentes, la junta vertical entre carriles se considerará como una "junta fría", y deberá ser tratada como se indica más adelante. El Ingeniero podrá aumentar o reducir el tiempo máximo, de acuerdo con las condiciones ambientales de temperatura, viento y humedad. Se podrán utilizar pavimentadoras en formación tandem para evitar la formación de juntas frías.

#### **505.09 Compactación**

El proceso de compactación deberá iniciarse tan pronto como se haya colocado el concreto. Para no perjudicar la regularidad superficial, deben efectuarse unas pasadas previas del rodillo liso sin vibración; a continuación, las pasadas necesarias vibrando, en número suficiente para lograr la densidad especificada; se entiende por "pasada" el trayecto completo de ida y vuelta del rodillo. Al final, se podrá pasar el rodillo neumático para mejorar la terminación de la losa eliminando las posibles deficiencias generadas por el paso del rodillo liso. La secuencia y el número de pasadas se determinarán en el tramo de prueba, que deberá realizarse con todo el equipo para su aprobación definitiva.

Durante el proceso de compactación pueden ser necesarios riegos de agua finamente pulverizada, para mantener la humedad óptima y asegurar que la superficie permanezca húmeda, pero sin formar charcos (acumulaciones de agua).

La densidad por alcanzar debe ser igual o mayor al 97 % de la densidad máxima obtenida para la mezcla, determinada según la Subsección 505.03. El control de compactación se realizará utilizando el densímetro nuclear (AASHTO T- 1040).

La colocación, conformación y compactación del concreto se efectuará durante el período de luz diurna, o durante la noche utilizando una adecuada instalación eléctrica para lograr una correcta iluminación.

El proceso de compactación deberá quedar totalmente terminado dentro del plazo de trabajabilidad de la mezcla.

Dependiendo del tipo de pavimentadora utilizado en la distribución del concreto, y de las características de la capa por colocar, puede no ser necesario realizar una compactación adicional con rodillos, puesto que la densidad alcanzada puede ser suficiente para asegurar una buena calidad del concreto y del acabado superficial, conforme con los requisitos exigidos.

### **505.10 Curado.**

Inmediatamente después de completar las operaciones del compactado y tan pronto como no exista la posibilidad de dañar el pavimento, la superficie total del concreto colocado deberá mantenerse húmeda hasta que se le aplique un sello de curado aprobado.

a) Método del curado con compuesto: la superficie total del pavimento se rociará uniformemente con un compuesto que contenga un pigmento blanco, especial para el curado, inmediatamente después del acabado de la superficie y antes de que tenga lugar el proceso de fraguado del concreto. El compuesto para la cura no deberá aplicarse bajo condiciones de lluvia.

El compuesto para la cura deberá aplicarse a presión, a una razón aproximada de un litro por cada tres metros cuadrados de superficie, empleando atomizadores mecánicos. El equipo atomizador deberá ser del tipo de atomización completa, equipado con un agitador en el tanque. Se permitirá la aplicación manual en lugares con anchos o formas irregulares, así como también en los costados de la losa que queden expuestos.

En caso de que la película resulte dañada por alguna causa dentro de las 72 horas del período de cura, las partes dañadas deberán repararse inmediatamente empleando compuesto adicional.

b) Método del curado con emulsión asfáltica: cuando así se haya establecido, o como un procedimiento alterno de curado, se podrá aplicar, mediante rociado, un sello de curado con asfalto emulsionado aplicado a presión utilizando una barra rociadora equipada con boquillas, que produzca un rociado fino y uniforme, a una razón aproximada de 1,0 litro por metro cuadrado. La proporción exacta la determinará el ingeniero. Si el curado con emulsión asfáltica no se aplica después del acabado de la superficie, deberá mantenerse continuamente húmeda durante un período de siete días. Si el pavimento va a ser abierto al tránsito, la película de emulsión asfáltica deberá aumentarse a 1,2 litros por metro cuadrado, y deberá cubrirse con una capa de arena o material de secado, a razón de 8 Kg por metro cuadrado, ajustada por el ingeniero según la necesidad. La emulsión asfáltica deberá satisfacer los requisitos de la Subsección 702.03. Si se prevé el paso de alto tráfico de construcción pesado, la protección con arena puede no ser suficiente, debiendo entonces aplicarse en su lugar un tratamiento superficial bituminoso del tipo definido por el ingeniero.

### **505.11 Ejecución de Juntas**

Durante el proceso constructivo mediante el uso de pavimentadoras, se construirán juntas de acuerdo con el diseño, dimensiones y separación que indiquen los planos, pero en ningún caso la longitud máxima entre juntas será mayor de 25 veces el espesor de la capa de CCR y la relación entre el espaciamiento de juntas longitudinales y transversales deberá mantenerse en un rango entre 0,70 y 1,40.

a) Juntas longitudinales: son las juntas que se construyen entre anchos de carriles, paralelas al eje de la vía. Consisten en una ranura del ancho y profundidad indicados en los planos. Podrán ser juntas longitudinales "aserradas" o "de construcción". Las primeras se realizan cuando se han pavimentado dos o más carriles a la vez. Se construyen aserrando el concreto, con sierras del tipo "soft-cut" o "green-cut", tan pronto este tenga la consistencia suficiente para que no se desgrane con el aserrado (generalmente a las 2 ó 3 horas de terminada la compactación). El aserrado se efectuará de tal manera que su borde quede perfectamente vertical. Las juntas serán aserradas antes de permitir la circulación de vehículos sobre el pavimento, con una separación según los planos, un espesor mínimo de 3 mm y una profundidad igual a la tercera parte del espesor de la losa. Las de construcción pueden ser del tipo juntas "frescas" o juntas "frías".

- Juntas "frescas": una junta vertical "fresca" se forma entre dos carriles sucesivos de pavimentación cuando el intervalo de tiempo entre la colocación y compactación de esos dos carriles es inferior al plazo de trabajabilidad del primer carril y permite que el sector común a los dos carriles pueda ser compactado en conjunto para formar una junta monolítica entre los dos carriles. Estas juntas frescas se harán dejando de 30 a 45 cm al borde sin compactar durante la operación de compactado del primer carril. Este borde sin compactar se usa para fijar la altura de la pavimentadora al colocar el carril siguiente. Después de la colocación del carril adyacente, la junta



longitudinal se compacta centrando el tambor del rodillo sobre la junta y compactando simultáneamente el borde del carril adyacente. La compactación de estas juntas puede requerir un número mayor de pasadas para obtener la densidad requerida.

- Juntas "frías": las juntas "frías" se producen cuando, por razones del proceso constructivo, no es posible efectuar la compactación de los bordes de los dos carriles adyacentes dentro del plazo de trabajabilidad del primer carril. Estas juntas se construyen cortando verticalmente con sierra el borde exterior no compactado o redondeado por la compactación del carril correspondiente, y colocando el nuevo carril contra el borde vertical resultante del corte, que debe mantenerse constantemente húmedo y libre de cualquier material suelto

#### b) Juntas transversales

- Juntas de control o transversales de contracción: las juntas de control o transversales de contracción deberán construirse en el pavimento de CCR para inducir el agrietamiento en lugares preseleccionados. Se construyen aserrando el concreto, con sierras del tipo "soft-cut" o "green-cut", tan pronto este tenga la consistencia suficiente para que no se desgrane con el aserrado (generalmente a las 2 ó 3 horas de terminada la compactación). El aserrado se efectuará de tal manera que su borde quede perfectamente vertical. Las juntas serán aserradas antes de permitir la circulación de vehículos sobre el pavimento, con una separación según los planos, un espesor mínimo de 3mm y una profundidad igual a la tercera parte del espesor de la losa. Las juntas se terminarán de aserrar según el diseño de los planos, y se rellenarán dentro del menor plazo posible. Antes de proceder al relleno, las juntas deberán limpiarse con aire a presión.

- Juntas transversales de construcción: las juntas transversales de construcción se construyen cortando verticalmente con sierra el extremo redondeado por la salida de los equipos y pavimentando la continuación del carril contra el extremo vertical así obtenido, que ha de mantenerse húmedo y libre de cualquier material suelto. Se dispondrán juntas transversales de construcción al final de cada jornada diaria de trabajo, o cuando el proceso constructivo se interrumpa durante un tiempo superior al 75 % del plazo de trabajabilidad establecido.

c) Juntas entre capas: cuando el espesor del diseño del pavimento de CCR requiera que su construcción se efectúe en dos capas, y la colocación de la capa superior supere el 50 % del plazo de trabajabilidad establecido para la primera capa, esta deberá mantenerse continuamente húmeda y limpia de cualquier material suelto, antes de la colocación de la capa subsecuente. Dependiendo de las condiciones ambientales de temperatura, viento y humedad, el ingeniero podrá requerir el uso de lechada de cemento o mortero entre capas, las cuales se colocarán inmediatamente antes de colocar la siguiente capa.

#### **505.12 Sellado de Juntas.**

El sellado de las juntas deberá realizarse de acuerdo con lo establecido en la Subsección 501.12 de estas especificaciones generales, una vez que el CCR alcance el 80% de la resistencia esperada.

#### **505.13 Comprobación de la Superficie.**

La superficie del pavimento deberá revisarse con un escantillón de tres metros, tan pronto como se haya endurecido el concreto. Las zonas que muestren puntos más altos de 6 mm, pero que no excedan 13 mm en tres metros, deberán ser señaladas e, inmediatamente, corregidas con una herramienta esmeriladora aprobada, hasta que tales zonas no muestren diferencias en la superficie mayores de 6 mm, al ser revisadas con la regla de tres metros. Cuando la diferencia con el perfil correcto sea mayor de 13 mm, el pavimento deberá removerse y reponerse por cuenta del Contratista.

#### **505.14 Apertura al Tránsito.**

El pavimento de CCR podrá abrirse al tránsito cuando el sello de curado aplicado haya adquirido sus propiedades definitivas. Se permitirá el tránsito liviano regulado de baja velocidad, después de dos horas de

terminado el proceso. Se deberá proporcionar un auto piloto que guiará el tránsito a través de la zona construida, a una velocidad máxima de 20 Km/h durante las primeras 24 horas. Antes de la apertura al tránsito, deberá limpiarse el pavimento y haberse terminado de aserrar las juntas.

#### 505.15 Aceptación

Los ensayos de aceptación se realizarán según lo previsto en la Tabla 505-2 "Muestreo y ensayos".

#### 505.16 Medición

La cantidad que se pagará bajo este renglón será la cantidad de metros cuadrados de pavimento de concreto compactado con rodillo colocado y aceptado en la obra terminada. El ancho objeto de medición será el ancho del pavimento mostrado en la sección transversal típica de los planos, y los ensanchamientos adicionales ordenados por el ingeniero. La longitud se medirá horizontalmente a lo largo de la línea centro.

#### 505.17 Pago

Las cantidades de concreto determinadas de acuerdo con la Subsección 505.16, se pagarán al precio unitario de contrato, por metro cuadrado, cuyo precio y pago serán la compensación total por el suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo el material para las juntas, así como los aditivos si se han utilizado. No se efectuará ningún pago adicional por aquellas secciones de pavimentos que tengan un espesor promedio mayor del señalado en los planos.

El pago se hará según:

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.505.01</b> Pavimento de concreto compactado con rodillo	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

Tabla 505-2

#### Pavimento de Concreto Compactado con Rodillo. Muestreo y Ensayos

Material	Propiedad o Caract.	Categ.	Métodos de ensayo	Frecuencia mínima	Punto de muestreo
Concreto de cemento Portland	Graduación	---	AASHTO T-11 y T-27	1 grupo por cada 2 000 m <sup>2</sup> , pero no menos de 1 set por día <sup>(2)</sup>	En sitio de descarga
	Resistencia a la compresión <sup>(2)</sup>	II	AASHTO T-1435		
	Resistencia a la flexotracción <sup>(2)</sup>	II	AASHTO T-78 y C-31		
Pavimento de concreto compactado con rodillo	Control de densidad y humedad en sitio	II	AASHTO T-1040	1 control por cada 500 m <sup>2</sup> , pero no menos de 1 control por carril por día	En sitio, después de la compactación final
	Espesor de pavimento <sup>(2)</sup>	II	AASHTO T-24	1 núcleo cada 2 000 m <sup>2</sup>	En sitio, después del periodo de cura

Notas:

<sup>(1)</sup> Se deberá confeccionar 4 especímenes para ensayos a la compresión y 4 para la flexotracción.

<sup>(2)</sup> Tanto la resistencia a la compresión como a la de flexotracción, será determinada por el promedio de la resistencia de dos especímenes fallados a los 28 días. Cuando se ha establecido una correlación confiable entre el módulo de ruptura y la resistencia a la compresión, se podrá utilizar esta última para controlar la resistencia del concreto.

<sup>(3)</sup> La evaluación estadística no aplica si el pavimento se paga por metro cúbico.

# Construcción de puentes

# División 550

## Sección 551.) HINCA DE PILOTES

### 551.01 Descripción.

Este trabajo consiste en proveer e hincar pilotes. Este trabajo también comprende el suministro y la colocación del acero de refuerzo y del concreto en pilotes con cubierta de acero rellenos con concreto y en pilotes de tubo rellenos con concreto.

Los pilotes son clasificados como: pilotes de acero con sección H, pilotes de cubierta de acero rellenos de concreto, pilotes de tubo rellenos con concreto, pilotes de concreto prefabricados, pilotes de concreto preesforzados, tablestacas, y pilotes de madera. Las pruebas de carga en los pilotes se especifican como estáticas o dinámicas.

### 551.02 Material.

Debe estar en conformidad con las siguientes secciones y subdivisiones:

Pilotes de concreto	715.03
Lechada	725.22 (b)
Pintura	708
Zapatas de pilotes	715.08
Acero de refuerzo	709.01
Tablestacas	715.07
Empalmes	715.09
Pilotes H de acero	715.06
Pilotes de acero	715.05
Láminas de acero	715.04
Concreto estructural	552
Pilotes de madera tratada	715.02
Pilotes de madera no tratada	715.01

## Requerimientos para la construcción

### 551.03 Equipo para la hincada de pilotes.

El equipo para el hincado debe cumplir con los siguientes requisitos:

#### (a) Martinetes

(1) Martinetes de gravedad: Los martinetes de gravedad deben ser usados únicamente para hincar pilotes de madera. Se usará el martinete con un mazo que pese entre 900 y 1600 kilogramos, y se limitará la altura de caída a 4,5 metros. El peso del mazo debe ser mayor que el peso de la corona y del pilote, juntos. Se usarán guías del martinete para asegurar el impacto concéntrico en la corona.

(2) Martinetes de diesel de final abierto: Los martinetes de diesel de final abierto (de acción sencilla) deben estar equipados con un dispositivo que puede consistir en anillos en el mazo o una escala (aguja) que se extienda sobre la culata del mazo para permitir la determinación visual del golpe del martinete. Se someterá a aprobación un gráfico provisto por el fabricante del martinete que señale como se iguala la carrera del émbolo y el número de golpes por minuto del martinete. Si se aprueba, deberá usarse una velocidad contra la carrera del émbolo.

(3) Martinetes de diesel de final cerrado: Se debe presentar un gráfico; para calibrar el funcionamiento efectivo del martinete durante 90 días de uso, igualando el rebote en la cámara de presión a la energía equivalente o carrera del émbolo del martinete. Se usará un medidor visible desde el nivel de suelo. Se calibrará el dial del medidor de presión tomando en cuenta las pérdidas en las mangueras. Se verificará la precisión del medidor calibrado durante la operación de hincadura, asegurando la consistencia del rebote del martinete (cuando se levanta) en la cámara de presión, cuando se dé la máxima energía, de acuerdo a las especificaciones del martinete. No se usarán martinetes de diesel de final cerrado que no alcancen, al iniciar la subida, la máxima relación de energía de rebote de la cámara de presión, del martinete especificado.

(4) Martinetes de aire o vapor: Se usará la planta y el equipo para martinetes de aire y vapor con una capacidad suficiente para mantener el volumen y la presión especificados por el fabricante del martinete. Se equipará el martinete con medidores de presión, de precisión adecuada y que sean de fácil acceso. Se usará un martinete cuyo peso del mazo sea igual o mayor que un tercio del combinado del conjunto pilote – corona. El peso combinado debe ser de por lo menos 1250 kilogramos.

Se medirá la presión de entrada de los martinetes de aire o vapor de doble acción o de acción diferencial, con un manómetro de aguja, ubicado en la cabeza del martinete, cuando se hincan pilotes de prueba. Si se requiere, se debe medir también la presión de entrada, cuando se hincan pilotes definitivos. Se debe efectuar la calibración de presión contra velocidad, para condiciones específicas de hincadura, como una alternativa para medidas periódicas con un manómetro de aguja.

(5) Martinetes vibratorios sin impacto: No se deben usar martinetes sin impacto, como son los martinetes vibratorios, a menos que sea permitido por escrito o especificado en el contrato. Si estos martinetes son permitidos, se deben usar para hincar pilotes definitivos, solo después de que la elevación de extremo del pilote, o longitud del empotramiento para un soporte seguro de la carga sobre el pilote, hayan sido establecidas por medio de pruebas de carga estáticas o dinámicas. Se debe controlar la instalación de pilotes, cuando se usan martinetes vibratorios, por medio del consumo de energía, la velocidad de penetración, la elevación del extremo especificada, o cualquier otro método aceptable, que garantice la capacidad requerida de carga del pilote. Se debe hincar uno de cada 10 pilotes, con un martinete de impacto, con energía adecuada para verificar si se está obteniendo la capacidad requerida del pilote.

#### (b) Aceptación del equipo de hincadura de pilotes

Se utilizará el equipo para hincar pilotes de un tamaño tal que permita que los pilotes permanentes sean hincados, con un esfuerzo razonable a la profundidad requerida sin que ocurra ningún daño en el pilote.

El Contratante evaluará la conveniencia del equipo y aceptará o rechazará el sistema de hincadura,

dentro de los 14 días siguientes al recibo de la información de los pilotes y del equipo de hincadura. La aceptación de ese equipo, se basará en un análisis por ecuación de onda, u otro método aceptado. Se requieren pruebas de carga dinámica cuando la capacidad fundamental del pilote excede 2400 kilogramos, o cuando se usen pilotes de concreto prefabricado y preesforzado. Cuando el análisis de ecuación de onda no se usa, la aceptación del equipo de hincadura de pilotes se basará en la energía mínima del martinete que se muestra en la Tabla 551-1. La aceptación de un martinete en relación con el esfuerzo (del daño) de hincadura de pilotes, no exonera al Contratista de la responsabilidad relativa a pilotes dañados.

La aceptación del sistema de hincado de pilotes es específica para el equipo suministrado. Si el equipo propuesto es modificado o reemplazado, se debe volver a presentar la información necesaria para la aprobación antes de ser usado. El nuevo sistema de hincadura será aceptado o rechazado dentro de los 14 días siguientes a la entrega de la información sobre el pilote, el análisis de la ecuación de onda (si se requiere), y el equipo necesario. Durante las operaciones de hincadura sólo puede usarse el equipo aprobado por el Contratante.

(1) Propuesta del equipo de hincado: Se someterá la información siguiente del equipo propuesto de hincadura, por lo menos con 30 días de anticipación a su uso. Cuando se pidan pruebas de carga dinámica en el contrato, se debe presentar un análisis por ecuación de onda realizado por un consultor especialista en pilotes que cumpla los requisitos indicados la Subsección 551.11. Si las pruebas de carga dinámica no son requeridas, el Contratante realizará el análisis por ecuación de onda.

Se someterá la información siguiente del equipo propuesto de hincadura, por lo menos con 30 días de anticipación a su uso. Cuando se pidan pruebas de carga dinámica en el contrato, se debe presentar un análisis por ecuación de onda realizado por un consultor especialista en pilotes que cumpla los requisitos indicados la Subsección 551.11. Si las pruebas de carga dinámica no son requeridas, el Contratante realizará el análisis por ecuación de onda.

(1.1) General: Se indicarán en la estructura y el proyecto, el Contratista o Subcontratista de hincado de pilotes, y los métodos auxiliares de instalación como chorros a presión, perforación previa, y el tipo y uso del equipo.

(1.2) Martinete: Se indicarán el fabricante, modelo, tipo, número de serie, energía nominal (\_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ longitud de carrera) y modificaciones.

(1.3) Amortiguador del martillo: Se indicarán material, grosor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).

(1.4) Cabezal de martinete. Se indicarán asa del cabezal y sus accesorios.

(1.5) Amortiguador del pilote: Se indicarán el material, grosor, área, módulo de elasticidad (E) y coeficiente de restitución (e).

(1.6) Pilote: Información sobre tipo de pilote, longitud en metros, peso por metro, grosor de las paredes, remate de la punta, área de cortes transversales, capacidad de soporte de diseño descripción de empalme y descripción del tratamiento de la punta.

(2) Ecuación de onda: El número requerido de golpes del martinete, indicado por la ecuación de onda a la capacidad soportante última del pilote, deberá ser entre 3 y 10 por cada 25 mm.

Se utilizan las siguientes eficiencias del martillo en el análisis de la ecuación de onda, a menos que esté disponible una información más específica de la eficiencia del martillo.

*Tabla 551-1*

**Eficiencia de los martillos para el análisis de la ecuación de onda**

<b>Tipo de martillo</b>	<b>Eficiencia en porcentajes</b>
De acción simple de aire / vapor	67
De doble acción simple de aire / vapor	50
Diesel	72

Además, el esfuerzo del pilote resultado del análisis de la ecuación de onda, no se debe exceder de los valores que amenacen la antigüedad del pilote. El punto de posible daño, es definido para acero, concreto, y madera como sigue:

(2.1) Pilotes de acero: Esfuerzo de compresión del hincado, limitado a 90 % del esfuerzo máximo de cedencia, del acero del pilote.

(2.2) Pilotes de concreto: Los esfuerzos de hincadura en tensión (TS) y compresión (CS) limitados a:

$$TS \leq 0,25 f_c' \frac{1}{2} + EPV$$

$$CS \leq 0,85 f_c' - EPV$$

donde:

$f_c'$  = esfuerzo de compresión del concreto a los 28 días, en megapascales.

EPV = valor del preesfuerzo efectivo.

(2.3) Pilotes de madera: Limitar el esfuerzo de compresión de hincadura a 3 veces el esfuerzo permitido para diseño estático.

(3) Energía mínima del martinete: La energía del equipo de hincadura presentada para aprobación y fijada por el fabricante, debe ser, al menos, la energía especificada en Tabla 551-2, que corresponde a la capacidad última requerida del pilote.

Tabla 551-2

**Energía mínima del martinete**

<b>Capacidad última del Pilote (kilonewtons)</b>	<b>Energía mínima promedio del martinete (kilojoules)</b>
≤ 800	14,0
1330	12,2
1600	28,1
1870	36,0
2140	44,9
2400	54,4
> 2400	Se requiere ecuación de onda

(c) Accesorios para el hincado

(1) Amortiguador del martinete: Se debe proveer todo el equipo de hincadura de pilotes de impacto, a excepción de los martinetes de gravedad, con un amortiguador suficientemente grueso para prevenir daños al martinete o al pilote y para garantizar un comportamiento uniforme del hincado. Se deben fabricar amortiguadores de martinetes durables, de acuerdo a las recomendaciones de los fabricantes. No se debe usar madera, pita o asbesto en los amortiguadores. Se colocará una placa de cerrojo en el amortiguador, como lo recomiende el fabricante del martinete, para asegurar una compresión uniforme del material. Se realizará una inspección del amortiguador del martinete, en la presencia del Contratante, al inicio de la hincadura de pilotes en cada estructura, o después de cada 100 horas de hincado, lo que sea menor. Se debe reemplazar el amortiguador cuando el grosor se haya reducido en un más del 25 % de su espesor original.

(2) Cabezal del pilote: Se deben proveer cabezales adecuados para los martinetes de impacto, y también cabezales apropiados, mandril y otros aditamentos para pilotes especiales, de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Se alineará el cabezal del pilote en paralelo con el martinete y el pilote. Se calzará el cabezal alrededor del pilote, para prevenir fuerzas torcionales durante la hincadura, mientras se mantiene un alineamiento apropiado del martinete y el pilote.

(3) Guías del pilote: Se soportarán los pilotes en línea y posición por medio de guías, durante la hincadura. Se construirán las guías de seguimiento del pilote de manera que permitan un movimiento libre del martinete, y que al mismo tiempo, mantengan un alineamiento paralelo del martinete y el pilote. No se deben usar guías oscilantes, salvo que sea permitido y especificado por escrito en el contrato. Cuando se permiten guías oscilantes se deben calzar en la entrada del pilote con la base de las guías y si se usan pilotes inclinados con un puntal horizontal entre la grúa y la guía. Se empotrarán adecuadamente las guías en el suelo, o se fijará el pilote a un marco estructural, (plantilla) para mantener un alineamiento adecuado. Se proveerán guías de pilotes con longitud suficiente, para que no requieran un seguidor pero que permitan un alineamiento adecuado de los pilotes inclinados.

(4) Seguidores (zancos): Los seguidores o zancos no son permitidos excepto si son aprobados por escrito. Cuando los seguidores son permitidos se hincará el primer pilote en cada cimiento o estructura y de ahí en adelante cada décimo pilote debe tener la longitud total sin seguidor, que asegure que se está obteniendo el empotramiento adecuado para desarrollar la capacidad última requerida. Se proveerá un seguidor de material y dimensiones que permitan que los pilotes sean hincados hasta la profundidad requerida. Se soportarán y mantendrán el seguidor y el pilote con un alineamiento apropiado durante el hincado.

(5) Chorro a presión (Jet): No se usarán chorros de agua a presión para perforación si no son previamente aprobados por escrito por el Contratante. Se debe usar un equipo de chorros a presión de agua, con capacidad suficiente para procurar una presión consistente, equivalente a por lo menos 700 kilopascales, con dos boquillas de chorro a presión de 20 mm. Los chorros a presión no deben afectar la estabilidad lateral del pilote final colocado. Se removerán los tubos del chorro a presión cuando el extremo del pilote esté al menos a 1,5 metros sobre la elevación prescrita, o se hincará el pilote hasta la capacidad última requerida con un martinete de impacto. Si es necesario se debe controlar, tratar y botar toda el agua del chorro a presión en una forma aprobada.

(6) Amortiguador de pilote: Para los pilotes de concreto se debe utilizar un amortiguador nuevo para proteger la cabeza. El amortiguador debe cortarse con un espesor de por lo menos 100 mm y de forma que coincida con la sección transversal de la parte superior del pilote. Se debe sustituir el amortiguador si éste se encuentra comprimido más de la mitad de su espesor original o si comienza a quemarse. Tanto en los pilotes de acero como en los de madera, se deben proteger con un capuchón de hincado aprobado. Los pilotes de madera deben rodearse con collares o bandas metálicas aprobadas para evitar que se resquebrajen o se astillen. Sustituya los capuchones cuando se dañen. No deben reutilizarse los amortiguadores o los capuchones.

(7) Punteras: Cuando esté especificado, deben proporcionarse punteras para proteger la punta del pilote contra daños durante la hinca. Las punteras deberán ser fabricadas con la forma requerida para ser colocadas ajustadamente en la punta del pilote. Los pilotes de concreto se unen con la puntera usando pasadores u otros métodos aprobados. En los pilotes de acero las punteras se colocan directamente, soldándolas al pilote sin esforzar el alma o el ala. Para los pilotes de madera, se conforma cuidadosamente la punta para asegurar un soporte uniforme de la puntera. En los pilotes de madera tratada se debe aplicar 2 capas de una solución de alquitrán a todos los agujeros, cortes y casquillos de hincado.

#### **551.04 Longitud de los pilotes.**

Se deben usar pilotes con suficiente longitud para obtener la penetración requerida y para extenderlos, en el caso que así lo requiera la capacidad soportante de la fundación, como se indica en los planos. Cuando se soliciten pilotes de prueba se deben proveer pilotes con la longitud determinada para los pilotes de prueba.

#### **551.05 Pilotes de prueba.**

Se instalarán pilotes de prueba cuando se especifique en el contrato. Se excavará el terreno en el sitio de cada pilote de prueba o pilote de producción hasta la profundidad de fundación, antes de que el pilote sea hincado. Se proveerán pilotes de prueba más largos que la longitud estimada de los pilotes definitivos. Se hincarán los pilotes de prueba con el mismo equipo que se usará en los pilotes definitivos.

Se hincarán pilotes de prueba a la capacidad última requerida hasta la profundidad estimada del extremo inferior. Se dejarán los pilotes de prueba, que no alcancen la capacidad última requerida a la elevación estimada del extremo en reposo por 24 horas antes de volver a hincarlos. Se preparará el martinete antes de empezar a hincar, aplicando por lo menos 20 golpes a otro pilote. Si aún la capacidad última requerida no se alcanzara al volver a hincarlo, se hincará una parte o todos los pilotes de prueba restantes, y se repetirán el reposo y re-hincadura siguiendo los procedimientos descritos. Se empalmarán y continuarán hincando pilotes hasta obtener la capacidad última requerida.

Los pilotes de prueba que se usen en la estructura definitiva deben ajustarse a los requisitos de los pilotes definitivos. Los pilotes de prueba que no sean incorporados en la estructura definitiva deben ser removidos hasta al menos 0,5 m bajo el nivel final terminado de la fundación.

#### **551.06 Capacidad de soporte del pilote.**

Se hincarán pilotes con la penetración específica y a la profundidad necesaria para obtener la capacidad última requerida. Se empalmarán los pilotes que no obtengan la capacidad última requerida a la longitud indicada, hincándolos con un martinete de impacto hasta que se alcance esa capacidad requerida.

Se debe utilizar la ecuación de onda para determinar la capacidad última del pilote hincado en sitio.

(a) Ecuación de onda. La penetración adecuada será obtenida cuando los criterios especificados de la resistencia en la ecuación de onda se alcanzan a menos de 1,5 m de la elevación de punta señalada. Se hincan los pilotes que no alcanzan la resistencia especificada dentro de estos límites a una penetración determinada por el Contratante.

(b) Fórmula dinámica. Se deben hincar los pilotes a la penetración necesaria para obtener la capacidad última del pilote según la siguiente ecuación:

$$R_u = (7\sqrt{E} \log (10N)) - 550$$

donde:

$R_u$  = capacidad última de pilote en kilonewtons

$E$  = energía del martillo de golpe del espolón observado o medido en campo según el fabricante, en joules

$\log(10 N)$  = el logaritmo de base 10 de 10 multiplicado por  $N$

$N$  = El número de golpes del martillo por 25 milímetros en la penetración final.

Resolviendo para  $N$ :

$N = 10^x$

$$x = \left( \frac{R_u + 550}{7\sqrt{E}} \right)$$

Factor de seguridad = 3,0

(1) Pilotes hincados con chorro a presión (jet): Después de hincar el pilote con chorro a presión y de que las tuberías del chorro a presión hayan sido removidas, se determina la capacidad última de los pilotes hincados, basada en el impacto del conteo de golpes del martinete (fórmula dinámica). Después de que la longitud necesaria para la penetración del pilote sea determinada para producir la capacidad última requerida por medio del impacto del conteo de los golpes de martinete, se deben instalar los pilotes restantes en cada grupo o en cada cimiento, a profundidades y usando métodos similares. Se confirmará el alcance de la capacidad última requerida usando la fórmula dinámica.

(2) Condiciones para la fórmula dinámica: La fórmula dinámica es aplicable únicamente si lo siguiente es válido:

(2.1) El martinete está en buena condición y operando en forma satisfactoria

(2.2) El mazo del martinete cae libremente

(2.3) No se usa un seguidor



(2.4) La corona del pilote no está barrida (astillada) ni aplastada

#### **551.07 Perforación previa.**

Se usarán barrenos, taladros de rotación húmeda, o cualquier otro método de perforación aprobado.

En terraplenes compactados de más de 1,5 m de espesor se perfora el agujero del pilote hasta alcanzar la tierra natural. Se perforan los huecos con un diámetro de 150 mm mayor que el diámetro del pilote. Para pilotes cuadrados, rectangulares o H, el diámetro del orificio debe ser igual a la diagonal de la sección transversal del pilote más 150 mm.

Para pilotes hincados en roca o capa dura, tosca, suelo rígido o arcilla compacta, la perforación previa puede extenderse hasta la superficie de la roca, suelo rígido o arcilla compacta. El pilote debe apoyarse en tal estrato.

Para pilotes que no son hincados en roca, suelo rígido o arcilla compacta se detendrá la perforación por lo menos a 1,5 m sobre la elevación estimada de la punta del pilote y se hincará el pilote con un martinete de impacto a una penetración que cumpla con la capacidad última requerida. La perforación previa debe realizarse con un diámetro menor que el diámetro o la diagonal de la sección transversal del pilote hasta lograr su penetración hasta la profundidad especificada

Si se encuentran obstrucciones en la superficie, como piedras de gran tamaño o capas de rocas, el diámetro del agujero debe aumentarse a la menor dimensión adecuada para la instalación del pilote. Después de completado el hincado, se rellenará cualquier espacio vacío que quede alrededor del pilote con arena u otro material aprobado. No se usarán barrenos de punta o punzones para lograr una perforación previa.

No se debe deteriorar la capacidad de los pilotes existentes o las condiciones de seguridad de las estructuras adyacentes. Si la perforación previa perturba la capacidad de los pilotes o estructuras instaladas previamente, se debe restaurar la capacidad última requerida de pilotes y de las estructuras mediante métodos aprobados.

#### **551.08 Preparación e hincado.**

Se realizará el trabajo según la Sección 208. Todas las cabezas de los pilotes deben ser planas y perpendiculares a su eje longitudinal. Se coordinará el hincado de pilotes de manera que no dañe ninguna de las otras partes del trabajo concluido.

Se hincarán los pilotes dentro de los 50 mm de la ubicación mostrada en los planos a la elevación del corte para cascos doblados y a 150 mm de la ubicación mostrada en el plano para pilotes con casco debajo del nivel del terreno terminado. El pilote no deberá estar a menos de 100 mm de ninguna cara del casco. Se hincarán pilotes de manera que el alineamiento axial esté dentro de los 20 mm por metro del alineamiento requerido. El Contratante puede detener el hincado, para revisar el alineamiento de pilotes, que no pueden ser inspeccionados internamente después de instalados antes de que los últimos 1,5 m sean hincados. No se deben jalar o empalmar lateralmente los pilotes para corregir algún desalineamiento. No se debe empalmar una sección alineada a una sección desalineada de pilotes.

Se colocarán pilotes individuales en grupos de pilotes en cualquiera de estas formas. Iniciando desde el centro del grupo y procediendo hacia afuera en las dos direcciones o iniciando desde la hilera de afuera y procediendo progresivamente a través del grupo.

Se corregirán de manera aprobada todos los pilotes hincados inapropiadamente, tales como los que queden fuera de la ubicación correcta, los desalineados, o los hincados debajo el corte de elevación designado. Se reemplazarán los pilotes dañados durante la operación de hincado. Se obtendrá aprobación de los métodos propuestos para reparar y corregir deficiencias.

(a) Pilotes de madera: No deben usarse pilotes de madera con grietas de más de 15 mm de ancho. Se usarán pilotes de madera tratada, dentro de los 6 meses posteriores al tratamiento. La manipulación y cuidado de

los pilotes tratados a presión se hará de acuerdo al estándar M4 de la AWPA.

Se moldeará cuidadosamente el final del pilote para asegurar un soporte uniforme de la zapata del pilote. Se sujetará firmemente la zapata al pilote. Se tratarán todos los agujeros, cortes o cascotes en los pilotes tratados, con 2 aplicaciones con brocha de una solución de creosota–alquitrán de carbón.

(b) Pilotes de acero: Se deben usar pilotes de longitud total requerida, sin empalmes, para longitudes de hasta 18 metros. Si se requieren empalmes en el primer pilote hincado y se prevé que los siguientes pilotes los requerirán también, se colocarán los empalmes en el tercio inferior del pilote. No se permitirán empalmes con una longitud menor de 3 metros, no son permitidos, y no podrán hacerse más de 2 empalmes por pilote.

Los pilotes se cargarán, transportarán, descargarán, almacenarán y manipularán de tal manera que el metal se mantenga limpio y libre de daños. No se usarán pilotes que excedan la contraflecha y curvatura permitida como tolerancia al fabricante. Los pilotes de acero dañados durante la instalación no serán aceptados, a no ser que la capacidad de soporte esté probada para un 100 % la capacidad última requerida por pruebas de carga. Las pruebas de carga se efectuarán sin costo alguno para el Contratante.

(c) Pilotes de concreto prefabricado y preesforzado: Se debe dar apoyo a los pilotes de concreto durante la elevación o el transporte en los puntos mostrados en los planos o, si no están mostrados, se debe proporcionar soporte en cada cuarto punto. Se proporcionarán cables de acero u otros equipos al levantar o transportar pilotes de concreto para evitar que éste se doble o se le quiebren los bordes.

Se protegerán las cabezas de los pilotes de concreto con un amortiguador de por lo menos 100 mm de espesor. Se ajustará el amortiguador (cortando si es requerido), para que calce con la sección transversal de la parte superior del pilote. Se reemplazará el amortiguador del pilote si se ha comprimido más de la mitad de su espesor original o si se empieza a quemar. En este caso, se proveerá un amortiguador nuevo para cada pilote.

Se rechazarán los pilotes de concreto con resistencia reducida a causa de defectos externos tales como escamaduras y grietas, o defectos internos como cavidades reveladas con pruebas no destructivas.

(d) Pilotes tubulares o de corazas rellenas de concreto: Se deben usar y manejarán las corazas de acero o pilotes tubulares, de acuerdo con la Sección (b) anterior. Las zapatas de corte para las corazas o tubos pueden estar dentro o fuera de ellos. Se usará acero estructural con alto contenido de carbón con un borde maquinado para soporte de las corazas o acero fundido con un borde diseñado para unirse con soldadura simple.

Cuando sea práctico, se hincarán todos los pilotes o corazas de un cimiento, antes de colocar concreto en cualquiera de las corazas o tubos. No se hincarán corazas de tubos, o tubos a menos de 5m de distancia de cualquier pilote tubular o de coraza relleno de concreto, hasta que el concreto tenga una curación de por lo menos 7 días; o de 3 días si se usa concreto de alta resistencia. No se hincará ningún pilote tubular o coraza después de haber sido relleno con concreto.

Se removerán y repondrán corazas que sean determinadas como inaceptables para usarse, debido a grietas, curvaturas o torceduras.

#### **551.09 Empalmes.**

Se someterán a aprobación previa los detalles de la construcción de las secciones del pilote y se cumplirán las especificaciones siguientes:

(a) Pilotes de acero: Se exigirá certificación para cada soldador. Para soldadura estructural sólo podrán emplearse soldadores certificados.

Se alistarán las superficies que van a ser soldadas, dejándolas lisas, uniformes y libres de escamas sueltas, grasa o cualquier material que impida una soldadura apropiada. El acero debe ser cortado con oxiacetileno. Vaciado con arco de carbón o esmerilado, también pueden ser usados para preparar las juntas.

El proceso de soldadura cumplirá la norma AASHTO y/o AWS D1.5 del Código o norma de soldadura para Puentes. Se soldará la sección transversal total del pilote para las juntas acanaladas, de acuerdo con la norma AWS, sin dejar evidencia visual de grietas, falta de fusión, adelgazamiento, exceso de conductos, porosidad o un

espesor inadecuado. Empalmes prefabricados pueden ser usados en lugar de juntas acanaladas soldadas en sitio con penetración total.

(b) Empalmes de pilotes de concreto: Usar dovelas u otro medio mecánico aceptable para empalmar pilotes de concreto prefabricado o preesforzado. Se deben proporcionar los detalles de los empalmes propuestos para su aprobación.

Si se utilizan dovelas, se colocan éstas en el extremo del pilote a empalmar, introduciéndolas en los agujeros correspondientes en la cabeza del pilote hincado. Se deben aserrar los agujeros para proporcionar un enlace mecánico apropiado. Separar los extremos de los pilotes por lo menos 13 milímetros. Se limpian todas las superficies y agujeros del pasador o dovela. Aplicar lechada para fijar los pasadores en su lugar y esperar a que la lechada cure. Colocar formaleta en el empalme e inyecte con un adherente capaz de soportar el impacto y las fuerzas impulsoras, debiendo tener la misma resistencia a la compresión que el pilote. Se deben seguir las recomendaciones del fabricante con respecto al uso y al curado de lechadas y productos de adherencia.

Los empalmes manufacturados se deben adosar a los pilotes de concreto siguiendo las recomendaciones del fabricante. El empalme soportará fuerzas en compresión, en tensión y flexión, igual o mayores a la resistencia del pilote empalmado.

(c) Extensión de pilotes de concreto

(1) Pilotes de concreto prefabricados: Se extenderán los pilotes de concreto prefabricado removiendo el concreto al final del pilote y dejando 40 diámetros de armadura de acero expuesto. Se removerá el concreto para producir una cara perpendicular al eje del pilote. Se amarrará la armadura de refuerzo, del mismo tamaño que la usada en el acero de refuerzo de la proyección del pilote. Se colocará encofrado en la extensión para prevenir derrames de mortero a lo largo del pilote.

Inmediatamente antes de vaciar el concreto, humedecer completamente la parte superior del pilote, y cubrir con una capa delgada de cemento puro, un mortero mezclado o cualquier otro material adecuado para adherencia. Se colocará concreto de la misma mezcla, diseño y calidad que el usado en el pilote. Se dejará el encofrado en su lugar por no menos de 7 días después de vaciado el concreto. Se curará y acabará de acuerdo con lo especificado en la Sección 552.

(2) Pilotes de concreto preesforzado: Extender los pilotes de concreto preesforzado como se indica en el párrafo anterior (b). Incluir acero de refuerzo en la cabeza del pilote para empalmar las barras de extensión. No deben hincarse pilotes de concreto preesforzado con extensión.

(d) Pilotes de madera: No deben empalmarse los pilotes de madera.

#### **551.10 Pilotes que emergen luego de hincarse.**

Deben revisarse los pilotes que se elevan durante la operación de hincadura. Se tomará una lectura del nivel inmediatamente después de que cada pilote es hincado (y también después de que pilotes que han sido hincados dentro de un radio de 5 metros). Se rehincarán los pilotes que se eleven más de 5 milímetros con la penetración o resistencia que estén especificadas.

#### **551.11 Pruebas de carga de pilotes.**

No se requieren pruebas de carga de los pilotes, a menos que se especifique lo contrario en el contrato.

(a) Pruebas de carga dinámica: Se debe contratar a un consultor especialista en pilotes, con 3 años de experiencia por lo menos, en pruebas de carga dinámica para que efectúe pruebas y las analice de acuerdo con el programa de análisis CAPWAP y la ecuación de hincadura, incluyendo el análisis especificado en la Subsección 551.03 b. Se debe presentar el currículum vitae del consultor especialista, para su aprobación previa.

Se usará un refugio para proteger y resguardar el equipo para pruebas de carga dinámica. Se situará el refugio dentro de 15 metros del sitio de prueba. El refugio tendrá piso de un tamaño mínimo de 6 metros cuadrados y una altura al cielo raso de 2 metros. Se mantendrá la temperatura interior entre 10 y 35 °C.

Se debe usar el equipo y realizar las pruebas de carga dinámica de acuerdo con la norma ASTM D 4945, bajo la supervisión del Contratante.

Los pilotes designados como pilotes para prueba de carga se colocarán en posición horizontal y sin contacto con los otros pilotes. Perforar agujeros para montar los instrumentos cerca de la corona del pilote. Montar los instrumentos y tomar medidas de la velocidad de onda. Colocar los pilotes designados en las guías. Proveer una plataforma rígida de por lo menos 1,2 por 1,2 metros con una baranda de seguridad de 1,1 metros, que se pueda llevar a la parte superior del pilote.

Hincar el pilote a la profundidad en la cual se alcanza la capacidad última requerida, indicada por la prueba dinámica. En caso de ser necesario mantener los esfuerzos del pilote por debajo de los valores de la Subsección 551.03(b)(2), reducir la energía de hincado transmitida al pilote usando amortiguadores adicionales o reduciendo la energía de salida del martillo. Si se indica la hincada no axial, se realinea inmediatamente el sistema de hincado.

Por lo menos 24 horas después del hincado inicial, re-hincar cada pilote de prueba dinámica con el instrumental adherido. Calentar el martinete antes de re-hincar, aplicando al menos 20 golpes a otro pilote. Re-hincar el pilote de prueba dinámica con una penetración máxima de 150 mm, y un máximo de 50 golpes o el rechazo, lo que ocurra primero. El rechazo de hincado se define con 15 golpes por 25 milímetros para pilotes de acero; 8 golpes por 25 milímetros, para pilotes de concreto; y 5 golpes por 25 milímetros, para pilotes de madera.

Verificar las suposiciones usadas inicialmente en el análisis de la ecuación de onda propuesta de acuerdo con la Subsección 551.03(b), usando CAPWAP. Analizar un golpe de hincadura original, y un golpe de rehincadura por cada pilote probado.

Efectuar análisis de ecuación de onda adicionales con ajustes, basados en los resultados CAPWAP. Proveer un gráfico que muestre, el conteo de golpes contra la capacidad final. Para martinetes de diesel de final abierto, se efectuará un conteo de golpes contra un gráfico de golpes a su capacidad última. Se efectuarán esfuerzos de hincadura, energía transferida y capacidad del pilote, como una función de profundidad para cada prueba de carga dinámica.

Basándose en resultados de la prueba dinámica de carga, análisis CAPWAP y análisis de ecuación de onda, se aprobará o se rechazará el criterio de hincadura y la elevación requerida; o especificar o pedir pilotes de prueba y pruebas de carga adicionales. Esta información se entregará dentro de los 7 días después de recibida la orden respectiva, con toda la información requerida de pruebas para los pilotes de pruebas hincados.

(b) Prueba de carga estática: Se realizarán pruebas de carga estática de acuerdo a ASTM D 1143, usando el método de prueba rápida de carga, excepto como se indica posteriormente. Se someterán planos del aparato propuesto de carga, para su aceptación de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Planos preparados por un Ingeniero profesional.
- (2) Provisión de un sistema de carga capaz de aplicar 150 % de la capacidad última del pilote o 9000 kilonewtons, cual quiera que sea menor.
- (3) Construcción de un aparato que permita incrementos de carga aplicados gradualmente, sin causar vibraciones en el pilote de prueba.

Cuando se requieren pilotes de tensión (ancla), se colocarán en el lugar de los pilotes permanentes, cuando sea factible. No deben usarse pilotes cónicos de madera instalados en lugares permanentes, como pilotes de tensión. Se harán pruebas de caída de émbolo o se medirá la capacidad de carga del sistema, cualquiera que ocurra primero.

La carga axial permitida del pilote, se define como el 50 % de la carga de falla. La carga de falla se define como sigue:

- Para pilotes de 600 mm o menos de diámetro o de ancho en diagonal, la carga que produce falla de la cabeza del pilote debe ser:

$$S_f = S + (3,8 + 0,008 D)$$

- Para pilotes con un diámetro o un ancho diagonal mayor de 600 mm debe ser:

$$S_f = S + D/30$$

en donde:

$S_f$  = Asentamiento de caída en milímetros

$D$  = Diámetro del pilote o ancho diagonal en milímetros

$S$  = Deformación elástica del pilote en milímetros

Se determinará la elevación superior del pilote de prueba inmediatamente después de hincar y de nuevo antes de la prueba de carga para determinar el levantamiento. Se esperará un mínimo de 3 días entre el hincado de cualquier anclaje o pilote de prueba y el inicio de la prueba de carga. Antes de hacer pruebas se re-hincará a la elevación original cualquier pilote que se eleve más de 6 milímetros.

Después de completar la prueba de carga se removerá o cortará cualquier pilote de prueba o anclaje que no sea parte de la estructura a, por lo menos 0,5 metros bajo la parte superior de la fundación o de la elevación final del suelo.

Basándose en los resultados de la prueba de carga estática la solicitud del criterio de hincadura y la ejecución, en la elevación final, los pilotes pueden ser aprobados o requerirse pruebas de carga adicionales. Esta información debe darse dentro de los 7 días después de recibida la solicitud, así como toda la información requerida para los pilotes de prueba hincados.

#### **551.12 Corte de pilotes.**

Cortar las cabezas de los pilotes permanentes y las corazas de los pilotes a la elevación requerida. Cortar limpia, recta y paralelamente a la cara del miembro estructural en el cual los pilotes son empotrados. Eliminar los cortes sobrantes de acuerdo a la Subsección 203.05 (a).

(a) Pilotes de acero: No pintar la parte del pilote que quede empotrada en el concreto. Antes de pintar el pilote de acero expuesto, se debe limpiar cuidadosamente la superficie de metal de manera que no quede ninguna sustancia que impida que la pintura se adhiera. Se usará el sistema 2 de pintura de color aluminio, de acuerdo a lo especificado en Sección 563. Pintar porciones del caballete completo o de otros pilotes expuestos, hasta no menos de 1 metro debajo de la superficie final del terreno, o del nivel de agua, con una primera capa de base y dos capas finales. Las capas se deben aplicar en el campo; antes que el pilote sea hincado. Los pilotes expuestos sobre la superficie final del terreno o del nivel de agua, se pintarán con una capa final de pintura de acabado.

(b) Pilotes de madera: Tratar las cabezas de los pilotes de madera que no vaya a quedar empotrada en el concreto, con alguno de los siguientes métodos:

(1) Reducir el contenido de humedad de la madera a no más de un 25 %, sin humedad libre en la superficie. Aplicar con brocha una solución de creosota y alquitrán de hulla, como se requiere en los estándares AWPA.

Construir arriba una capa protectora aplicando capas alternativas de tela de algodón suelto y asfalto caliente o alquitrán, en forma similar a una membrana a prueba de agua, usando 3 capas de asfalto o alquitrán y 2 capas de tela de algodón. La tela deberá ser por lo menos 150 mm más ancha en cada dirección que el ancho del pilote. Doblar la tela hacia abajo sobre el pilote y fijar los bordes con dos vueltas de alambre galvanizado de un diámetro mínimo de 3 milímetros. Aplicar luego una capa final de asfalto o alquitrán, para cubrir el alambre. Recortar limpiamente la tela debajo de los alambres.

(2) Cubrir la superficie aserrada con 3 aplicaciones de una mezcla caliente de 60 % de creosota y 40 % de alquitrán caliente o, cuidadosamente, aplicar con brocha 3 capas de creosota caliente y cubrir con alquitrán caliente. Colocar una tapa de lata de metal galvanizado sobre la capa aplicada y doblar hacia abajo sobre los lados de cada pilote.

**551.13 Pilotes rechazados.**

Corregir los pilotes rechazados aplicando un método probado. Los métodos para corregir estos pilotes pueden ser uno o más de los siguientes:

- (a) Usar el pilote con capacidad reducida
- (b) Instalar pilotes adicionales
- (c) Reparar pilotes dañados
- (d) Sustituir pilotes dañados

**551.14 Colado de concreto en corazas o pilotes tubulares.**

Después del hincado limpiar el interior de las corazas y pilotes tubulares removiendo todo material suelto. Mantener la coraza y los pilotes tubulares sellados al agua en cuanto es posible. Proveer equipo apropiado para inspeccionar interiormente la superficie completa de la coraza o pilote tubular hincado, inmediatamente antes de vaciar el concreto.

(a) Acero de refuerzo: Cuando se requiera acero de refuerzo su espaciamiento debe ser de por lo menos 5 veces el tamaño máximo del agregado en el concreto.

Amarrar firmemente los espaciadores de concreto, o cualquier otro espaciador aprobado en 5 puntos alrededor del perímetro de la jaula de acero de refuerzo. Instalar espaciadores a intervalos que no excedan de 3 metros medidos a lo largo de la longitud del encofrado.

Colocar la jaula de refuerzo en la coraza o pilote tubular hincado cuando el concreto alcance la elevación inferior planeada para el refuerzo. Soportar el refuerzo de manera que quede dentro de 50 milímetros de la ubicación vertical requerida. Soportar la jaula desde arriba hasta que el concreto alcance la parte superior del pilote.

(b) Concreto: El concreto se preparará de acuerdo con la Sección 552. Colocar en una operación continua desde el fondo hacia arriba del pilote. Antes del fraguado inicial del concreto se deben compactar los 3 metros superiores del pilote de concreto usando un equipo vibratorio que haya sido aprobado.

**551.15 Aceptación.**

El material de los pilotes será evaluado en las Subsecciones 107.02 y 107.03.

Se deben proveer certificaciones de producción con cada embarque de lo siguiente:

- a. Pilotes prefabricados de concreto.
- b. Pilotes de cubierta de acero, perfil H, cubiertas de acero, y tubos de acero.
- c. Pilotes de madera tratada. Marcar cada pilote con una señal de identificación y con la fecha de inspección.

El hincado de pilotes y el trabajo relacionado con ello serán evaluados según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El concreto para corazas de acero y pilotes tubulares serán evaluados según la Sección 552.

Acero de refuerzo para corazas de acero o pilotes tubulares será evaluado con la Sección 554.

**551.16 Medida.**

La medición de los pilotes se hará de conformidad con los ítems de la Sección 551 enumerados en la oferta según la Subsección 110.02 por metro o por unidad. Cuando la medida sea por metro, se medirá la longitud del pilote desde el corte de elevación hasta la punta.

Se medirán las pruebas de carga de pilote por unidad o por suma global.

Se medirá la perforación previa por metro.

Se medirán los empalmes por unidad, si son requeridos para hincar pilotes en exceso de la elevación estimada de la punta.

Se medirán los pilotes de prueba por metro o por unidad.

**551.17 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se detalla anteriormente, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida de los renglones de pago descritos abajo, mostrados en el cartel de licitación, excepto el concreto de relleno de corazas de acero y pilotes de acero, que será ajustado de acuerdo a la Subsección 107.05. El pago será la remuneración total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

El pago para los pilotes de concreto vaciado o de corazas de acero se hará a un precio determinado, multiplicando el precio unitario del contrato por un factor de pago ajustado (PFa) que se determina como sigue:

$$PFa = 1 - 0,5 (1-PF)$$

en donde:

PF = Factor de pago por concreto, como se determina en esta Sub Sección 551.17.

Los pagos se efectuarán como sigue:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.551.01</b> Pilotes hincados	Metro lineal (m)
<b>CR.551.02</b> Pilotes hincados	Unidad (Und)
<b>CR.551.03</b> Pilotes de prueba de carga	Unidad (Und)
<b>CR.551.04</b> Pilotes de prueba de carga	Suma global (gbl)
<b>CR.551.05</b> Perforación previa	Metro lineal (m)
<b>CR.551.06</b> Emplames cada	Unidad (Und)
<b>CR.551.07</b> Pilotes de prueba	Metro lineal (m)
<b>CR.551.08</b> Pilotes de prueba	Unidad (Und)

**Sección 552.) CONCRETO ESTRUCTURAL**

**552.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en proveer, colocar, acabar y curar concreto en puentes, alcantarillas y otras estructuras.

La clase de concreto estructural es designada como se muestra en la Tabla 552-1.

**552.02 Materiales.**

Estarán de acuerdo con las Subsecciones siguientes:

Aditivos inclusores de aire	711.02
Agregados químicos	711.03
Agregados gruesos para concreto de cemento Pórtland	703.02
Recubrimientos de color	725.24
Materiales para el curado	711.01
Almohadillas elastoméricas de soporte	717.10
Sellos elastoméricos de juntas a compresión	717.10
Agregados finos para concreto de cemento Pórtland	703.01
Puzolanas	725.04
Relleno minerales de hierro y escorias	725.05
Rellenos y selladores de juntas	712.01

Modificador de látex	711.04
Recubrimientos de protección para concreto	725.14
Cemento hidráulico	701.01
Vapores de sílice (microsílice)	725.04
Agua	725.01

### Requerimientos para la construcción

#### 552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto).

Las mezclas de concreto serán diseñadas y producidas en conformidad con la Tabla 552-1 para la clase de concreto especificada. Se determinarán los valores del esfuerzo de diseño de acuerdo con la norma ACI 318. El concreto estructural deberá cumplir las siguientes especificaciones ACI:

- ACI 211.1 Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto normal, pesado y masivo.
- ACI 211.2 Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto estructural liviano
- ACI 211.3 Práctica estándar para la selección de proporciones para el concreto sin revenimiento.

Tabla 552-1

#### Composición del concreto de acuerdo con su clase

Clase de concreto	Contenido máximo min. (kg/m <sup>3</sup> )	Razón máxima A/C	Revenimiento (mm) <sup>(1)</sup>	Contenido de aire <sup>(2)</sup> (%)	Agregado grueso AASHTO M43
A	360	0,49	50 a 100		Nº 57
A (AE)	360	0,44	25 a 100	5,0	Nº 57
B	310	0,58	50 a 100		Nº 357
B (AE)	310	0,58	50 a 100	4,0	Nº 357
C	390	0,49	50 a 100		Nº 7
C (CE)	390	0,44	25 a 100	6,0	Nº 7
D (AE) <sup>(3)</sup>	360	0,40	25 a 75	4,0	Nº 57
E (AE) <sup>(4)</sup>	360	0,40	100 a 150	3,0	Nº 7
P	390	0,44	0 a 100		Nº 67
Sellos	390	0,54	100 a 200		Nº 57

Notas:

- (1) El revenimiento máximo es de 200 mm si el diseño de mezclas aprobado incluye un reductor de agua.
- (2) Concreto con aditivo reductor y retardador de acuerdo al AASHTO M194 tipo D.
- (3) Concreto modificado con látex con 0,31 litros o modificador por kilogramo de cemento.
- (4) Medir el revenimiento 4 a 5 minutos después de que el concreto sea descargado de la mezcladora.

Se deben presentar los diseños de mezcla de concreto de acuerdo con la norma FHWA Form. 1608. Verificar el diseño de mezcla por medio de mezclas de prueba preparadas con material de la misma fuente propuesta para los agregados a usarse. Se someterán diseños escritos de mezclas de concreto para aprobar con por lo menos 36 días antes de iniciar la producción. Cada diseño de mezcla debe incluir lo siguiente:

- (a) Identificación del proyecto.
- (b) Nombre y dirección del contratista y del productor de concreto.



(c) Designación de los diseños de mezcla.  
 (d) Clase de concreto y uso especificado.  
 (e) Proporciones del material.  
 (f) Nombre y lugar de las fuentes del material para agregados, cementos, aditivos y agua.  
 (g) Tipo de cemento y tipo de sustituto del cemento si se usara. La puzolana, relleno mineral o humo sílice, pueden reemplazar parcialmente al cemento en cualquier diseño de mezcla, tal como se indica a continuación, excepto en el concreto preesforzado:

1. Puzolanas.

1.1 Clase F: no más del 20 % del mínimo del peso de cemento Pórtland de Tabla 552-1 se puede reemplazar con puzolana clase F, en proporción de 1,5 partes de puzolana por 1 parte de cemento.

1.2 Clase C: no más de un 25 % del mínimo del peso de cemento Pórtland de Tabla 552-1 puede ser reemplazado por puzolana clase C, en proporción de 1 parte de puzolana por 1 parte de cemento.

2. Escoria de horno o Relleno mineral: no más de un 50 % del mínimo del peso de cemento Pórtland que aparece en Tabla 552-1 puede ser reemplazado con relleno mineral o escorias de hornos, en proporción de 1 parte de relleno por 1 parte de cemento.

3. Vapores de sílice (microsílice): no más de 10 % del mínimo del peso de cemento Pórtland en Tabla 552-1 puede ser reemplazada con sílice firme, en proporción de 1 parte de sílice firme por 1 parte de cemento.

La relación agua/cemento para concreto modificado es la proporción del agua y los pesos combinados del cemento Pórtland y el sustituto del cemento.

(h) Contenido de cemento en kilogramos por metro cúbico de concreto.

(i) Pesos de agregados gruesos y finos, saturado superficie seca, en kilogramos por metro cúbico de concreto.

(j) Contenido de agua (incluyendo humedad libre en el agregado más agua en el tabor, excluyendo la humedad absorbida en el agregado) en kilogramos por metro cúbico de concreto.

(k) Medida de la relación agua / cemento.

(l) Dosificación de aditivos. Aire atrapado puede ser obtenido por medio de cemento Pórtland con inclusores de aire o por el uso de aditivos inclusores de aire. No se deben usar aditivos para acelerar la fragua del concreto si se usa concreto Clase P (preesforzado). No deben mezclarse aditivos químicos de diferentes fabricantes. No deben usarse reductores de agua de alto rango para las losas de los puentes.

(m) Análisis de granulometría de agregados finos y gruesos.

(n) Absorción de agregado fino y grueso.

(o) Gravedad específica bruta seca y saturada de los agregados fino y grueso.

(p) Pesos unitarios secos envarillados de agregado grueso, en kilogramos por metro cúbico.

(q) Módulo de finura (FM) de agregado fino.

(r) Certificaciones de calidad para cemento, aditivos y agregados.

(s) Valores del revenimiento del concreto con o sin reductores de agua.

(t) Valores de contenido de aire en el concreto. Incluir el rango de contenido de aire propuesto para el concreto a ser incorporado en el trabajo. Describir los métodos por los cuales el contenido del aire será monitoreado y controlado. Proveer documentos aceptables expresando que el revenimiento y el esfuerzo de compresión del concreto estarán dentro los límites específicos, a través del rango completo del contenido del aire propuesto.

(u) Peso unitario del concreto.

(v) Resistencia específica de diseño ( $f'_c$ ) y resistencia promedio requerida ( $f'_{cr}$ ) para la mezcla de concreto a los 28 días, con base en la norma ACI 318. Cuando no hay datos suficientes disponibles se selecciona

(f'cr) de la Tabla 552-2. Hasta obtener la resistencia a los 28 días, un diseño de mezcla puede ser aprobado si los resultados de resistencia a la compresión a los 7 días son iguales o superiores al 85 por ciento de la resistencia promedio requerida (f'cr) a los 28 días.

*Tabla 552-2*  
**Resistencia promedio requerida**

<b>Resistencia de diseño (f'<sub>c</sub>) (MPa)</b>	<b>Resistencia promedio requerida (f'<sub>cr</sub>) (MPa)</b>
Menor de 21	f' <sub>c</sub> + 7
21 - 34	f' <sub>c</sub> + 8,5
Mayor de 35	f' <sub>c</sub> + 10

(w) Resultados de la prueba de resistencia a los 7 y 28 días. Cada prueba de resistencia a la compresión consiste en la prueba de dos o más cilindros de la misma edad, de acuerdo con la norma AASHTO T 22.

(x) Muestra de materiales si fuera necesario.

Se inicia la producción únicamente después de que el diseño de mezcla es aprobado.

Si existe un cambio de fuente del material o si el módulo de finura del agregado fino cambia en más de 0,20, se realiza un nuevo diseño de mezcla para ser aprobado

#### **552.04 Manipulación y almacenamiento de materiales.**

Se almacenará y manipulará todo el material de manera que se prevenga la segregación, contaminación, o cualquier otro efecto dañino. No se usará cemento o puzolana que contenga evidencias de contaminación por humedad. Se almacenarán y manipularán los agregados de manera que se asegure un contenido de humedad uniforme en el momento de mezclarlos.

#### **552.05 Medida de materiales.**

El concreto se dosificará con el acuerdo al diseño de mezcla aprobado y a las siguientes tolerancias:

*Tabla 552-3*  
**Tolerancias en la dosificación en la mezcla de concreto**

<b>Materiales</b>	<b>Tolerancia (%)</b>
Cemento	± 1 %
Agua	± 1 %
Agregado	± 2 %
Aditivo	± 3 %

Puede usarse un sistema volumétrico calibrado si se mantienen las tolerancias especificadas.

#### **552.06 Plantas de dosificación, mezcladoras y agitadores.**

Usar plantas de dosificación, mezcladoras y agitadoras conforme a AASHTO M157. El equipo de mezclado volumétrico continuo debe estar conforme a AASHTO M241.

**552.07 Mezcla.**

Mezclar el concreto en una planta mezcladora central o en camiones mezcladores. Operar todo el equipo dentro de la capacidad recomendada por el fabricante. Producir concreto de una consistencia uniforme.

(a) Planta central de mezclado: Agregar aditivos líquidos por medio de un medidor de fluidos. Usar con suficiente capacidad para medir, de una sola vez la cantidad completa de aditivo requerido para cada bache. Si se usa más de un aditivo, se debe dispensar cada uno con equipo separado.

Cargar primero el agregado grueso, un tercio del agua y todo el aditivo inductor de aire dentro de la mezcladora, y luego se agregará el material restante.

Mezclar por lo menos durante 50 segundos. Iniciar el conteo del tiempo de mezcla después de que todo el cemento y el agregado estén en el tambor. Se agregará el agua restante durante el primer cuarto del tiempo de mezcla. El tiempo de transferencia entre tambores de mezcladoras de tambor múltiple se incluye en el tiempo de mezcla. El tiempo termina cuando se abre el conducto de descarga.

Se removerá el contenido de una mezcladora individual antes de que el bache siguiente sea cargado en el tambor.

(b) Mezcla en camión: No deben usarse mezcladoras que tengan alguna parte de las paletas con un desgaste mayor de 25 milímetros respecto a la altura original de fábrica. No se usarán mezcladoras y agitadores con concreto endurecido o con mortero acumulado en el tambor de la mezcladora.

Se cumplirán las siguientes acciones:

- Agregar los aditivos al agua de la mezcla antes o durante el mezclado.
- Cargar el bache dentro del tambor de manera que una porción del agua de la mezcla entre antes que el cemento.
- Mezclar cada tanda de concreto de acuerdo con la norma AASHTO M 157.

**552.08 Entrega.**

La producción y entrega del concreto debe permitir una colocación continua que no alcance el fraguado inicial del concreto restante, que será vaciado adyacentemente a él. Se usarán métodos de entrega, manejo y colocación que minimicen la remezcla del concreto, y prevengan cualquier daño a la estructura.

No se colocará concreto que haya desarrollado un fraguado inicial. Nunca se remezclará el concreto agregándole agua.

Si es aprobado un aditivo a usarse en la mezcla de concreto, a efecto de estabilizar la hidratación, debe entregarse y colarse el concreto dentro del límite de tiempo de diseño aprobado para la descarga. Se limita las pérdidas de revenimiento a no más de 50 mm durante el período de estabilización. Se puede utilizar un activador de hidratación aprobado y compatible en las descargas para asegurar colocación y prueba apropiada.

Para la entrega del concreto se usará alguno de los siguientes medios:

(a) Camión mezclador/agitador: Se usará la velocidad de agitación para todo el tiempo de mezcla. Cuando un camión mezclador o agitador se use para transportar concreto, que ya está completamente mezclado en una mezcladora central estacionaria, se seguirá agitando durante el transporte a la velocidad de agitación recomendada por el fabricante.

**Tiempos límite de remezclado y de descarga del concreto**

<b>Tipo de cemento</b>	<b>Aditivos</b>	<b>Tiempo límite de remezclado (horas)</b>	<b>Tiempo límite de descarga (horas)</b>
Tipo I, IA, II, IIA, V, o cemento hidráulico aprobado	Ninguno	0,75	1,00
Tipo I, IA, II, IIA, V, o cemento hidráulico aprobado	AASHTO M 194, type B, D, or G	1,25	1,50
Tipo I, IA, II, IIA, V, o cemento hidráulico aprobado	Estabilizador de hidratación	3,00	Tiempo límite de descarga del diseño aprobado, 3,5 como máximo
Tipo III <sup>(1)</sup>	Ninguno	0,50	0,75
Tipo III <sup>(1)</sup>	AASHTO M 194, tipo B, D, o G	1,00	1,25

(1) AASHTO M 85, tipo III.

(b) Equipo sin agitación: Se podrá usar equipo sin agitación para transportar concreto, si la descarga del concreto se concluye en el transcurso de 20 minutos, desde el inicio de la adición del cemento al tambor de la mezcladora. Usar contenedores metálicos, herméticos que sean capaces de descargar el concreto a una velocidad controlada, sin segregación. Usar cobertores cuando se necesiten para su protección.

#### **552.09 Control de calidad de la mezcla.**

Suministrar y seguirá un plan de control de calidad de acuerdo con las Secciones 153 y 154 según sea pertinente y considerando además, lo que sigue:

(a) Mezcla: Se debe asignar un técnico en concreto hidráulico, experimentado y competente, para que permanezca en la planta mezcladora a cargo de las operaciones y que sea responsable de la totalidad del control de calidad, incluyendo:

- 1 Correcto almacenamiento y manejo de todos los componentes de la mezcla.
- 2 Correcto mantenimiento y limpieza de planta, camiones y otro equipo.
- 3 Pruebas de gradación de agregados finos y gruesos.
- 4 Determinación del módulo de finura del agregado fino.
- 5 Medición del contenido de humedad de los agregados y ajuste de las proporciones de la mezcla requeridas, antes de la producción de cada día o más a menudo si fuera necesario, para mantener la relación agua/cemento ajustada.
- 6 Cálculo de los pesos de bache, para la producción de cada día y la revisión de la calibración de la planta, cuando fuera necesario.
- 7 Confección de tiquetes de despachos que incluyen la siguiente información:
  - 7.1 Suplidor del concreto.
  - 7.2 Tiquete con el número de serie.
  - 7.3 Fecha y número de camión

- 7.4 Nombre del Contratista.
- 7.5 Estructura o sitio de la colocación.
- 7.6 Diseño de mezcla y clase de concreto.
- 7.7 Cantidades de los componentes y volumen total del concreto.
- 7.8 Correcciones por humedad para la humedad del agregado.
- 7.9 Agua total de la mezcla en planta.
- 7.10 Tiempo de procesamiento y tiempo de finalización de la descarga.
- 7.11 Cantidad máxima de agua que se debe agregar a la mezcla en el proyecto.
- 7.12 Si se utiliza un aditivo estabilizador de la hidratación, se debe registrar el revenimiento en la planta después de agregar el mismo.

Se debe proporcionar el equipo necesario para las pruebas y controles antes mencionados. Se entregarán copias de las hojas de trabajo para a.3, a.4, a.5 y a.6 según sean llenadas.

(b) Entrega y muestreo: Se debe asignar por lo menos un técnico competente y con experiencia para que permanezca en el proyecto y se responsabilice de la entrega del concreto, de las operaciones de descarga y del muestreo, incluyendo lo siguiente:

- 1 Verificación de que los ajustes de la mezcla, antes de la descarga cumplan con las especificaciones.
- 2 Preparar los tiquetes de despachos, el registro de la proporción aparente de agua/cemento y el tiempo en que la descarga se completa. Proveer una copia de cada tiquete de despacho con el tiempo de colocación.
- 3 Suministrar todo el equipo y efectuar las mediciones de temperatura, peso unitario, contenido de aire, revenimiento y otras pruebas que verifiquen el cumplimiento de las especificaciones antes y durante cada operación de colocación se registran y presentan los resultados a la Administración.

Si se utiliza aditivo estabilizador de la hidratación, se debe determinar el revenimiento antes de la colocación. No se debe utilizar el concreto con una pérdida de revenimiento de más de 50 milímetros con respecto al revenimiento registrado en la planta.

Se debe muestrear cada lote después de descargar al menos 0,2 m<sup>3</sup>, y antes de colocar cualquiera de los lotes en los encofrados. Cuando se utiliza el mezclado continuo, se muestrea aproximadamente cada 7,5 m<sup>3</sup>. Se hace la prueba del contenido de aire de acuerdo con AASHTO T 152 o T 196.

Las pruebas de masa unitaria, revenimiento, y temperatura deben estar en conformidad con la Subsección 552.19.

Si tres (3) muestras sucesivas son sometidas a prueba y cumplen con las especificaciones indicadas, las pruebas pueden ser reducidas a una frecuencia aprobada. Se reasumirá la frecuencia inicial de pruebas, si una prueba no cumple con lo requerido en temperatura, contenido de aire, revenimiento o cuando se indique.

b.4 Se tomarán muestras de lotes especificados de acuerdo con la norma AASHTO T 141. No se requieren muestras compuestas. El punto de muestreo es en la descarga, en el punto de colocación. Se proveerán moldes cilíndricos. Efectuar por lo menos 4 pruebas a la compresión de cilindros, a los que se le proporcionará el curado inicial apropiado y se transportarán cuidadosamente al sitio de curado preparado en el proyecto. Dos de los 4 cilindros se usarán para las pruebas de compresión a los 28 días. Los cilindros restantes se usarán para la verificación, resistencias proyectadas, u otros propósitos especificados. Se debe prestar asistencia en la ejecución de otras pruebas si fuera requerido.

#### **552.10 Temperatura y condiciones ambientales.**

Se mantendrá la temperatura de la mezcla de concreto entre 10 °C y 30 °C, justo antes de la colocación, con excepción del concreto para las cubiertas de puentes, que se debe mantener entre 10 °C y 25 °C.

(a) **Clima frío:** El clima frío se define como el período en que, por más de 3 días consecutivos, existen las siguientes condiciones: (1) el promedio de las temperaturas más altas y más bajas que ocurren durante el período de medianoche a medianoche es menor que 5 °C y (2) la temperatura del aire no es mayor que 10 °C para más de la mitad de cualquier período de 24 horas.

Cuando se espera clima frío, o se ha producido dentro de los 7 días anteriores a la colocación del concreto, se debe preparar un plan para la producción, transporte, colocación, protección, cura y monitoreo de temperatura del concreto, durante el período. Se incluirán procedimientos para actuar en cambios abruptos en la condición del tiempo. No se debe iniciar la colocación hasta que el plan sea aceptado. La aceptación del plan tomará por lo menos 1 día.

Tener disponible todo el material y el equipo requeridos para protección contra el frío en o cerca del proyecto, antes de iniciar la colocación de concreto en clima frío.

*Tabla 552-5*

**Temperatura superficial del concreto en clima frío**

Dimensión mínima de sección, mm	< 300	300 - 900	900 - 1800	> 1800
Temperatura mínima del concreto durante el período de protección	13 °C	10 °C	7 °C	4 °C
Descenso de temperatura máximo permitido durante cualquier período de 24 horas al finalizar la protección	28 °C	22 °C	17 °C	11 °C

(b) **Clima caliente:** Se considera clima caliente cualquier momento durante la colocación del concreto en que la temperatura ambiente en el sitio de trabajo esté sobre 35 °C.

En clima caliente se deben enfriar todas las superficies en contacto con la mezcla a menos de 35 °C. Se enfriará cubriendo con esteras mojadas o petates de algodón, rociando con agua, cubriendo con cubiertas protectoras, o con cualquier otro método aprobado.

Durante la colocación se debe mantener la temperatura del concreto usando cualquier combinación de lo siguiente:

1. Las áreas de almacenamiento de materiales o el equipo de producción deben estar bajo sombra.
2. Se enfriará el agregado rociándolo con agua.
3. El agregado y / o el agua se enfriarán por refrigeración o sustituyendo parte o toda el agua de mezcla con hielo fraccionado o triturado, hasta el punto en que el hielo se derrita completamente durante la mezcla del concreto.

(c) **Evaporación:** Cuando se coloque concreto en la losa de los puentes o en otras losas expuestas, se debe limitar la evaporación esperada a una razón menor de 0,5 kilogramos por metro cuadrado por hora, como se especifica en Figura 552-1.

Cuando es necesario, se sigue una o más de las acciones siguientes:

1. Se construyen rompevientos, cortavientos o espacios cerrados para reducir eficazmente la velocidad del viento a través del área de colocación.
2. Durante la colocación se usan rociadores de neblina contra el viento para aumentar eficazmente la humedad relativa.

3. Se reduce la temperatura del concreto según lo indicado anteriormente en (b).

(d) Lluvia: Siempre durante e inmediatamente después de la colocación se debe proteger al concreto de la lluvia.

#### **552.11 Manejo y colocación del concreto.**

Efectuar el trabajo especificado en Sección 208. Se prepararán el acero de refuerzo, el acero estructural, los dispositivos de apoyo, el material de juntas y los artículos misceláneos necesarios, de acuerdo a las Secciones correspondientes.

(a) General: Se debe diseñar y construir el andamiaje y los encofrados de acuerdo a la Sección 562. Se debe manipular, colocar, y compactar el concreto siguiendo métodos que no causen segregación y que produzcan concretos densos y homogéneos, libres de vacíos y hormigueros. Los métodos de colocación no deben causar desplazamiento del acero de refuerzo o cualquier otro elemento que quedará empotrado en el concreto. Se colocará y compactará el concreto antes de la fragua inicial. No se debe remezclar el concreto agregando agua a la mezcla.

No se colocará el concreto hasta que los encofrados y todos los accesorios que quedan recubiertos, hayan sido inspeccionados.

Se removerá todo el mortero, escombros, y materiales extraños de los encofrados y del acero de refuerzo antes de iniciar la colocación del concreto. Se humedecerán los encofrados y el subsuelo antes de que el concreto sea colocado. Las formaletas temporales se pueden dejar en el lugar hasta que no sean necesarias para el colado, después de lo cual serán removidas.

Se colocará el concreto en forma continua -sin ninguna interrupción- en la etapa de construcción planeada o entre juntas de expansión. Los volúmenes de entrega, la secuencia de colocación y los métodos usados deben ser tales que el concreto fresco sea siempre colocado y vibrado contra concreto colocado anteriormente, antes que empiece el fraguado. No se permitirá que el tiempo entre la colocación de baches consecutivos exceda 30 minutos.

Durante y luego de la colocación de concreto no se debe perturbar el concreto colado anteriormente, o afectar la adherencia entre el concreto y el acero de refuerzo. Se debe mantener a los trabajadores fuera de las zonas con concreto fresco. No se deben apoyar plataformas o andamios ni equipo directamente sobre el acero de refuerzo. Una vez que el concreto es colocado no se deben disturbar los encofrados, o el acero de refuerzo del concreto que sobresale de éste, hasta que tenga suficiente resistencia para no sufrir daños.

#### (b) Secuencia de colocación.

1. Subestructuras: Ninguna carga deberá ser colocada sobre armaduras, pilares o estribos hasta que los resultados de los cilindros del mismo concreto, curado bajo las mismas condiciones que el elemento de subestructura, indiquen que todo el concreto tiene por lo menos 80 % del esfuerzo a la compresión requerida a los 28 días.

2. Miembros verticales: Para miembros verticales de más de 5m de altura se debe dejar que el concreto fragüe por lo menos 4 horas antes de vaciar concreto para los miembros horizontales integrados. Para los miembros verticales de menos de 5 m de altura se debe dejar que el concreto fragüe por lo menos 30 minutos. No se deben apoyar cargas de miembros horizontales hasta que los miembros verticales hayan alcanzado la resistencia requerida.

3. Superestructuras: No se debe colocar concreto en la superestructura, hasta que los encofrados de subestructura hayan sido desmontados lo suficiente como para determinar la aceptabilidad del concreto de la subestructura de soporte. No se debe colocar concreto en la superestructura hasta que ésta haya alcanzado la resistencia requerida.

El concreto para vigas tipo T se colocará en dos (2) operaciones separadas y se esperará por lo menos 5 días después de colada el alma de la viga para colar la losa superior de concreto. El concreto para las vigas de cajón debe ser colocado en 2 ó 3 operaciones separadas, que consisten en la losa inferior, las almas de las vigas y la losa superior o como se indica en los planos. Sin embargo, se puede colar la losa inferior primero y no colar la losa superior hasta que las almas de la viga hayan sido colocadas y tengan por lo menos 5 días de fragua.

4. Arcos: Se colocará el concreto en los anillos del arco de manera que el centro sea cargado uniforme y simétricamente.

5. Alcantarillas de cuadro: Se colará la losa de base de las alcantarillas de cuadro y se dejará que fragüe 24 horas antes de construir el resto de la alcantarilla. Para alturas de paredes de 1,5 m o menos, las paredes laterales y las losas superiores deben ser coladas en una operación continua. Para paredes de más 1,5 m de altura, pero de menos de 5 m de altura, se dejará fraguar el concreto de las paredes laterales por lo menos 30 minutos antes de colar el concreto en la losa superior. Para paredes de 5 m o más altas se dejará fraguar el concreto de las paredes laterales por lo menos 12 horas, antes de colar concreto en la losa superior.

6. Elementos prefabricados: Se colará y consolidará el concreto de manera que no se produzcan contracciones y grietas en el miembro.

(c) Métodos de colocación: Usar equipos con capacidad suficiente, que hayan sido diseñados y operados previniendo segregación en la mezcla y pérdida de mortero. No se deben usar equipos que causen vibraciones y puedan dañar el concreto fresco colocado. No se deben usar equipos con partes de aluminio que tengan contacto con el concreto. Se deben remover los morteros secos o fraguados de las superficies internas del equipo de colocación.

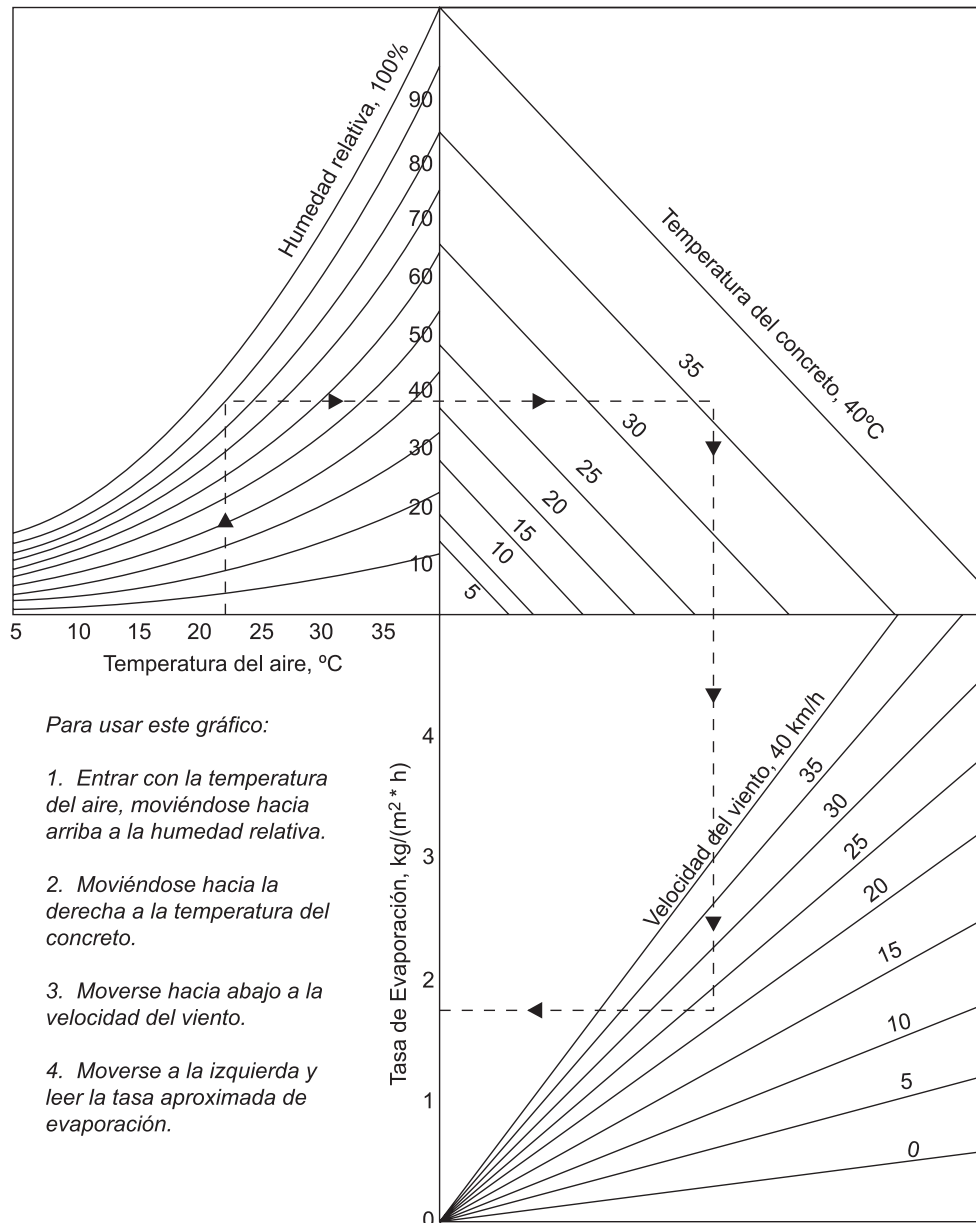
Colocar el concreto lo más cerca posible de su posición final. No se debe colocar concreto en capas horizontales de más de 0,5 m de espesor. No se debe exceder la capacidad de vibración necesaria para consolidar y unir la capa nueva con la capa anterior. No se debe colocar el concreto a una velocidad tal que cuando se corrija por temperatura, se exceda la carga de diseño de los encofrados.

No debe dejarse caer el concreto sin confinamiento más de 2 m. El concreto debe ser confinado usando un embudo con tubo ajustado o cualquier otro artefacto aprobado que prevenga la segregación de la mezcla y el esparcimiento del mortero. Ésto no se aplica al vaciado de pilotes cuando la colocación de concreto se completa antes que ocurra el fraguado inicial en el concreto colocado anteriormente.



Figura 552.1.

Razón de evaporación de humedad superficial.



Se operarán las bombas de concreto de manera tal que éste sea entregado en flujo continuo, sin bolsas de aire en el tubo de descarga. No se deben usar sistemas de banda transportadora de más de 170 m de largo, medidos de extremo a extremo en la totalidad del montaje de la banda. Se arreglará el montaje de la banda de tal manera que cada sección descargue en una tolva vertical, hasta la siguiente sección, sin que nada de mortero se adhiera a la banda. Se usará una tolva conducto y deflectores al final del sistema de la banda transportadora, para que el concreto caiga verticalmente.

(d) Compactación: Tener suficientes vibradores internos manuales que sean adecuados para las condiciones de la colocación del concreto. Los vibradores deben cumplir con la Tabla 552-6. Tener vibradores con cubierta de hule cuando el acero de refuerzo tenga recubrimiento epóxico.

Proveer un número suficiente de vibradores para consolidar cada bache a medida que va vaciándose. Se tendrá un vibrador de repuesto en el lugar, para el caso de requerirse. Se usarán vibradores externos para encofrado solamente cuando éstos hayan sido diseñados para ser vibrados y cuando es imposible usar vibración interna.

Se consolidará todo el concreto con vibración mecánica, inmediatamente después de su colocación. Operar los vibradores de manera que trabajen adecuadamente el concreto alrededor del refuerzo, de accesorios empotrados, esquinas, y ángulos en los moldes. No se debe provocar segregación. No se debe vibrar el concreto colocado bajo agua. Se suplirán, si es necesario, acomodo y compactación adicionales del concreto por medio de pala para asegurar una superficie lisa y densa a lo largo de los encofrados, en esquinas y en lugares que son imposibles de alcanzar con vibración.

Tabla 552-6

**Requisitos para vibradores manuales**

<b>Diámetro de corona (milímetros)</b>	<b>Frecuencia vibraciones / minuto</b>	<b>Radio de acción (milímetros)</b>
19 a 38	10 000 a 15 000	75 a 125
32 a 64	9 000 a 13 500	125 a 225
50 a 89	8 000 a 12 000	180 a 485

El concreto se vibrará en el punto de depósito y en puntos espaciados uniformemente, a no más de un 1,5 veces el radio sobre el cual la vibración es efectivamente visible. Se insertarán los vibradores de manera que las áreas vibradas se traslapen. No deben usarse vibradores para mover el concreto. Los vibradores se insertarán verticalmente y lentamente. La vibración debe ser de duración e intensidad suficientes para consolidar completamente el concreto sin causar segregación. No se debe realizar una vibración de duración larga en un punto que cause la formación de mortero en áreas localizadas. No se debe vibrar el acero de refuerzo.

(e) Colocación debajo del agua: La colocación de concreto bajo el agua es permitida únicamente para el concreto de sellos y en el relleno de pilotes excavados. Para propósitos ajenos al sello de concreto se debe aumentar el contenido mínimo de cemento en un 10 %. Usar embudos con tubo confinante, bombas de concreto y otros métodos de colocación aprobados.

1. Embudos con tubería confinante: Usar embudos con tubería confinante impermeables con un diámetro de 250 mm o más. Ajustar superiormente con una tolva. Usar la cantidad de tubos necesaria. Los tubos confinantes deben bajar rápidamente para no retrasar o detener el flujo de concreto.

Al iniciar la colocación de concreto se debe sellar el final de la descarga y rellenar el tubo con concreto. Mantener la tubería llena de concreto hasta el fondo durante la colocación. Si el agua entra por el tubo se retirará el embudo y se resellará el final de la descarga. Se mantendrá un flujo continuo de concreto hasta que la colocación finalice.

2. Bombas de concreto: Usar bombas con un dispositivo colocado al final del tubo de descarga que permita impedir el ingreso del agua exterior mientras el tubo está siendo llenado con concreto. Cuando se inicie el flujo del concreto se mantendrá el final de tubo de descarga lleno de este material y debajo de la superficie del concreto ya depositado hasta que la colocación se complete.

El concreto bajo el agua se colocará continuamente, desde el inicio hasta el final, en una masa densa. Colocar cada capa subsiguiente de concreto antes de que en la capa anterior se inicie la fragua inicial. Usar más de un embudo o bomba si es necesario para garantizar el cumplimiento de los requisitos. Mantener la superficie de

concreto lo más horizontalmente posible. No se debe alterar el concreto después de la colocación. Se mantendrá el agua en reposo en el punto de descarga.

Desaguar después que las pruebas de las muestras curadas bajo condiciones similares indiquen que el concreto tiene suficiente resistencia para soportar las cargas esperadas. Se removerá la lechada y todos los materiales insatisfactorios del concreto expuesto.

(f) Barandas y parapetos de concreto: Usar encofrados lisos, herméticos y rígidos. Las esquinas serán bien pulidas y perfiladas. Colocar el concreto de las barandas y parapetos después de que los encofrados o andamiajes hayan sido removidos del tramo en cuestión. Remover los encofrados cuidando no dañar el concreto. Acabar las esquinas cuidadosamente, dejándolas perfiladas, libres de grietas y astillas o de cualquier otro defecto.

Las partes precoladas de barandas deberán ser coladas en moldes herméticos para evitar el escape del mortero. Remover los encofrados tan pronto como el concreto este suficientemente duro como para soportarse a sí mismo. Proteger los filos y esquinas contra quebraduras, grietas y cualquier otro daño. Curar de acuerdo con la Subsección 552.15 (b). El período de curado se puede acortar usando vapor y / o agentes reductores de agua o cemento tipo III.

#### **552.12 Juntas de construcción.**

Usar juntas de construcción en los sitios señalados en los planos. Es requerida la aprobación escrita para cualquier junta de construcción adicional. En las juntas de construcción horizontales colocar tiras de calibración dentro de los moldes a lo largo de todas las caras visibles, para proporcionar juntas en línea recta. Las juntas de construcción deben ser, limpiadas y saturadas antes de colar el concreto fresco adyacente. Inmediatamente antes de colocar concreto nuevo, los encofrados deberán ser fuertemente presionados contra el concreto ya colocado inmediatamente antes de colar el concreto en los encofrados adyacentes. Donde sea accesible la superficie vieja deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de mortero de cemento. El acero de refuerzo debe pasar a través a las juntas de construcción.

#### **552.13 Juntas de expansión y contracción.**

(a) Juntas abiertas: Construir juntas abiertas con una tira de madera, placa de metal u otro material aprobado. El retiro del molde se deberá hacer sin astillar ni quebrar las esquinas del concreto. El refuerzo no se deberá extender a través de una junta abierta.

(b) Juntas rellenas: El relleno de juntas deberá ser cortado del mismo tamaño y forma de las superficies por unirse. Se fijará el relleno en una superficie de la junta, usando clavos galvanizados o cualquier otro método aceptado. Se empalmará de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Después de retirar los moldes, remover y cortar cuidadosamente cualquier concreto o mortero que hubiese escurrido a través de las juntas. Se rellenarán todas las aberturas de las juntas de 3 mm a más de grosor con asfalto caliente o cualquier relleno que sea aprobado. Se colocarán los pasadores que fuesen necesarios, dispositivos de transferencia de carga y otros accesorios, según lo indiquen los planos o como se ordenase.

(c) Juntas de acero: Se fabricarán placas, ángulos u otras formas y perfiles estructurales, de acuerdo a la superficie del concreto. Se fijarán las aberturas de las juntas a la temperatura ambiente de acuerdo con la hora en que va a ser colado el concreto. Asegurar bien las juntas para mantenerlas en posición correcta. Mantener una abertura sin obstrucción en la junta durante la colocación de concreto.

(d) Juntas impermeabilizantes: Estas deberán ser colocadas de acuerdo a los requisitos de la Sección 560.

(e) Sellos en las juntas en compresión: Se usará un sello de compresión de una sola pieza para juntas transversales. Las juntas longitudinales deben ser lo más largas posible. Se deben limpiar y secar las juntas y remover astillas e irregularidades. Aplicar un lubricante – adhesivo como capa protectora en ambos lados del sello y se colocarán las juntas según las recomendaciones del fabricante. Asegurar que el sello esté en contacto total con

las paredes de las juntas en toda su longitud.

Se deben remover y descartar todos los sellos torcidos, ondeados, mellados o malformados. Remover y reinstalar sellos en las juntas que se alarguen más de un 5 % de su longitud original, cuando estén comprimidos.

Remover todo el exceso de lubricante-adhesivo antes de que se seque.

(f) Sellos elastoméricos para juntas de expansión: Se instalarán las juntas de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y en conformidad con los planos.

#### **552.14 Acabado de concreto plástico.**

Acabar las superficies de concreto que no quedan en contacto con encofrados, flota o llaneta. Remover cualquier exceso de concreto o mortero fino. Acabar cuidadosamente, con herramienta manual, todos los bordes no biselados. Dejar expuestos los bordes de las juntas rellenas. Proteger la superficie contra la lluvia.

Acabar todas las superficies de concreto usadas por el tráfico con un material resistente al deslizamiento o patinaje. Proveer por lo menos 2 puentes de trabajo adecuados y convenientes.

(a) Acabado, nivelación y llaneteado: Para la cubierta de los puentes o las losas superiores de las estructuras que sirven como pavimentos finales, se debe usar una maquinaria aprobada de acabado, autopropulsada y con codal oscilante. Si así se aprueba se usarán métodos de terminación a mano para las áreas irregulares donde el uso de maquinaria no es práctico.

Nivelar (codalear y quitar el exceso de lechada) todas las superficies usando un equipo soportado y moviéndose sobre rieles. No colocar rieles dentro de los límites de colocación de concreto, sin aprobación previa.

Instalar rieles en soportes que no cedan, de manera que el equipo de acabado opere sin problemas sobre toda la superficie que ya ha sido acabada. Extender los rieles más allá de ambos finales de la colocación de concreto establecida, para permitir que la maquinaria termine de colar el concreto.

Colocar rieles en la longitud total de las vigas de acero de la superestructura.

Ajustar los rieles y el equipo de acabado al perfil requerido y a la sección transversal, tomando en consideración el asentamiento anticipado, la curvatura y la deflexión del andamiaje.

Antes de iniciar la entrega y colocación del concreto se debe operar la maquinaria de acabado sobre el área completa de trabajo, para detectar posibles deflexiones de rieles, excesivo espesor de losa, recubrimiento del acero de refuerzo y para verificar la operación correcta del equipo. Se harán las correcciones necesarias antes de iniciar la colocación de concreto.

Después de iniciada la colocación del concreto, se operará la máquina de acabado sobre el concreto según sea necesario para obtener el perfil y la sección transversal requeridos. Mantener un pequeño exceso de concreto enfrente del filo de corte del codal todo el tiempo hasta el final del vaciado o encofrado y luego remover y eliminar. Ajustar los rieles, según sea necesario, para corregir los asentamientos o deflexiones no previstas.

Remover los soportes de rieles empotrados en el concreto, por lo menos 50 mm bajo la superficie terminada y se llenará y acabará cualquier hueco en el concreto fresco. Se acabará la superficie con una llana, rodillo u otro aparato aprobado, según sea necesario, para remover todas las irregularidades locales.

Remover todo el exceso de agua, lechada o material extraño traído a la superficie, usando un rodillo o codal y pasándolo desde el centro de la losa hacia los lados. No se debe aplicar agua a la superficie del concreto, durante las operaciones de acabado.

(b) Alineamiento: Se revisarán todos los niveles de losas y aceras y la superficie completa paralela a la línea del centro del puente, con un codal metálico de por lo menos 3 metros de largo. Se traslapará el paso del codal en por lo menos la mitad de la longitud previamente alineada.

Corregir desviaciones que excedan 3 mm del borde del codal.

Para las superficies de losas que van a recibir una sobrecapa, corregir las desviaciones de más de 6 mm.

(c) Texturización: Se obtendrá una textura en la superficie que sea resistente y antideslizante acanalada,

en todas las áreas de operación vehicular. Usar uno de los siguientes acabados o una combinación de éstos, según se requiera:

1. Textura estriada: Usar un rastrillo que tenga una sola fila de agujas o una máquina diseñada y aprobada especialmente para marcar canales en pavimentos de concreto. Las líneas de las estriás en el concreto deben estar espaciadas a 10 a 20 mm centro a centro. Hacer los canales de 2 a 5 mm de ancho y de 3 a 5 milímetros de profundidad. Estriar perpendicularmente a la línea del centro sin rasgar la superficie de concreto ni perder agregado desde ella.

Si las estriás son aserradas, cortar las estriás de aproximadamente 5 mm de ancho espaciándolas de 15 a 25 mm.

En la calzada de puentes, terminar la estriación a 300 mm de la cara del bordillo y proveer un acabado con plancha longitudinal, en la superficie de las cunetas.

2. Acabado de aceras: Acabar la superficie usando un codal y luego una llana para su terminación. Usar una herramienta de acabado de orillas (redondeado) en los bordes y juntas de expansión. Barrer la superficie con un escobón de cerdas duras, barrer perpendicularmente a la línea del centro, de borde a borde, con pasadas adyacentes y levemente traslapadas. Se producirán corrugados regulares que no tengan más de 3 mm de profundidad, sin rasgar el concreto.

Cuando el concreto está en condición plástica, se corregirán puntos porosos, irregularidades, depresiones, bolsas pequeñas y puntos rugosos. Se acanalarán las juntas de contracción a los intervalos requeridos usando una herramienta de acanalar aprobada.

3. Acabado cepillado: Se usará una paleta de acero para producir una superficie lisa dejándola libre de agua de exudación. Se pasará un cepillo fino a la superficie, con pasadas paralelas.

4. Acabado con agregado expuesto: Se acabará la superficie usando un codal y luego una llana, para concluir el acabado. Se usará un ribeteador en todas las juntas transversales y longitudinales, que queden contra los moldes o el pavimento existente (Dejar los bordes redondeados) No se ribetearán las juntas transversales ni las longitudinales.

Tan pronto como el concreto se endurezca lo suficiente para prevenir que partículas de grava sean desalojadas, se debe barrer o cepillar la superficie. Se usarán cepillos de cerda dura, previa aprobación del Contratante. Se cuidará de prevenir que la superficie se descascare o agriete en los bordes de las juntas. Si se aprueba por el Contratante, se aplicará un rociador liviano de retardador a la superficie sin acabar, para facilitar este trabajo.

Para comenzar se cepillará transversalmente a través del pavimento y luego se empujará el mortero suelto semiduro totalmente fuera del pavimento. Remover el mortero de todos los pavimentos adyacentes y luego se cepillará paralelamente a la línea de centro del pavimento. Continuar esta operación hasta que una cantidad suficiente de agregado granulado quede expuesto. Otros métodos de acabado de agregado expuesto, como el de usar rociador de agua pegado en un cepillo especial para este propósito, se puede permitir siempre y cuando se demuestren resultados satisfactorios.

Después de curar de acuerdo a Subsección 501.10, lavar la superficie con cepillo y agua para remover toda lechada y cemento del agregado expuesto.

(d) Superficie debajo de los apoyos: Se acabarán todas las superficies de los apoyos, dentro de los 5 mm de la elevación de planos. Cuando una placa de mampostería o un material de relleno se van a colocar directamente sobre el concreto, de menos de 5 mm de espesor, se acabará la superficie con una llana, a una elevación ligeramente sobre la elevación de planos. Después del fraguado del concreto, se esmerilará o pulirá la superficie, según sea necesario, para obtener un soporte total y parejo.

Cuando se requiera colocar un apoyo acolchado elastomérico se debe usar mortero en proporción de 1

parte de cemento Pórtland y 1,5 partes de arena limpia. Se mezclarán completamente la arena y el cemento antes de agregar el agua. Se mezclará solo el mortero necesario para un uso inmediato. Botar el mortero sin usar que tenga más de 45 minutos. Curar el mortero por lo menos durante 3 días y sin aplicar cargas, por lo menos durante 48 horas. No se debe mezclar ni usar mortero mientras existan condiciones de congelamiento. La arena de mortero debe cumplir con la norma AASHTO M 45.

#### **552.15 Curado del concreto.**

El curado se iniciará inmediatamente después de que el agua libre de la superficie se haya evaporado y el acabado esté listo. Si la superficie del concreto empieza a secarse antes de comenzar el uso del método elegido de curado, se mantendrá húmeda la superficie de concreto usando un rociador de neblina sin dañar la superficie. Las superficies se mantendrán húmedas después de que los encofrados hayan sido removidos.

Las superficies superiores de las losas de los puentes se curarán usando el método de membrana líquida de cura combinado con el método de agua. Aplicar el compuesto de membrana líquida de curación inmediatamente después del acabado. La cura con agua se aplicará 4 horas después del acabado.

Curar todo el concreto ininterrumpidamente durante por lo menos 7 días. Si se ha usado puzolana con exceso de 10% por peso de cemento Pórtland, se debe curar sin interrupción por lo menos durante 10 días.

(a) Método de encofrado: En superficies con encofrados se dejarán estos en su sitio sin aflojarlos. Mantener húmedas las superficies expuestas, o usar una membrana de curación aplicando un compuesto claro adecuado (Tipo 1 o tipo 1-D) durante el resto del período de cura.

(b) Método con agua: Se mantendrá la superficie de concreto continuamente mojada, empozándola, rociándola o cubriéndola con algún material adecuado. Este material puede ser una tela de algodón, o algún otro que sea aprobado y que no destiña o dañe el concreto.

Cubrir el material de cobertura con una lámina impermeable que prevenga la pérdida de humedad del concreto. Se usarán las láminas más anchas que sean prácticas. Se traslaparán las láminas adyacentes en por lo menos 150mm y se sellarán todas las juntas con cinta a presión, goma o cualquier otro método aprobado. Se asegurará bien todo el material de manera que el viento no lo remueva. Se deben reparar las láminas que se quiebren o dañen inmediatamente.

(c) Método de la membrana líquida de cura: No debe usarse el método de la membrana líquida en las superficies que recibirán un acabado posterior. El uso en superficies de juntas de construcción es permitido solamente si el compuesto es removido por medio de un soplador de arena, antes de vaciar el concreto contra la junta.

Se usará una membrana líquida Tipo 2 de pigmento blanco, solamente en las superficies superiores de las losas de los puentes o en las superficies no visibles en el trabajo terminado. Usar compuestos claros de curado, Tipo 1 o 1-D en el resto de las superficies.

Mezclar las soluciones de membrana líquida de cura que contengan pigmentos antes de usarlas. Continuar agitando durante la aplicación. Usar un equipo capaz de producir un rociado fino. Aplicar el compuesto de curación en proporción mínima de 0,25 l/m<sup>2</sup> en una o dos aplicaciones uniformes. Si la solución se usa en 2 aplicaciones, la segunda aplicación se debe realizar dentro de los 30 minutos posteriores a la primera y aplicar en ángulo recto respecto a ella.

Si la membrana se daña por la lluvia o algún otro medio durante el periodo de curado, aplicar inmediatamente una capa nueva sobre las áreas dañadas.

#### **552.16 Acabado de superficies encofradas.**

Remover, recolocar y reparar, con la aprobación del Contratante todos los hormigueros en el concreto. Acabar las superficies de concreto encofradas como sigue:

(a) Clase 1 - Acabado ordinario: Acabar las siguientes superficies con un acabado ordinario clase 1.

- 1 Bajo superficies de tramos de losa, vigas de cajón, vigas doble T, bóvedas, arcos, y losas de calzada y entre vigas maestras de la superestructura.
- 2 Dentro de superficies verticales o vigas T de superestructuras.
- 3 En superficies que van enterradas y superficies de alcantarillas sobre el suelo acabado, que no son visibles desde un trillo o sendero.

Inicia el acabado tan pronto como los encofrados han sido removidos. Remover escamas y otras irregularidades de la superficie que están expuestas o que van a ser impermeabilizadas. Remover salientes y desalineamientos con discos o piedras de carborundo. Remover las bolsas de piedras u hormigueros localizados en el concreto y se repararán con concreto o mortero, de una manera aprobada.

Limpiar los agujeros de los anclajes o separadores de los encofrados, huecos, esquinas y bordes quebrados y cualquier otro defecto y se saturará el área con agua. Acabar el área con mortero que tenga menos de 1 hora de fabricado. Después de que el mortero fragüe acabar si se requiere y se continuará el curado. Nivelar las superficies expuestas con el concreto de su alrededor.

Remover, con una herramienta adecuada, el mortero suelto de los encofrados y las juntas de expansión. Dejar las juntas por ser llenadas, expuestas y limpias en su longitud total con bordes perfectos.

Acabar las superficies de apoyo en estribos y bastiones a la elevación e inclinación especificadas. Si el acabado final de la superficie no resulta uniforme y efectivo, se aplicará el artículo "b" que sigue:

(b) Clase 2 - Acabado afinado: Acabar las siguientes superficies con acabado liso clase 2.

1. Todas las superficies de superestructuras de puentes, excepto las superficies designadas para recibir un acabado clase 1 o algún otro acabado.
2. Todas las superficies de los estribos de los puentes, pilotes, columnas, linderos y muros de retención, sobre el terreno natural y al menos 300 mm debajo del terreno.
3. Todas las superficies abiertas en los arcos, columnas, y bastiones.
4. Todas las superficies de cruces peatonales, excepto pisos y superficies que se cubrirán con tierra.
5. Las superficies sobre el nivel del suelo de cabezales de alcantarillas, paredes finales, cuando son visibles desde la carretera o desde caminos peatonales.
6. Dentro de las superficies de la cubeta de las alcantarillas más altas de 1 m, que sean visibles desde la carretera. Se acabará dentro de la cubeta en una distancia por lo menos igual a la altura de la alcantarilla.
7. Todas las superficies de los barandales.

Se completará un acabado Clase 1 de acuerdo con el inciso "a", mencionado anteriormente. Se saturará la superficie de concreto con agua. Se afinará la superficie con una piedra de carborundo de grosor medio usando una cantidad pequeña de mortero en la cara. Se usará mortero compuesto de una mezcla de cemento y arena fina en las mismas proporciones del concreto que se está acabando. Continuar el afinado hasta que las marcas de los encofrados, proyecciones y todas las irregularidades sean removidas y se obtenga una superficie uniforme. Dejar en su lugar la pasta producida por el afinado.

Cuando se concluya otro trabajo que pueda afectar la superficie, se afinará con una piedra fina de carborundo y agua, hasta que la superficie completa tenga una textura lisa y un color uniforme. Después de que la superficie se ha secado, restregar con un trapo o esponja para remover el polvo suelto. Se dejará libre de todos los remiendos, pasta, polvo y cualquier marca que sea objetable.

(c) Clase 3 - Acabado con herramientas: Se dejará que el concreto fragüe por lo menos durante 14 días para evitar que partículas del agregado salgan a la superficie. Se usarán herramientas de aire como martellina o picos. Se picará la superficie de mortero y se quebrarán las partículas del agregado para dejar expuestos grupos de partículas de agregado en la matriz del mortero.

(d) Clase 4 - Acabado con chorro de arena: Se dejará que el concreto fragüe por lo menos durante 14

días. Se protegerán las superficies adyacentes, que recibirán este acabado. Se aplicará el chorro de arena, con arena dura y filosa para producir una superficie de grano fino en la cual el mortero es desprendido o barrido, y deja el agregado expuesto.

(e) Clase 5 - Acabado rayado con cepillo de acero: Se iniciará tan pronto como los encofrados hayan sido removidos. Se raspará la superficie con cepillos de fibra o cerdas de acero usando una solución de ácido muriático.

Mezclar la solución en una proporción de 1 parte de ácido por 4 partes de agua. Se raspará hasta que la capa del cemento de la superficie sea removida completamente y las partículas del agregado queden expuestas.

Se dejará una textura pareja de piedrecillas que den la apariencia de granito fino a conglomerados gruesos, dependiendo del tamaño y graduación del agregado. Se lavará la superficie completamente con agua que contenga una cantidad pequeña de amoníaco.

(f) Clase 6 - Acabado con color: Preparar suficientes tableros de 0,5 por 1,0 metros con muestras de concreto de color, para relacionar el color aceptado por el Contratante. Se protegerá el tablero de color aprobado permanentemente durante el trabajo. Se dará el color de la muestra aprobada a todas las superficies designadas.

Se completará un acabado de Clase 1 de acuerdo el inciso "a", mencionado anteriormente. No se debe aplicar el acabado del color hasta que todo el concreto de la estructura se haya colado. Se removerá todo el polvo, materia extraña, aceite, grasa y compuestos de curado con una solución de 5 % de fosfato trisódico y luego se enjuagará la superficie de concreto con agua limpia.

Usar papel, tela o cualquier otro medio para proteger las superficies que no recibirán un acabado de color. Aplicar el acabado a la superficie de concreto seca cuando la temperatura de la superficie y la del aire a la sombra sean de 4 °C o mayor, durante 24 horas después de la aplicación.

Aplicar el acabado de color de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Rociar y aplicar con brocha o rodillo la primera capa de un sellador penetrante y la base del color. Se rociará y aplicará con brocha o con rodillo la capa final después de que la primera capa se haya secado completamente. Se aplicará un acabado para dar un color uniforme y permanente, libre de chorrear o desparramarse sobre la superficie.

Limpiar las áreas de concreto que no serán cubiertas con el acabado, usando un método aprobado.

#### **552.17 Accesorios de anclaje.**

Usar mortero, compuestos químicos o accesorios de anclaje colados en sitio, para fijar equipos o alguna instalación en el concreto.

Someter los siguientes renglones a aprobación del Ingeniero:

- (a) Muestra de accesorios de anclaje al concreto.
- (b) Instrucciones del fabricante para su instalación.
- (c) Certificaciones o información sobre el material.

Todas las partes metálicas de los dispositivos de anclaje serán hechas de acero inoxidable o de acero protegido con una capa metálica resistente a la corrosión que no reaccione químicamente con el concreto. Se suplirán todos los dispositivos de anclaje completos con todos sus accesorios metálicos.

Para anclajes químicos o con morteros, efectuar una prueba del sistema de anclaje que no quede incorporado en la obra. Efectuar una prueba de carga estática de acuerdo con ASTM E-488. Demostrar que los accesorios de anclaje cumplen con una prueba de carga de tensión directa, no menor que los valores indicados en Tabla 552-7 por un período de por lo menos 48 horas con un movimiento que no exceda de 1 mm. También demostrar que cuando se carga hasta la ruptura, el accesorio de anclaje demuestra una falla dúctil del acero y no del compuesto químico o del mortero o el concreto.

Instalar en el concreto los dispositivos de anclaje recomendados por el fabricante, de manera que



los elementos o el equipo fijado se mantengan firmes en el concreto. Se aplicarán las tuercas con los valores de momento torsional especificados en Tabla 552-8, a no ser que se den otras instrucciones específicas por el fabricante. Se colocarán los pernos de anclaje de los soportes, de acuerdo a los requisitos de Sección 564.

Tabla 552-7

**Valores del ensayo de carga sostenida.**

Accesorio de anclaje tamaño perno	Prueba de carga de tensión (kN)
M 20	24,0
M 12	18,3
M 12	12,7
M 8	7,1

En presencia del Contratante, realizar una prueba de carga a una muestra tomada al azar en, por lo menos 10 % de los anclajes a un 90 % del esfuerzo de fluencia del acero. Si alguno de los anclajes falla, se rehará el anclaje fallado y se volverá a probar la carga en el 100 % de los anclajes restantes. La prueba de carga puede ser efectuada aplicando un momento torsional contra una arandela indicadora de la carga, aplicando una carga de tensión directa al anclaje o mediante cualquier otro método aprobado por el Contratante.

Después de realizar pruebas de carga, se aflojará la carga en el anclaje y se ajustarán hasta alcanzar la carga especificada en la Tabla 552-8 o de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Tabla 552-8

**Momento torsional para dispositivos de anclaje**

Accesorio de anclaje tamaño perno	Momento-torsional (N-m)
M 20	180
M 16	130
M 12	80
M 8	30

**552.18 Cargas en estructuras nuevas de concreto.**

No se debe aplicar ninguna carga en pilares o bastiones hasta que las pruebas en concreto en cilindros vaciados del mismo concreto y curados bajo las mismas condiciones de los elementos de subestructura, indiquen que el concreto ha alcanzado por lo menos el 80 % del esfuerzo mínimo a la compresión especificada a los 28 días. Esta restricción no se aplica a la colocación de los elementos superiores de subestructuras coladas por etapas.

No se permitirá circular vehículos o equipo de construcción en ningún tramo hasta que el concreto de la superestructura completa haya alcanzado su esfuerzo a la compresión de diseño y haya estado en su sitio por 21 días, a lo menos.

Para estructuras de concreto post-tensado no se permitirán vehículos de más de 2000 kilogramos en ningún tramo hasta que el acero de preesfuerzo para ese tramo haya sido tensado, inyectado de mortero y curado. El mortero debe haber obtenido un esfuerzo de 21 megapascales y los tirantes deben estar bien apretados. Vehículos que pesen menos de 2000 kilogramos pueden transitar en los tramos en que el diseño de andamiaje haya previsto ese peso.

#### **552.19 Aceptación.**

El material de concreto será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03. Debe proveerse un certificado de producción para el cemento Pórtland.

El revenimiento de la mezcla de concreto, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura deben ser evaluadas bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. (Ver Tabla 552-1 para las especificaciones). (Ver Tabla 552-9 para el mínimo de muestras y pruebas).

El esfuerzo de compresión del concreto será evaluado bajo la Subsección 107.05. (Ver Tabla 552-9 para el mínimo de pruebas y muestras). El límite mínimo especificado es el mínimo esfuerzo a la compresión requerido a 28 días ( $f_c'$ ) especificada en el contrato. El resultado de una prueba de esfuerzo a la compresión, es el promedio de dos cilindros vaciados de la misma batida y fallada a los 28 días. (Ver Tabla 552-9 para la categoría requerida de calidad aceptada).

Se removerá y reemplazará el concreto representado por cilindros que tengan un esfuerzo de compresión de menos del 90% del esfuerzo a la compresión mínima requerida a los 28 días ( $f_c'$ ) y provengan de una ubicación tal que cause un efecto perjudicial e intolerable en la estructura.

La construcción (incluyendo bache, colocación, acabado y curado) de las estructuras de concreto será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los andamiajes y formaletas serán evaluados bajo la Sección 562.

#### **552.20 Medición.**

Medir el concreto estructural y sellar el concreto por metro cúbico en la estructura.

#### **552.21 Pago.**

Las cantidades aceptadas y medidas como se dispone anteriormente, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida, para los renglones de pago descritos más adelante, indicados en la licitación, excepto el precio de la unidad de concreto estructural, que será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será una compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

El pago del concreto estructural será determinado por el precio unitario de la licitación multiplicado por el factor de pago del esfuerzo a la compresión y debe hacerse como sigue:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.552.01 (a)</b> Concreto estructural clase A	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.552.01 (b)</b> Concreto estructural clase B	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.552.01 (c)</b> Concreto estructural clase C	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.552.01 (d)</b> Concreto estructural clase D	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.552.02</b> Concreto estructural clase ____ para (descripción)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.552.03</b> Concreto estructural para (descripción)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.552.04</b> Sello de concreto para (descripción)	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

Tabla 552-9  
Muestreo y prueba

Material o producto	Propiedades o características	Categoría de pago	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Lugar de muestreo
<b>Concreto</b>	Revenimiento	---	AASHTO T 119	1 por carga (1)	Descarga en sitio de colocación (2)
	Contenido de aire	---	AASHTO T 152 ó AASHTO T 192	1 por carga (1)	Descarga en sitio de colocación (2)
	Peso unitario	---	AASHTO T 121	1 por carga (1)	Descarga en sitio de colocación (2)
	Temperatura	---	Termómetro	Primera batida	Descarga en sitio de colocación (2)
	Fabricar especímenes de prueba para esfuerzo a la compresión (3)	II	AASHTO T 23 AASHTO T 22	1 or cada 25 m <sup>3</sup> pero no menos de 1 muestra por día (4)	Descarga en sitio de colocación (2)

Notas:

(1) Muestrear de acuerdo a AASHTO T 141.

(2) Ver Subsección 552.09 b 3.

(3) Colar por lo menos 4 cilindros de prueba y transportarlos cuidadosamente al sitio de curado en el proyecto.

(4) Una prueba de esfuerzo de compresión es el resultado del promedio de 2 cilindros fundidos del mismo bache y probado a los 28 días.

### Sección 553.) CONCRETO PRETENSADO

#### 553.01 Descripción.

Este trabajo consiste en preesforzar concreto pretensado o colado en sitio proveyendo, colocando y tensando el acero de preesfuerzo. También incluye la instalación de todos los miembros precolados y preesforzados, con excepción del pilotaje.

#### 553.02 Materiales.

Conformarán las siguientes Secciones y Subsecciones:

Dispositivos de anclaje	722.01
Concreto	552
Soportes de almohadillas elastoméricas	717.10
Mortero	725.22
Acero de preesfuerzo	709.03
Acero de refuerzo	709.01

## Requerimientos para la construcción

### **553.03 Método de aprobación.**

Se realizará el pretensado por medio del método para esa operación o post-tensado. Si un método propuesto no se encuentra en el contrato, se deben presentar planos completos para aprobación del método, materiales y equipo que se proponen, por lo menos 30 días antes de empezar el pretensado. Lo siguiente debe ser mostrado:

- (a) Método y secuencia del esfuerzo.
- (b) Especificaciones completas, detalles y resultados de pruebas para el acero pretensado y los dispositivos de anclaje.
- (c) Esfuerzos de anclajes.
- (d) Disposición del acero pretensado en los miembros.
- (e) Cálculo de la elongación de los elementos de tensión (torones) de acuerdo con los procedimientos de tensado con gatos hidráulicos que se usarán.
- (f) Número, espaciamiento y método para colgar los torones de pretensado.
- (g) Otros cálculos para el método de pretensado.
- (h) Tipo de conductos de torones para el post-tensado.
- (i) Morteros de inyección y equipo de post-tensado.
- (j) Muestras de alambres o torones, tomadas de acuerdo a Subsección 709.03.

Para el colado en sitio se presentarán planos que muestren diagramas, el nivel anticipado o las alteraciones del lugar. Después de terminado el colado limpiar bien el equipo y devolver a una condición aceptable.

### **553.04 Acero de preesfuerzo.**

Usar acero de preesfuerzo que esté brillante y libre de corrosión, suciedad, grasa, cera, herrumbre, aceite o cualquier otro material extraño que pueda impedir que el acero y el concreto se adhieran. No se debe usar acero de refuerzo que haya sufrido algún daño o esté picado.

El empalme de cable pretensado es permitido si el empalme entre miembros se realiza en una fundición. Empalmar de manera que los cabos de cable tengan el mismo enroscamiento o colocación.

No se soldarán encofrados o cualquier otro acero después de que haya sido instalado el acero de preesfuerzo.

La falla de un alambre entre 7 alambres de un cable de preesfuerzo es aceptable si el 85 % de la carga de tensión requerida se obtiene antes de la falla y si el alambre fallado no consiste en más de un 2 % del área total de los cables de una viga individual.

Las barras se extenderán usando aparatos de acoplamiento, que al ser montados tengan una esfuerzo de tensión no menor del esfuerzo de tensión de las barras.

### **553.05 Concreto.**

Preparar concreto preesforzado de acuerdo con la Sección 552 y acero de refuerzo de acuerdo con la Sección 554.

No colocar concreto en los encofrados hasta que el acero de refuerzo, conductos, placas de apoyo y otros materiales que quedarán incrustados en el concreto sean aprobados. Se colocará y vibrará el concreto con cuidado, para evitar el desplazamiento de los elementos incrustados en el concreto.

Se efectuarán por lo menos 2 pruebas de esfuerzo en cilindros, de acuerdo con AASHTO T23, además de las requeridas para determinar el esfuerzo de compresión a los 28 días. Se deben curar los cilindros que serán sometidos a esfuerzo de compresión junto con los miembros de concreto que representan.

Dejar áspera la superficie superior de los miembros, contra la cual se va a colar concreto.

Curar la viga en una atmósfera saturada de, por lo menos, 90 % de humedad relativa. El tiempo de curación puede ser acortado calentando la parte exterior de los encofrados impermeables con calor radiante, con calor de convección, mediante vapor o aire caliente.

Aplicar calor radiante haciendo circular vapor por tuberías, aceite caliente, agua caliente o elementos de calentamiento eléctrico. Inspeccionar las piezas coladas para asegurar una aplicación de calor uniforme. Se usará una envoltura adecuada que mantenga el calor. Minimizar la pérdida de humedad cubriendo todas las superficies de concreto expuesto con láminas plásticas o un compuesto de membrana líquida para curado, de acuerdo con la Subsección 552.15. Aplicar un "chorro de arena" (sand blast) al compuesto de curado que se use, en todas las superficies a las que se va a adherir concreto.

Aplicar vapor saturado a la totalidad de la superficie. Envolver completamente la cama de colado con un recubrimiento adecuado, construido herméticamente cerrado para prevenir el escape de vapor y para evitar que entre el aire exterior. Usar vapor a una humedad relativa de 100 %. No se debe aplicar el vapor directamente al concreto.

El Contratante aprobará el método para envolver y mantener la viga en una atmósfera saturada con aire caliente. Nunca se permitirá que el calor seco toque la superficie de la viga.

En todos los métodos de curación por calor se debe:

- (a) Mantener la totalidad de las superficies de las vigas sin formaleta en una atmósfera saturada durante todo el tiempo de curado
- (b) Embeber un termopar (enlazado a un termómetro con una precisión de  $\pm 3$  °C) de 150 a 200 mm desde la tapa o desde el fondo de la viga en su línea de centro y cerca de su punto medio.
- (c) Se instalará un monitor con un sensor de registro de precisión ( $\pm 3$  °C), dispuesto y calibrado para registrar continuamente la temperatura del concreto a lo largo del ciclo de calefacción.
- (d) El registro de la temperatura debe estar siempre disponible para información del Contratante.
- (e) Se calentará el concreto a no más de 38 °C durante las primeras 2 horas siguientes a la colada del concreto, y luego se aumentará la temperatura en no más de 14 °C por hora, hasta un máximo de 80 °C.
- (f) Se enfriará el concreto después de que el curado se haya terminado, a no más de 14 °C por hora y hasta 38 °C.
- (g) Se mantendrá la temperatura del concreto sobre los 15 °C hasta que la viga alcance el esfuerzo de alivio o lanzamiento.

Curar los miembros precolados y preesforzados hasta que el concreto haya alcanzado el esfuerzo a la compresión requerido en el contrato. El esfuerzo promedio en 2 cilindros de prueba debe ser mayor que el esfuerzo mínimo requerido. El esfuerzo a la compresión individual de cualquier cilindro no debe ser menor de un 5 % del esfuerzo requerido.

#### **553.06 Tensado.**

Usar gatos hidráulicos para tensar el acero de preesfuerzo. Usar un medidor de presión o celda de carga para medir la fuerza de los gatos. Estos medidores se calibrarán por lo menos una vez cada 6 meses o antes si aparecieran dando resultados erráticos. Calibrar el gato y el medidor como una unidad, con la extensión cilíndrica en la posición más aproximada a la fuerza final de los gatos hidráulicos. Conservar la tabla con la calibración certificada en cada manómetro.

Si se usa un manómetro de presión no se deben medir cargas menores de  $\frac{1}{4}$  ni mayores de  $\frac{3}{4}$  de la capacidad graduada total del manómetro, a no ser que la información de la calibración establezca claramente la exacta consistencia establecida sobre un rango más amplio. Usar un manómetro de presión con una carátula de lectura exacta y con un diámetro de por lo menos 150 mm.

Medir la fuerza inducida en el acero de preesfuerzo usando manómetros en los gatos y tomando medidas a las elongaciones del acero pretensado. Si hay una discrepancia de más de 7 %, entre la elongación medida y la fuerza esperada de los gatos, se revisará la operación completa para determinar las razones de la discrepancia y corregir antes de continuar. Recalibrar los manómetros de los gatos hidráulicos si sus lecturas no concuerdan entre sí con variación máxima de 5 %. Si el sistema de gatos es equipado con una válvula con interruptor automático que se cierra cuando la fuerza de preesfuerzo es alcanzada, las medidas de elongación serán requeridas solamente para el primer y último torón y para, por lo menos, un 10 % de los demás torones.

Si se usa una celda de carga, no usar el 10 % inferior de la capacidad de la celda de carga, indicada por el fabricante para determinar la fuerza del gato. No exceder los esfuerzos temporales de tensión sobre el acero de preesfuerzo del 80 % del esfuerzo último de tensión. Anclar el acero de preesfuerzo en un esfuerzo inicial que resulte de la suma del esfuerzo de trabajo y todas las pérdidas requeridas

#### **553.07 Miembros pretensados.**

Moldear los miembros pretensados según las tolerancias permitidas en Tabla 553-1.

(a) Acero de preesfuerzo: Proteger el acero de preesfuerzo contra contaminación y corrosión en la cama de colado, si la cama de colado ha estado expuesta al ambiente por más de 36 horas antes de colar el concreto.

Liberar todos los torones de retorcimientos, enredos y cocas. Se mantendrá con precisión el acero pretensado en la posición y tensión señaladas en la Subsección 553.06. No permitir que los torones se desenrollen más de una vuelta. Mantener un registro de la fuerza de los gatos y de las medidas de elongación después de que los torones son tensados a un 20 % de la fuerza final.

Tensar el acero de preesfuerzo a la tensión requerida. Incluir en los cálculos de elongación de los cables el alargamiento por deslizamiento del anclaje, deslizamiento en las uniones, movimiento horizontal del empotramiento, y cambios de temperatura en el acero pretensado, entre la hora de tensado y la hora de fragua inicial del concreto. Mantener las camas de los encofrados, cables y acero de refuerzo a una temperatura dentro de los 14 °C de la temperatura del concreto que se colocará en los encofrados. Se soportarán los cables con roldanas de cambio de dirección en los extremos. Se usarán rodillos que se muevan libremente, con fricción mínima. Inicialmente cuando los cables están tensados y luego son jalados hasta quedar colgados, se deben tensar a la tensión requerida menos la tensión adicional que se genera al forzar el cable para mantener el perfil de colgado. Si la carga de un cable colgado en su extremo como se determina en las medidas de elongación es menor que el 95 % de la carga que marca el gato, se deben tensar los dos extremos de la cama. Determinar la carga como la calculada por la suma de las elongaciones producidas en los dos extremos tensados por el gato la cual debe quedar dentro del 5 % de la carga solicitada del gato.

Antes de colocar el concreto, revisar la tensión en los cables pretensados, con anticipación de tres horas. El método y el equipo para revisar la pérdida de pretensión deben estar sujetas a la aprobación del Contratante. Si los cables son tensados individualmente, revisar la pérdida de tensión de cada cable. Se retensarán todos los cables que presenten una pérdida de preesfuerzo en exceso de 3 %. Si los cables son tensados en grupo se debe revisar el grupo completo para evaluar la pérdida total de pretensión. Soltar y retensar el grupo completo si el total de pretensado muestra una pérdida en exceso del 3 % o si cualquier cable individual mostrara una diferencia notable respecto al resto de los cables del grupo.

(b) Liberación de los esfuerzos del acero: Soltar la carga de preesfuerzo del concreto después de que el concreto haya alcanzado el esfuerzo a la compresión requerida. Cortar o soltar los cables cuya excentricidad lateral disminuya la fuerza de preesfuerzo. Se cortará el acero pretensado para emparejarlo con el extremo del miembro.

#### **553.08 Almacenaje, transporte y erección de estructuras.**

No se deben embarcar miembros de concreto pretensado hasta que las pruebas de cilindros de concreto fabricados con el mismo material y curados bajo las mismas condiciones que los miembros indiquen que

el concreto en cada miembro ha alcanzado el esfuerzo mínimo requerido de diseño y tiene por los menos 14 días de colado.

Almacenar, transportar y erigir vigas precoladas y preesforzadas, losas y cajones en posición recta. Los puntos de soporte y las direcciones de las reacciones en relación con los miembros deberán ser aproximadamente las mismas que cuando las piezas queden en su posición final. Evitar que las piezas sean agrietadas o dañadas durante el almacenamiento y manipulación.

Las unidades que resulten dañadas debido a manipulación o almacenamiento indebidos deberán ser reemplazadas.

#### **553.09 Miembros post-tensados.**

Se fabricarán piezas post-tensadas de acuerdo con las tolerancias indicadas en Tabla 553-1. Se construirá un andamiaje de soporte de manera que la superestructura pueda ser izada libre de los andamios y del efecto de acortamiento producido durante el post-tensado. Detallar los encofrados que queden dentro de las vigas cajón para soportar la losa superior, ofreciendo una resistencia mínima al encogimiento de la viga producido por la contracción del post-tensado.

(a) Conductos: Usar conductos de metal galvanizado y herméticos al mortero, fabricados ya sea galvanizados, soldados o entrelazados y que sean suficientemente fuertes para conservar el alineamiento durante la colocación del concreto, con una pared de espesor mínimo como sigue:

(1) Conducto de metal (diámetro < de 65 mm):	0,55 mm
(2) Conducto de metal (diámetro > de 65 mm):	0,70 mm
(3) Polietileno de alta densidad (HPDE):	2,0 mm
(4) Polipropileno de alta densidad (HDPP):	2,0 mm
(5) Conducto de metal con tendones de barra pre armados con el conducto:	0,35 mm

Para tendones constituidos por una sola barra de preesfuerzo se proveen conductos con un diámetro interno mínimo de al menos 6 milímetros mayor que el diámetro exterior de la barra de preesfuerzo. Para tendones de alambres, barras o filamentos múltiples se proporciona un área interna nominal de sección transversal del conducto de al menos 2,25 veces el área neta del acero de preesfuerzo. Cuando los tendones deban ser colocados por el método de halado se debe proporcionar un área interna nominal de sección transversal interna del conducto de al menos 2,5 veces el área neta del acero de preesfuerzo.

Construir juntas metálicas apropiadas para unir los conductos sin que se produzcan ángulos en ellas. Se usará cinta impermeable en las juntas y los conductos se doblarán sin arrugarlos o aplastarlos. Usar metal ferroso o un acoplamiento de polietileno para conectar los conductos a los artefactos de anclaje.

Se proveerán todos los conductos o montajes de anclaje con tubos de metal u otro tipo de conexión apropiado para la inyección del mortero, después del pretensado.

Proveer conductos con un diámetro interior 10 mm más grande que el diámetro nominal de un solo alambre, barra o tendones de cables.

Para alambre múltiple, barras o tendones se debe proveer un conducto del área de sección transversal, de por lo menos 2 veces el área del acero de preesfuerzo. Cuando hay que colocar tendones por el método de jalar a través, proveerá un conducto con un área de sección transversal de por lo menos 2,5 veces el área neta del acero de preesfuerzo.

Asegurar bien los conductos en su lugar para prevenir movimientos.

Mantener las distancias entre los encofrados con tirantes, separadores, bloques, amarras, ganchos o cualquier otro soporte aprobado.

Usar bloques de mortero prefabricado, con dimensiones y forma aprobadas. Separar las capas de

los conductos con bloques de mortero. Cubrir los extremos de los conductos para prevenir la entrada de agua o desechos.

Ventilar todos los conductos en estructuras continuas, en su punto más alto del perfil. Dejar respiraderos en los conductos herméticos con un tubo estándar de un mínimo de 13 mm de diámetro, o un tubo plástico adecuado. Conectar los respiraderos a los conductos con sujetadores metálicos o plásticos. No se deben usar componentes que reaccionen con el concreto y causen corrosión del acero preesforzado o que contengan cloruros solubles.

(b) Colocación de concreto: Donde el extremo del montaje post-tensado no será cubierto con concreto, se retirarán los accesorios de anclaje, de manera que los extremos del acero pretensado y todas las partes del anclaje queden por lo menos 50 milímetros dentro del extremo de la superficie de los miembros.

Antes de la colocación del concreto, se probará que los conductos no están obstruidos. Inmediatamente después, se soplará el conducto de metal con un compresor de aire, libre de grasa, para quebrar y remover todo el mortero en el conducto antes de que se endurezca. Aproximadamente 24 horas después de la colocación del concreto, se inundarán los conductos de metal con agua que contengan cal (óxido de calcio) o cal apagada (hidróxido de calcio) en una proporción de 12 gramos por litro. Soplar el agua con un compresor de aire libre de grasa.

Para los miembros post-tensados que deben ser curados a vapor, no se debe instalar acero de preesfuerzo hasta que el curado esté listo.

(c) Anclajes y distribución: Se debe notificar al Contratante, por lo menos 10 días antes de la instalación de los extremos de ajuste o alambre de encabezamiento.

Cuando se usan alambres, se proveerá una distancia al borde por cada agujero de preesfuerzo de alambre, por medio de una arandela de tensión, un anillo de soporte desenhebrado, o una placa, de por lo menos 6 milímetros de la raíz de cualquier fibra, o al borde de cualquier anillo, placa o arandela.

Se debe anclar en sus extremos el acero preesforzado post-tensado, por medio de un anclaje permanente capaz de desarrollar no menos de un 95 % del esfuerzo último de tensión del acero pretensado. Si el dispositivo de anclaje es suficientemente largo y es usado en conjunto con un enrejado de acero empotrado en el concreto, que distribuya efectivamente la carga de anclaje al concreto, pueden omitirse las placas de distribución de acero o montaje.

Usar los conductos anclajes de tendones apropiados para no sobrepasar la pérdida máxima de fijación admisible.

(d) Acero de preesfuerzo: Usar un inhibidor de corrosión para proteger el acero de preesfuerzo instalado en los conductos antes de la colocación y el curado del concreto. Usar un inhibidor que no produzca un efecto contrario en el acero o en la adherencia del acero al concreto.

Si se usa acero de preesfuerzo en los conductos después de que el curado, el post-tensado y la inyección de mortero han concluido dentro de los 10 días después de instalado, no se requiere un inhibidor de corrosión.

(e) Postensión: Se esperarán al menos 10 días después de que el último concreto haya sido colocado en el miembro o hasta que las pruebas de cilindros de concreto indiquen que el concreto ha alcanzado el esfuerzo de compresión mínimo. Demuestra que el acero pretensado está libre y sin pegarse al conducto. Se enderezarán los alambres, si es necesario, para producir una tensión igual en todos los alambres, en los grupos de alambres o capas de tendones paralelos que son tensados simultáneamente. Se removerán todos los encofrados de las vigas antes del post-tensado.

Registrar la presión del manómetro y la elongación del acero pretensado permanentemente mientras se esté tensando éste. Estos registros deberán ser entregados al Contratante.

Determinar las pérdidas por fricción en el proceso de pretensado (i.e. la diferencia entre tensión en el gato y la mínima tensión en el acero pretensado) de acuerdo con las normas AASHTO, especificaciones estándar



para puentes de autopista. Usar tabillitas adecuadas o aparatos ya aprobados, para alcanzar el nivel de anclaje especificado.

(f) Lechada: Unir todo el acero pretensado y post-tensado al concreto llenando el espacio vacío entre el conducto y el tendón con lechada. Proveer acero pretensado para unirlos al concreto, el cual debe estar libre de suciedad, herrumbre, grasa o cualquier otra sustancia perjudicial.

Usar equipo de lechada capaz de sedimentar a una presión de por lo menos 0,7 megapascales con un calibrador de presión que tenga una escala completa de lectura de no más de 2,1 megapascales. Se ajustarán los tubos de inyección por medio de válvulas de salida mecánicas positivas. Ajustar las ventilaciones y tubo de eyección con válvulas, tapas o cualquier otro aparato capaz de sostener las presiones del bombeo.

Determinar la facilidad de bombeo de la lechada de acuerdo a FLH T502. El tiempo de emanación de una prueba de lechada, inmediatamente después de mezclada, no debe ser menor de 11 segundos. Cuando imperen temperaturas ambientales elevadas se producirá una fragua rápida; se enfriará la lechada con algún método aprobado, si es necesario, para prevenir bloqueos durante la operación de bombeo. Cuando existen posibilidades de tiempo helado durante la colocación de la lechada, se la debe proteger para que no se dañe, de acuerdo con el manual de post-tensado PT1 "Práctica Recomendada para Lechada de Concreto Postensado y Pretensado", Sección 3.3.7, 5ª edición.

Proveer un equipo de limpieza por inyección capaz de desarrollar una presión de bombeo de 1,7 megapascales y de una capacidad suficiente para lavar cualquier conducto con sedimento.

Limpiar todos los conductos de materiales que impidan la adherencia de la lechada o interfieran con los procedimientos de lechada. Se soplarán todos los conductos con un compresor de aire libre de grasa.

Pasar la lechada a través de un cedazo con agujeros de 2 mm antes de que entre a la bomba. Se llenará completamente el conducto del extremo inferior con lechada bajo presión. Bombear la lechada continuamente a través del conducto y se desechará en el desagüe hasta que no se vea agua o expulsión de aire. El tiempo de emanación de lechada no debe ser menor a los 11 segundos.

Se cerrarán todos los conductos y aberturas, y se aumentará la presión de lechada en el extremo de la inyección a por lo menos 0,7 megapascales manteniéndola por lo menos por 10 segundos. No se deben remover o abrir las válvulas y tapas hasta que la lechada haya fraguado.

Limpiar la superficie de concreto de las piezas de anclaje con un soplete abrasivo. Rellenar el anclaje con concreto de acuerdo con los requisitos para la estructura y se limpiará con agua.

Remover los extremos de las salidas y ventilaciones hasta 25 mm bajo la superficie de la carretera después de que la lechada ha concluido.

No retirar los andamios debajo de la losa soportante de la superficie hasta por lo menos 48 horas después de la lechada del acero post-tensado o hasta que el esfuerzo de la lechada se haya obtenido.

#### **553.10 Pintura de acero.**

Usar un cepillo de alambre o un chorro abrasivo para remover toda la suciedad y residuos que no estén adheridos al metal o a la superficie de concreto. Limpiar y pintarán los extremos de acero pretensado expuestos, los montajes post-tensados de las cabezas del anclaje y una tira de 25 mm de concreto de unión.

Se mezclará la pintura de zinc conforme a FSS TT-P-641 y pintar todos los espacios vacíos en los tendones pretensados. Aplicar una capa gruesa a la superficie que se cubrirá con concreto. Aplicar 2 capas a la superficie que no se cubrirá con concreto.

## Tolerancias de miembros de concreto pretensado

Descripción	Tolerancia
Vigas prefabricadas con losa fundida en sitio <sup>(1)</sup>	
Longitud	± 10 mm / 10 m ± 25 mm max
Ancho (total)	± 10 mm, -5 mm
Profundidad (total)	± 15 mm, -5 mm
Profundidad (Ala)	-5 mm
Ancho (Alma)	± 10 mm, -5 mm
Barrido <sup>(2)</sup>	3 mm / 3 m
Variación de la calidad del extremo o sesgado	± 15 mm/ m, ± 25 mm max
Variación de la contraflecha, de la contraflecha de diseño	± 3 mm / 3 m ± 15 mm máx. 25 m longitud ± 25 mm máx. > 25 m longitud
Posición de los cables: Individual Atados	± 5 mm - atados ± 15 mm
Posición desde el sitio de diseño de los puntos de deflexión para los cables	± 500 mm
Posición de las placas otras que las de apoyo	± 25 mm
Posición de las placas de apoyo	± 15 mm
Boquilla y lavado de placas	± 5 mm
Boquilla y lavado de placas de apoyo	± 5 mm
Posición de inserto de la conexiones estructurales	± 15 mm
Posición de manejo de artefactos: Paralelo a la longitud Transversal a la longitud	± 150 mm ± 25 mm
Posición de estribos o aros: Espaciamiento longitudinal Proyección sobre la parte superior	± 50 mm ± 20 mm
Regularidad local <sup>(3)</sup>	± 6 mm en 3 cm en cualquier superficie

Notas:

(1) Normas AASHTO Vigas tipo I y vigas tipo T.

(2) Variación de línea recta paralela a la línea centro del miembro.

(3) No se aplica a superficies superiores dejadas ásperas para recibir una cubierta o para visualizar las superficies ocultas.

Tabla 553-1 (Continuación)

**Tolerancia de miembros de concreto pretensado**

Descripción	Tolerancia
<b>Vigas prefabricadas con losa fundida en sitio <sup>(4)</sup></b>	
Longitud	± 20 mm
Ancho (total)	± 5 mm
Profundidad (total)	± 5 mm
Profundidad (Ala superior)	± 15 mm
Profundidad (Ala inferior)	± 15 mm, -5 mm
Ancho (alma)	± 10 mm
<b>Barrido <sup>(5)</sup></b>	
Hasta miembros de 12 m de longitud.	± 5 mm
Miembros de 12 a 18 m de longitud	± 10 mm
Miembros de más de 18 m de longitud	± 15 mm
Variación desde la deflexión	± 10 mm / m
Horizontal	± 15 mm, máx.
Vertical	± 15 mm
Variación de contraflecha de la contraflecha de diseño	± 3 mm / 3 m, ± 15 mm máx.
Contraflecha diferencial entre miembro adyacentes del mismo diseño	± 6 mm / 3 m, ± 20 mm máx.
Posición de los cables:	
Individual	± 5 mm
Atados	± 5 mm
Posición desde el sitio de diseño de los puntos de deflexión para los cables deflectados	± 500 mm
Posición de láminas diferentes de las de soporte	± 25 mm
Boquilla y lavado de placas	± 5 mm
Posición para insertar las conexiones estructurales	± 15 mm
Posición de manejo de artefactos:	
Paralelo a la longitud	± 150 mm
Transversal a la longitud	± 25 mm

Notas:

(4) Vigas de cajón, losas, entrepisos nervados y vigas múltiples T.

(5) Variación de línea recta paralela a la línea centro del miembro.

**Tolerancia de miembros de concreto pretensado**

Descripción	Tolerancia
<b>Vigas prefabricadas usadas en cubiertas con vigas múltiples</b>	
Posición de estribos:	
Espacio longitudinal	± 25 mm
Proyección sobre la parte superior	± 5 mm, -20 mm
Boquilla de asiento e vigas de área de apoyo	± 5 mm
Posición d tubería apernada	± 15 mm
Posición de separadores (alineador) de varilla:	
Paralelos a la longitud	± 15 mm
Verticales	± 10 mm
Posición de los vacíos en la losa:	
extremo del espacio vacío al centro del agujero	± 15 mm
del tirante adyacente al bloque extremo	± 25 mm
Regularidad local <sup>(6)</sup>	± 6 mm en 3 cm en cualquier superficie
Miembros postensados	
Posición de los conductos postensados	± 5 mm
Posición de las láminas de soporte del tendón de anclaje	± 5 mm

Nota 6: No se aplica a superficies superiores dejadas ásperas para recibir una cubierta o para visualizar las superficies ocultas.

**553.11 Aceptación.**

Acero pretensado, acero de refuerzo, dispositivos de anclaje, soportes elastoméricos y materiales para concreto y para lechada deben ser evaluados según Subsección 107.03. Proveer certificados de producción para los siguientes materiales:

- (a) Cemento Pórtland
- (b) Acero de preesfuerzo.
- (c) Acero de refuerzo.

La lechada será evaluada en las Subsecciones 107.02 y 107.04. (Ver Tabla 553-2 para los requisitos de muestreo y pruebas).

El concreto prefabricado y los miembros de concreto preesforzado serán evaluados en las Subsecciones 107.02, 107.03 y 107.04. (Ver Tabla 552-9 para los requisitos de muestreo y pruebas).

El concreto para post-tensado, preparado en el sitio será evaluado en la Sección 552.

La construcción de miembros de concreto prefabricado y preesforzado se evalúa en las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El acero de refuerzo se evalúa bajo la Sección 554.

Los andamiajes y encofrados, en la Sección 569.

**553.12 Medición.**

Medir los miembros estructurales de concreto prefabricado y preesforzado por unidad o por metro. No se debe medir el acero de refuerzo o el concreto para prefabricar miembros estructurales de concreto.

El sistema de pretensado se medirá en forma global.

Se medirá el concreto para post-tensado, y las estructuras de concreto coladas en su lugar, de acuerdo con la Sección 552. El acero reforzado para post-tensado y las estructuras de concreto fundadas se miden en Sección 554 y los pilotes pretensados en la Sección 551.

**553.13. Pago**

Las cantidades aceptadas, medidas según las disposiciones que anteceden, serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida o suma global de acuerdo con los renglones de pago descritos a continuación y mostrados en el pliego de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

El pago se hará como sigue:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.553.01</b> Miembros de concreto estructural pretensados y prefabricados	Unidad (Und)
<b>CR.553.02</b> Miembros de concreto estructural pretensados y prefabricados	Metro lineal (m)
<b>CR.553.03</b> Sistema de pretensado	Suma global (gbl)

**Sección 554.) ACERO DE REFUERZO**

**554.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en proveer y colocar el acero de refuerzo para el concreto.

**554.02 Materiales**

Conforme a la Subsección:

Acero de refuerzo 709.01

**Requerimientos para la construcción**

**554.03 Lista de pedido.**

En las listas de pedido del acero de refuerzo se deben usar las mismas marcas para etiquetar que las mostradas en los planos. Entregar al Contratante todas las listas de pedido y diagramas de dobladuras para su aceptación. La aprobación de las listas y diagrama no exoneran al contratista de su responsabilidad en cuanto a la comprobación de su exactitud.

No se deben ordenar materiales hasta que las listas y diagramas sean aceptados.

No se debe preparar el acero de refuerzo vertical para columnas, paredes, estribos y pilas hasta que las elevaciones de las fundaciones sean establecidas en el campo.

**554.04 Identificación.**

Despachar las varillas de refuerzo en atados estándar, etiquetados y marcados de acuerdo con CRSI, "Manual de práctica estándar".

**554.05 Dobladura.**

Fabricar las varillas de refuerzo de acuerdo con ACI SP 66. Se doblarán en frío todas las varillas que así lo requieran. Se limitará la tolerancia de dobladura de las varillas de cubiertas o losas armadas a más de 0

milímetros o menos de 6 milímetros. Las varillas de acero no se deben doblar una vez que están parcialmente empotradas en el concreto, excepto cuando se muestre así en los planos o sea permitido por el Contratante.

Cuando las dimensiones de los ganchos o los diámetros de doblado no se muestren en los planos, se proporcionarán ganchos estándar de conformidad con ACI SP 66.

#### **554.06 Protección del material.**

Se almacenará el acero de refuerzo sobre el nivel del terreno en plataformas, vigas de asiento o cualquier otro tipo de soporte. Se protegerá de daños físicos, herrumbre y cualquier otro deterioro superficial.

Se colocará el acero de refuerzo solamente cuando la superficie esté limpia y las dimensiones mínimas, área de sección transversal y propiedades de tensión cumplan con requisitos físicos para el tamaño y grado del acero especificado.

No se debe usar acero de refuerzo que esté agrietado, laminado o cubierto con suciedad, herrumbre, escamas sueltas, pintura, grasa, aceite, o cualquier otro material perjudicial.

#### **554.07 Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico.**

Se colocarán las barras recubiertas en áreas de contacto acolchadas que serán obligadas para todos los atados. Las barras se levantarán con soportes múltiples o con una plataforma puente. Se evitará la abrasión producida entre barras y se evitará que los atados sean arrastrados o dejados caer.

Antes de la colocación se inspeccionarán las varillas recubiertas para localizar cualquier daño al recubrimiento. Se repararán todos los defectos en el recubrimiento, perceptibles al ojo, con un material de reparación precalificado de acuerdo con la norma AASHTO M 28M. Se limpiarán las áreas que van a ser reparadas, removiendo toda la contaminación de la superficie y el recubrimiento dañado. Se raspará el área por reparar antes de aplicar el material de reparación. Cuando haya herrumbre se debe remover por medio de limpieza a chorro o con una herramienta de poder. Se limpiarán las varillas inmediatamente antes de aplicar el material de reparación.

Las varillas serán reparadas rápidamente de acuerdo a las recomendaciones del fabricante de la resina y se operará antes de que ocurra una oxidación perjudicial. Se traslapará el material de remiendo con la capa original en 50 milímetros, o como lo recomiende el fabricante. Se proveerá un mínimo de 200 micrómetros de grueso de una capa seca en las áreas reparadas.

Deben tomarse las medidas necesarias para minimizar el daño en el recubrimiento de las barras instaladas. Se debe limpiar y reparar cualquier daño en el recubrimiento advertido después de la instalación, en la forma descrita anteriormente.

No se permitirán reparaciones en el campo a varillas con daños severos en el recubrimiento, las cuales deberán ser repuestas con piezas nuevas. Un recubrimiento con daño severo se define como un recubrimiento con un área total dañada de 0,5 metros de longitud de varilla que excede al 5 % del área superficial de la porción de la varilla. Se recubrirán los empalmes mecánicos después de su instalación de acuerdo con la norma AASHTO M 284 M sobre remiendos en daños de recubrimientos epóxicos.

#### **554.08 Colocación y fijación.**

Se soportarán las varillas en bloques de concreto prefabricados, o en soportes metálicos, de acuerdo al "Manual de práctica estándar del Instituto de Concreto Reforzado". Se fijarán los bloques de concreto de soporte con alambres ubicados en el centro de cada bloque. Se usarán soportes de metal en contacto con las superficies de concreto expuesto, Clase 1 (protector de plástico) o Clase 2, tipo B (protector de acero inoxidable). Se usará acero inoxidable de acuerdo con ASTM A 493, Tipo 430.

Se revestirán con un material dieléctrico los asientos, alambres de amarre y otros elementos usados para soporte para dar posición o sujetar el acero de refuerzo con recubrimiento epóxico. No se usarán soportes plásticos.

Los soportes de las varillas para losas no deben espaciarse a más de 1,2 metros transversal o

longitudinalmente. No se usarán soportes de varillas que directa o indirectamente sostienen rieles, o guías de carretillas, o cargas de construcción similares.

Se espaciarán varillas paralelas con una precisión de 38 milímetros del lugar requerido. No se deben acumular las variaciones de los espacios. El promedio de cualquiera de los dos espacios adyacentes, no debe exceder el espacio requerido de 38 mm.

Se dejarán 50 milímetros de recubrimiento libre para todo el refuerzo excepto si se especifica en planos de otra manera.

Se colocará acero reforzado en las losas de cubierta con una precisión de 6 milímetros del sitio vertical de ubicación. Se amarrará el acero de refuerzo de losas de puentes en todas las intersecciones, excepto cuando la separación sea de menos de 300 mm en ambas direcciones en cuyo caso las intersecciones alternas pueden ser amarradas. Se revisará el recubrimiento sobre el acero de refuerzo de losas usando una plantilla y antes de colar el concreto se reemplazarán los soportes dañados.

No se colará el concreto en ningún miembro hasta que la colocación del acero de refuerzo haya sido aprobada.

#### **554.09 Empalmes.**

Los empalmes, con excepción de los mostrados en los planos, no son permitidos sin aprobación. La longitud de los traslapes es la mostrada en los planos. Se empalmarán las varillas de refuerzo sólo cuando se muestren en los planos o en diagramas aceptados. No se deben colocar varillas de losa empalmadas con traslapes adyacentes.

Los empalmes traslapados deben hacerse colocando las varillas de refuerzo en contacto y uniéndolas con alambre, de manera que ellas mantengan el alineamiento y posición.

Si es permitida la soldadura de acero de refuerzo en el contrato, las soldaduras deben cumplir con AWS D 1.4. No se debe soldar el acero de refuerzo, si la composición química del acero excede los porcentajes de Tabla 554-1.

Los soldadores deben ser debidamente certificados. Cuando se requiera en el contrato, se probará cada soldadura usando partículas magnéticas, radiografía o cualquier otra técnica no destructiva.

*Tabla 554-1*

#### **Componentes del acero reforzado**

<b>Composición química</b>	<b>Porcentaje</b>
Carbono (C)	0,30
Manganeso (MA)	1,50
Carbon Equivalente (C.E.)	0,55

Se pueden usar acoples mecánicos en lugar de soldaduras, si así es aprobado. Se usarán acoples con una resistencia de por lo menos 125 % del esfuerzo de fluencia requerido para el acero de refuerzo.

Si la malla electrosoldada es embarcada en rollos, se enderezarán los rollos dejando la malla plana antes de su colocación. Se empalmarán las láminas de malla o varillas de refuerzo de rejilla, traslapando no menos del ancho de la abertura de la malla más 50 mm. Se deben fijar muy bien los extremos y las orillas.

#### **554.10 Aceptación.**

Acero de refuerzo y materiales de recubrimiento epóxico son evaluados en las Subsecciones 107.02 y 107.03. Se exigirá certificado de producción con cada embarque de acero de refuerzo.

La colocación de acero de refuerzo es evaluada en las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**554.11 Medición.**

Se medirá el acero de refuerzo por kilogramo, excluyendo traslapes agregados por conveniencia del contratista.

**554.12 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica anteriormente, serán pagadas al precio del contrato de acuerdo con los renglones de pago enseguida descritos y mostrados en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.554.01</b> Acero de refuerzo	Kilogramo (kg)
<b>CR.554.02</b> Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico	Kilogramo (kg)

**Sección 555.) ESTRUCTURAS DE ACERO**

**555.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras de acero, y partes de estructura de acero, en las estructuras mixtas. Este trabajo incluye suministro, fabricación, entrega y erección del acero estructural y la construcción de imprevistos de metal.

**555.02 Materiales.**

De conformidad a las siguientes Secciones y Subsecciones:

Accesorios de apoyo	564
Pernos y tuercas	717.01 (d)
Acero colado	717.04
Sellos elastoméricos de juntas en compresión	717.15
Encofrado y andamiaje	569
Recubrimientos galvanizados	717.07
Pernos, tuercas y arandelas de alta resistencia	717.01 (e)
Pintura	563
Pasadores y rodillos	717.03
Cubierta laminada	717.08
Acero forjado	717.02
Mallas de acero para pisos	717.09
Tubería de acero	717.06
Acero estructural	717.01
Conectores soldados para cortante	717.05

**Requerimientos para la construcción**

**555.03 General.**

El acero estructural debe ser fabricado en una planta que esté certificada bajo el programa de calidad certificada AISC. Los elementos con peligro de fractura deben fabricarse de acuerdo con AASHTO "Guía de



especificaciones para miembros de acero para puentes, con fractura crítica no-redundante”.

Deben realizarse soldaduras y pruebas de calificación para soldares de acuerdo a lo provisto en ANSI/AASHTO/AWS “Soldadura de Puentes Código D1.5”.

#### **555.04 Orden de inicio de trabajo.**

Debe darse una nota escrita 21 días antes de iniciar el trabajo en el taller. No fabricar ningún material o realizar ningún trabajo en el taller, previo a la notificación.

#### **555.05 Inspección.**

El acero estructural podrá ser inspeccionado en cualquier momento en el lugar de fabricación, de acuerdo con la Subsección 107.06.

Deben inspeccionarse con ultrasonido todas las alas de las vigas, antes de la fabricación, de acuerdo a ASTM A 578M, excepto como sigue:

- (a) Inspección después de que las alas han sido cortadas de la lámina maestra.
- (b) Las normas de aceptación estándar de las Secciones 6 y 7 no se aplican. Se utiliza como normas de aceptación los requisitos suplementarios S 2.1.
- (c) Las alas deben ser inspeccionadas en la planta o en el taller donde son cortados.

Se debe suministrar una copia de todos los pedidos de molino y de los reportes de ensayos en fábrica certificados. Los reportes de las pruebas de fábrica deben contener los análisis químicos y ensayos físicos para cada acero y calentamiento del material usado en el trabajo.

Si es aprobado por el Contratante, se deben proveer los certificados de producción en lugar de los reportes de los ensayos realizados en la fábrica para los materiales que normalmente no son suministrados con tales reportes y para ítems como placas de relleno, escuadras de ensamble y materiales similares, cuando las cantidades son pequeñas y el material es tomado de la existencia en inventario.

Para los aceros con valores especificados de impacto se debe incluir en los reportes de las pruebas certificadas de planta, adicionalmente a otros resultados de ensayos, los resultados de las pruebas de impacto “Charpy V”. Cuando se especifican aceros de grano fino, se debe confirmar en el reporte de la prueba que el material ha sido producido de esa forma. Se deben presentar las copias de las órdenes de planta consignando el momento en que fueron entregadas al fabricante. Se deberán suministrar los reportes de las pruebas de fábrica certificadas y los certificados de producción antes de iniciar la construcción utilizando el material incluido en esos reportes. Se debe presentar un certificado de producción del fabricante de acuerdo con la Subsección 107.03.

#### **555.06 Planos de taller, planos de erección y transporte.**

Se deben preparar y presentar los planos de acuerdo con la Subsección 104.03. La aceptación de los planos por el Contratante incluye únicamente los requisitos de resistencia y detallado. El Contratante no se asume ninguna responsabilidad por errores en las dimensiones.

(a) Planos de taller. En los planos de taller para estructuras de acero se debe mostrar completamente las dimensiones detalladas y tamaños de todos los componentes de la estructura y los detalles de los componentes misceláneos (como pasadores, tuercas, pernos, drenes, símbolos de soldadura, etc).

Cuando se requiere una orientación específica de las planchas de acero, se debe mostrar la dirección de laminado o moldeado de las plachas. Se deben cortar las alas y almas de las vigas armadas de forma que la dimensión longitudinal de ésta sea paralela a la dirección de laminado o moldeado.

En los planos de taller se debe identificar el tipo y el grado de cada pieza que será hecha de un acero diferente de AASHTO M270M, grado 250.

En los planos de taller se deben mostrar las marcas de ensamblaje que sean una referencia cruzada con las piezas originales del acero de las fabricadas y los reportes de las pruebas de fábrica certificadas.

La localización de los empalmes soldados en el taller mostrados en los planos de taller, está sujeta a aprobación. Se deben localizar todos los empalmes soldados en el taller evitando los puntos de esfuerzo máximo a tensión o fatiga. Se deben ubicar los empalmes en las almas distanciadas por lo menos 300 mm de los empalmes de taller, uniones a tope en las alas o rigidizadores. En los empalmes soldados en taller se pueden requerir pruebas no destructivas adicionales.

(b) Planos de erección. Se deben presentar planos que ilustren completamente el método propuesto de construcción. Deben mostrarse los detalles de todas las armaduras, obra falsa, arriostres, tirantes, muertos de anclaje, dispositivos de izaje y uniones a los elementos del puente. Se debe mostrar la secuencia de construcción, la localización de grúas y barcasas, las capacidades de las grúas, la localización de los puntos de izaje y las masas de los elementos del puente. Se deben mostrar los detalles completos para todas las fases y condiciones de construcción previstas. Se pueden requerir los cálculos para demostrar que los esfuerzos permisibles no son excedidos y que las capacidades de los elementos y la geometría final son las correctas. (Ver la Sección 562 para requisitos adicionales).

(c) Diagrama de contraflecha. Se debe entregar un diagrama de la contraflecha que muestre la contraflecha en cada nudo de la armadura o nervios de arcos y en el lugar de los empalmes en campo y, como mínimo, en cada cuarto punto del claro de las vigas continuas y vigas maestras o marcos rígidos. En los diagramas de contraflecha se muestran las contraflechas calculadas para ser usadas en el pre-ensamblado de la estructura como se requiere en la Subsección 555.15.

(d) Planos de transporte. Deben mostrar todos los puntos de soporte, amarras, cerchas o vigas temporales de rigidización y cualquier otro detalle requerido para soportar y apuntalar el elemento. Se deben proveer las memorias de cálculo mostrando los esfuerzos inducidos por las cargas permanentes más el impacto por el procedimiento de carga y transporte. Se utilizarán esfuerzos de impacto de por lo menos 200 % del esfuerzo de carga permanente. Se debe usar una carga total, incluyendo el impacto, de no menos del 300 % de la carga permanente.

Si se requiere, se deben presentar los planos de transporte para aprobación del Contratante.

Se deben embarcar y almacenar todos los elementos, tanto rectos como curvos, con sus almas en posición vertical.

#### ***555.07 Almacenamiento del material.***

Se debe almacenar el material estructural sobre el terreno en plataformas, rodines u otros soportes. Se debe mantener el material libre de suciedad, grasa y otras materias extrañas y proporcionar una protección adecuada de la corrosión.

#### ***555.08 Fabricación.***

(a) Identificación del acero. Se requiere utilizar un sistema de marcado de ensamblaje de las piezas individuales y las instrucciones de corte del taller (generalmente por medio de referencias cruzadas de las marcas de ensamblaje mostradas en los planos de taller con la partida correspondiente que se cubre en la orden de compra de fábrica) que mantiene la identidad de la pieza original.

El material puede ser suministrado de lo propio existente del fabricante, el cual puede ser identificado por el número de hornada y el reporte de prueba en fábrica. Durante la fabricación hasta el punto de ensamblaje de los elementos, se debe mostrar de forma clara y legible la especificación de cada pieza de acero (cuando sea diferente de acero grado 250) escribiendo la especificación del material en la pieza o utilizando el código de colores de identificación mostrado en la Tabla 555-1.

Tabla 555-1

**Código de colores de identificación del acero**

<b>Grado</b>	<b>Color</b>
345	Verde y amarillo
345 W	Azul y amarillo
485 W	Azul y anaranjado
690	Rojo
690 W	Rojo y anaranjado

Para otros aceros (excepto acero grado 250) no mostrados en la Tabla 555-1 o incluidos en la norma AASHTO M 160M, se debe proporcionar la información del código de colores utilizado.

Se debe marcar el grado por medio de estampado o por medio de una etiqueta adherida firmemente a las piezas de acero diferentes al grado 250 que, antes de ser ensambladas en los elementos, van a ser sometidas a operaciones de fabricación, como limpieza con chorro de arena, galvanizado, calentamiento para moldeo o pintura, que pueden destruir la pintura utilizada para el código de color. Cuando se utiliza el método de estampado del acero se debe colocar las impresiones en el elemento más grueso de la junta de tensión en las juntas de transición.

La profundidad máxima permitida de la huella es de 0,25 mm. Se utiliza una herramienta que produce tamaños de caracteres según los radios de superficie como se muestra en la tabla 555-2. Se deben evitar las impresiones cerca de los bordes de las láminas a tensión.

Tabla 555-2

**Tamaño de los marcas de estampado del acero**

<b>Tamaño del carácter</b>	<b>Radio de superficie mínimo</b>
3 mm	0,2 mm
5 mm	0,1 mm
6 mm	0,3 mm

Se deben usar troqueles para estampar acero del tipo de baja-tensión. No se deben utilizar troqueles en elementos críticos de fractura.

Si se solicita, se debe presentar una declaración jurada certificando que a lo largo de la fabricación se ha mantenido la identificación del acero.

No se permite calentar el acero para dar la curvatura a las vigas. No se permite perforar, cortar o soldar secciones de los elementos estructurales a menos que se muestre en los planos o sea aprobado por escrito.

(b) Láminas.

(1) Dirección de laminado: A menos que se muestre de otra forma en los planos, se debe cortar y fabricar las placas para los elementos principales, placas de empalme para las alas y elementos principales a tensión (no los miembros secundarios), de forma que la dirección principal de laminado sea paralela a la dirección de los esfuerzos principales de tensión y de compresión.

(2) Bordes de corte de las placas.

(a) Cepillado de los bordes. Se eliminan los bordes cortados en las placas con un espesor mayor de 15mm hasta una profundidad de 5 mm con respecto al borde originalmente cortado o más allá de cualquier corte entrante producido por el corte. Se filetean los cortes entrantes antes de ser cortados.

(1) Cortado con oxígeno. Se debe cortar con oxígeno el acero estructural de acuerdo con el Código de

soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS "Bridge Welding Code D15".

(2) Inspección visual y reparación de los bordes de corte de las placas. Se inspecciona visualmente y se reparan los bordes de corte de las placas. Los bordes cortados de las placas deben cumplir con el Código de soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS Bridge Welding Code D1.5.

(b) Láminas para alas de vigas. Se proveen láminas para alas ya sea con bordes cortados con oxígeno, con esquinas biseladas por lo menos 2 mm por esmerilado o, alternativamente, placas de laminado universal, a menos que se requieran los bordes cortados con oxígeno.

(c) Láminas de alma de vigas. Se corta con oxígeno las láminas de las almas de las vigas construidas, las vigas cajón y arcos de las vigas tipo cajón a la contraflecha especificada. Se corta las almas con suficiente contraflecha extra para preveer todas las pérdidas debidas a la soldadura, cortes, etc.

(d) Elementos de armaduras. Se deben preparar, por medio de corte con oxígeno, todos los bordes longitudinales de todas las láminas en las secciones soldadas del alma y de los elementos de la cuerda de una armadura. Se deben biselar, esmerilando los bordes de las esquinas de las láminas que no van a ser unidas por medio de soldadura, por lo menos 2 mm.

(e) Atiesadores y platinas de conexión. Se pueden suministrar atiesadores y platinas de conexión soldadas transversalmente al alma y a las alas de las vigas con bordes cortados con guillotina siempre que el espesor de la placa no exceda los 20 mm. Se puede utilizar láminas de fabricación con Molino Universal si el espesor no excede los 25 mm. Se deben suministrar otros atiesadores y platinas de conexión con los bordes cortados con oxígeno.

(f) Placas de unión lateral. Las placas de unión y otras conexiones soldadas paralelas a las líneas de esfuerzos en los elementos sometidos a tensión se cortan con oxígeno, paralelamente a las líneas de esfuerzo, cuando el espesor de la placa es mayor de 10 mm. Se pueden proveer las placas de unión lateral empernadas con bordes cortados con guillotina, siempre que el espesor sea menor o igual a 20 mm.

(g) Placas de empalme y placas de refuerzo. Se proveen vigas, placas de empalme para vigas y placas de unión de armaduras con bordes cortados con oxígeno.

(h) Placas dobladas. Se proveen placas laminadas de carga sin soldadura para ser dobladas como sigue: Se toma el material de las láminas en existencia tal que la línea de doblado forma un ángulo recto con la dirección de laminado, excepto las nervaduras dobladas en frío para puentes con cubiertas ortotrópicas, que pueden ser dobladas con líneas de doblado en la dirección del laminado.

Antes del doblado se redondean las esquinas de las platinas con un radio de 2 mm a lo largo de la sección de la platina donde se produce el doblado.

(1) Doblado en frío. Se dobla en frío de forma que no se produzca el agrietamiento de la placa. Se debe usar el radio mínimo de doblado mostrado en la Tabla 555-3 medido con respecto a la cara cóncava del metal.

Se permite la recuperación elástica de los aceros grado 690 y 690 W hasta aproximadamente tres veces el valor para el acero de grado 250. Se debe utilizar una dobladora menor con un claro de por lo menos 16 veces el espesor de la placa a doblar.

(2) Doblado en caliente. Si se requiere un radio menor que el radio mínimo especificado para el doblado en frío, se doblan las láminas en caliente a una temperatura no mayor de 650 °C, excepto para los grados 690 y 690 W. Cuando las láminas de acero de los grados 690 y 690 W se calientan a temperaturas mayores que 605 °C, se debe retemplar de acuerdo a la práctica estándar del fabricante.

Tabla 555-3

**Radios mínimos de doblado**

<b>Espesor de la lámina - (t) (mm)</b>	<b>Radio de doblado <sup>(1)</sup> (mm)</b>
≤ 13	2 (t)
Sobre 13 a 25	2,5 (t)
Sobre 25 a 38	3 (t)
Sobre 38 a 64	3,5 (t)
Sobre 64 a 102	4 (t)

(1) Radio de doblado para todos los grados de acero estructural

(c) Ajuste de atiesadores. Se deben fabricar (en molino, esmerilado o soldado como se muestra en los planos o según se especifica), los atiesadores de apoyo para las vigas y los atiesadores previstos como soportes para cargas concentradas para proveer apoyo total en las alas a las cuales se transmiten carga o de las cuales reciben carga. Se deben fabricar los atiesadores intermedios que no sean para soportar cargas concentradas, sino para proporcionar un ajuste firme para las alas en compresión.

(d) Juntas a tope. Se cortan con sierra las juntas a tope de los elementos en compresión de las armaduras y columnas para proporcionar una junta ajustada y un apoyo uniforme. La abertura máxima permitida en otras juntas, que no requieren ser revestidas, es 10 mm.

(e) Revestimiento de las superficies de apoyo. Dar el acabado a los apoyos, las placas de asiento y otras superficies de apoyo que estarán en contacto con otra superficie, o con concreto, conforme con la rugosidad definida en ANSI B46.1, "Surface Roughness, Waviness and Lay, Part I", como se muestra en la Tabla 554-4.

Tabla 555-4

**Valores de regularidad superficial definidas por ANSI**

<b>Superficie de apoyo</b>	<b>Valor de regularidad superficial (µm)</b>
Placas de acero	50
Placas pesadas en contacto en los pedestales que van a ser soldadas	25
Extremos laminados de elementos a compresión, extremos laminados o afilados de atiesadores y rellenos	13
Apoyos de rodillos y de oscilación	6
Pasadores y agujeros para pasadores	3
Apoyos deslizantes	3

Se fresan los apoyos deslizantes que tienen una regularidad superficial mayor de 2 µm según ANSI 60 de forma que la trama del corte sea paralela a la dirección de movimiento.

Se fabrican las partes en el apoyo para proveer un contacto nivelado uniforme con la superficie de apoyo adyacente cuando se ensamblan. Se limita la separación máxima entre superficies de apoyo a 1mm. Las placas de asiento que son planas y rectas y que tienen una regularidad superficial que no excede los valores tabulados anteriormente no requieren ser labradas, a excepción de las superficies de deslizamiento de las placas de asiento. No se labran las superficies de los elementos fabricados hasta que toda la elaboración de ese ensamblaje particular

o subensamblaje se haya completado. Se labran los componentes metálicos que van a ser tratados térmicamente después de ese tratamiento.

(f) Enderezado del material. Si se aprueba por parte del Contratante, se enderezan las placas, los angulares y otros perfiles y elementos compuestos por métodos que no produzcan la fractura u otro daño en el metal. Se enderezan los elementos deformados por medios mecánicos o, si se aprueba, por medio de procedimientos cuidadosamente planificados y se supervisa la aplicación de una cantidad limitada de calor localmente. Se usan procedimientos controlados rígidamente y no se exceden las temperaturas especificadas en la Tabla 555-5 cuando se está enderezando con calor elementos de acero de los grados 485W, 690 y 690W.

Tabla 555-5

**Temperaturas de enderezado térmico**

<b>Material a ser enderezado</b>	<b>Temperatura máxima °C</b>
Grado 485W > 150 mm desde la soldadura	580 °C
Grado 485W < 150 mm desde la soldadura	480 °C
Grado 690 o 690W > 150 mm desde la soldadura	605 °C
Grado 690 o 690W < 150 mm desde la soldadura	510 °C

En los demás aceros, en el área calentada no debe exceder los 650 °C. Se controla la aplicación por medio de lápices indicadores de temperatura, líquidos o termómetros bimetálicos.

Deben mantenerse las partes que van a ser tratadas térmicamente, enderezadas y libres de fuerzas externas y esfuerzos, excepto los propios resultantes de los medios mecánicos utilizados conjuntamente con la aplicación de calor.

La evidencia de fractura después del enderezado de un doblez o pliegue será causa de rechazo de la pieza dañada.

**555.09 Destemplado y alivio de esfuerzos.**

Se debe realizar un acabado maquinado, se taladra y endereza los elementos estructurales destemplados o normalizados después del tratamiento térmico. Normar y destemplar (completamente destemplado) de acuerdo con la norma ASTM A 919. Se mantiene una temperatura uniforme en el horno durante todo el proceso de calentamiento y enfriamiento de forma que la temperatura en dos puntos del elemento en cualquier instante no difiera en más de 60 °C.

No se deben destemplar o normalizar elementos de acero con grados 690/690 W o 485 W. De estos grados se alivian los esfuerzos sólo con aprobación.

Se registra cada carga del horno, se identifican las piezas de la carga y se muestran las temperaturas y el programa utilizado realmente. Se proveen los instrumentos apropiados, incluyendo pirómetros registradores, para determinar en cualquier momento la temperatura de los elementos en el horno. Se tienen disponibles los registros de la operación del tratamiento para su aprobación. La temperatura máxima permitida para el alivio de los esfuerzos para aceros de los grados 690/690 W y grado 485 W es 605 °C y 580 °C, respectivamente. Los elementos que se alivian de tensión (como zapatas para puentes, pedestales u otras partes que se construyen soldando secciones de placas) deben ser de acuerdo con la Subdivisión 4.4 del "Código de Soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS Bridge Welding Code D1.5".

### 555.10 Agujeros para los pernos (tornillos).

Los agujeros para los pernos pueden ser taladrados o perforados con sacabocados. Los materiales que forman las partes de un elemento que está compuesto por no más de 5 espesores de metal pueden ser perforados con troquel (sacabocados) 2 mm más anchos que el diámetro nominal de los pernos, cuando el espesor del material no es mayor de 20 mm para el acero estructural, 15 mm para el acero de alta resistencia o 15 mm para los aceros de aleación, a menos que se requiera un ensanchamiento según (h), preparación de las conexiones de campo.

Cuando hay más de 5 espesores o cuando alguno de los materiales principales tiene un espesor mayor de 20 mm para el acero estructural, 15 mm para el acero de alta resistencia o 15 mm para aceros templados de aleación; se pueden taladrar o ensanchar todos los huecos al tamaño total.

Si se requiere, se puede subperforar o subtaladrar (perforar a menor diámetro si la limitación del espesor lo indica) 5 mm más pequeño y después de ensamblado se ensancha 2 mm o se taladra del tamaño total hasta 2 mm más ancho que el diámetro nominal de los pernos.

(a) Agujeros horadados con punzón. Se debe usar un diámetro de dado que no sea más de 2 mm más ancho que el diámetro de punzonado. Se ensanchan los agujeros que lo requieran para ingresar los pernos. Se hace un corte limpio sin desgarrar o quebrar los bordes.

(b) Agujeros ensanchados o taladrados. Se deben ensanchar o se taladran los agujeros de forma que sean cilíndricos y perpendiculares al elemento. Cuando sea práctico, se ensancha directamente por medios mecánicos. Se deben remover las rebabas en las superficies exteriores. Se ensanchan y se perforan con taladros de giro espiral o cortador rotativo. Se ensamblan y se mantienen juntas firmemente las partes que se conectan que han sido ensanchadas o taladradas y se marcan antes de desensamblarse.

(c) Precisión de los agujeros. Se aceptan los agujeros con un diámetro no más de 1 mm más ancho que el diámetro nominal del taladro o del ensanchador. Es aceptable el agujero ligeramente cónico resultante de las operaciones con sacabocados. El ancho de los agujeros con ranuras producidos por corte con llama o mediante una combinación de taladrado o horadado y corte con llama, no deben ser mayor en más de 1 milímetro que el ancho nominal. Se deben esmerilar las superficies cortadas con llama para dejarlas lisas.

(d) Precisión de un grupo de agujeros antes de ensanchar. Se deben perforar de manera precisa los agujeros al tamaño natural, se subpunzonan o se subtaladran los agujeros de forma que después de ensamblarse (antes de realizar cualquier ensanchamiento) un pasador cilíndrico con un diámetro 3 mm menor que el diámetro nominal del agujero pueda introducirse perpendicular a la cara del elemento en por lo menos el 75 % de los huecos contiguos en un mismo plano. Se rechazan las piezas que no cumplen con este requisito. Se rechazan los agujeros a través de los cuales no se puede insertar un pasador 5 mm menor, en diámetro, que el diámetro nominal.

Después de ensanchados, se permite un máximo de 85 % de agujeros descentrados 1 milímetro, de cualquier grupo de agujeros contiguos, a través de espesores adyacentes de metal.

(e) Precisión del grupo de agujeros después de ensanchar. Después de ensanchados, el desplazamiento horizontal máximo del 85 % de los agujeros de cualquier grupo contiguo de agujeros a través de los espesores adyacentes del metal, es como máximo de 1 milímetro.

Se deben utilizar plantillas de acero en agujeros dimensionados precisamente desde las líneas centro de la conexión como inscritos en la plantilla. Se utilizan las líneas centro de la conexión cuando se están colocando las plantillas desde los extremos.

(f) Conexiones controladas numéricamente en campo. En lugar de taladrar agujeros de tamaños menores y ensancharlos cuando se ensamblan o de taladrar agujeros de tamaño natural cuando se ensamblan, taladrando o punzonando los agujeros de los pernos de tamaño natural en las piezas sin ensamblar y en las conexiones, se permite el uso de plantillas que hacen juego con los agujeros de tamaño inferior y ensanchar los agujeros por medio de los equipos apropiados controlados numéricamente (N/C) para taladrar o punzonar.

(g) Agujeros para pernos nervados, pernos torneados u otros tipos de pernos de apoyo aprobados. Se da un ajuste clavado o a martillo a los agujeros terminados.

(h) Preparación de las conexiones de campo. Se subperfora o subtaladra y ensancha mientras se ensamblan o se taladran en tamaño final con una plantilla de acero, los agujeros en las conexiones en campo y los empalmes en campo de los elementos principales de cerchas, arcos, claros de vigas continuas, pilas, torres(cada cara), placas de vigas y marcos rígidos.

Los agujeros para empalmes de campo de vigas laminadas a ser utilizadas como vigas de piso o marcos transversales, pueden ser taladrados a su tamaño final con una plantilla de acero antes de ensamblarse. Los agujeros para las vigas de piso o marcos transversales pueden taladrarse sin ensamblar a su tamaño final con una plantilla de acero. Durante el ensamblado se debe subpunzonar y ensanchar o taladrar al tamaño final con una plantilla de acero, todos los agujeros para las vigas de piso y conexiones de los largueros en los extremos.

Cuando se ensanchan o se taladran los agujeros de las conexiones en campo al tamaño final a través de una plantilla de acero, se coloca cuidadosamente en posición la plantilla y se atornilla con firmeza en su lugar antes de taladrar.

Se utilizan duplicados exactos de las plantillas utilizadas para ensanchar los elementos coincidentes o las caras opuestas de un elemento. Se deben colocar con precisión las plantillas utilizadas para las conexiones en partes semejantes o miembros, de manera que las partes o elementos sean duplicados y no requieran marcas para hacerlas coincidir.

Para cualquier conexión, en lugar de subpunzonar y ensanchar o subtaladrar y ensanchar, se puede utilizar agujeros taladrados al tamaño final a través de todos los espesores o materiales ensamblados en la posición adecuada.

#### **555.11 Pasadores y rodillos.**

Se deben fabricar con precisión pasadores y rodillos que sean rectos, lisos y libres de defectos. Se deben forjar y recocer los pasadores y rodillos con un diámetro mayor de 225 mm. Los pasadores y rodillos con un diámetro igual o menor de 225 mm pueden forjarse y recocerse o darles un acabado en frío a los ejes de acero al carbono.

En los pasadores con un diámetro mayor de 225 mm, se debe perforar un agujero con un diámetro no menor de 50 mm a todo lo largo del eje del pasador, después que se ha permitido a la fragua enfriarse a una temperatura por debajo del rango crítico (bajo las condiciones apropiadas para evitar el daño por un enfriado muy rápido y antes de realizar el recocimiento).

(a) Perforado de los agujeros para los pasadores. Se deben perforar los agujeros para los pasadores con el diámetro especificado, liso y recto en ángulo recto con el eje del elemento y paralelo a los otros. Se debe producir la superficie final usando acabado con pulidora.

Se debe perforar un agujero para el pasador con un diámetro que no exceda el diámetro del pasador en más de 0,50 mm para los pasadores de diámetros de 125 mm o menores, o en 1 mm para pasadores mayores.

La variación máxima permitida de la distancia afuera-afuera de los agujeros en los extremos en los elementos a tensión y la distancia adentro-a-adentro de los agujeros extremos en los elementos a compresión es de 1 mm con respecto a la especificada. En los elementos ensamblados se perforan los agujeros después de que se ha ensamblado el elemento.

(b) Roscas para pernos y pasadores. Se deben proporcionar pernos y pasadores para la construcción con acero estructural que cumplan con la norma Unified Standard Series UNC ANSI B1.1, Clase 2A para las roscas externas y Clase 2B para las roscas internas, excepto cuando el extremo del pasador tiene un diámetro mayor o igual a 35 mm, se deben proveer seis roscas cada 25 mm.

#### **555.12 Barra de ojo.**



Los agujeros de los pasadores se pueden cortar con llama con un diámetro por lo menos 50 milímetros más pequeño que el diámetro final del pasador. Se sujetan juntos firmemente (de la forma en que se ubicarán en el pasador) todas las barras de ojo que van a colocarse una junto a la otra en la estructura y se perfora en ambos extremos. Se debe empacar y marcar las barras de ojo para el envío y erección.

Se estampa, de forma que sean visibles cuando las barras se coloquen en la estructura, todas las marcas de identificación en el borde de la cabeza de cada miembro después que se ha concluido la fabricación. Se deben utilizar sellos de acero de baja resistencia.

Se proveen barras de ojo, rectas y sin torceduras, con agujeros localizados precisamente en la línea centro de la barra. No se permite que la inclinación de ninguna barra con respecto al plano de la armadura exceda 5,25 milímetros por metro.

Se corta simultáneamente los bordes de las barras de ojo que se encuentran entre la línea centro transversal de los correspondientes agujeros para los pasadores con dos sopletes operados mecánicamente uno al lado del otro, guiados por una plantilla para evitar la distorsión de las placas.

#### **555.13 Ensamblaje- Atornillado.**

Se deben limpiar las superficies de metal en contacto antes de ensamblarse. Se ensamblan las partes de un elemento. Se sujetan y ponen juntas firmemente antes de iniciar el taladrado, ensanchado o empernado. Si es necesario, se desmontan las piezas para eliminar las rebabas y virutas producidas por la operación. Se deben ensamblar los elementos libres de torceduras, curvas y otras deformaciones.

Halar durante el ensamblado sólo lo necesario para colocar en posición las partes, pero sin agrandar los agujeros o distorsionar el metal.

#### **555.14 Conexiones soldadas.**

Las superficies y bordes que van a ser soldados deben ser lisas, uniformes, limpias y libres de defectos que puedan afectar adversamente la calidad de la soldadura. Se deben preparar los bordes según el Código de soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS Bridge Welding Code D1.5.

#### **555.15 Preensamblado de conexiones de campo.**

Se deben preensamblar las conexiones en campo de los elementos principales de armaduras, arcos, vigas continuas, vigas de alma llena, pilas, torres y marcos rígidos antes de la erección para verificar la geometría de la estructura completa o unidad y para verificar o preparar los empalmes en campo. Se debe presentar el método y los detalles del preensablado para la aprobación

Se utiliza métodos y detalles de preensamblado que sean consistentes con el procedimiento mostrado en los diagramas de contraflecha de erección aprobados. Se ensamblan todas las vigas y trabes con su contraflecha (condición sin carga).

Cuando los elementos se ensamblan con las almas verticales, se deben apoyar a intervalos de 6 metros o dos décimos de la longitud del claro, el que sea menor. Cuando las almas son horizontales, los intervalos de apoyo señalados anteriormente pueden incrementarse, siempre que no haya una deflexión notable entre los puntos de apoyo.

Se ensamblan las armaduras en la posición de la carga muerta total, a menos que el diseño de la estructura esté previsto para soportar los esfuerzos secundarios provocados al ensamblar la armadura en la posición con la contraflecha (sin carga). Se deben apoyar las armaduras en cada punto del tramo durante el ensablaje. Se preensamblan por lo menos tres paneles contiguos que estén ajustados con precisión para línea y contraflecha. Para ensambles sucesivos, se debe incluir por lo menos una sección o panel del ensamblado anterior (reposicionado si es necesario y adecuadamente empernado para asegurar el alineamiento preciso), más dos o más secciones o paneles adicionales en el extremo de avance. Para estructuras con un largo mayor de 50 metros, se hace cada

ensamble con una longitud no menor de 50 metros, sin importar la longitud de los paneles individuales continuos o secciones. El ensamblaje puede iniciarse en cualquier punto de la estructura y proceder en una o en ambas direcciones mientras se satisfagan los requisitos precedentes.

(a) Conexiones emperradas. Cuando es aplicable, se ensamblan los elementos mayores con los extremos laminados de los elementos en compresión apoyados completamente y después se ensanchan los agujeros con sub tamaños al tamaño especificado cuando se ensamblan las conexiones.

(b) Control de ensamblado/perforado controlado numéricamente. Cuando se utilice taladrado o perforado controlado numéricamente, se debe hacer una revisión para cada tipo estructural mayor de cada proyecto. Se construye el ensamble de prueba de por lo menos 3 secciones de taller contiguas o para las armaduras, todos los elementos en por lo menos tres paneles contiguos pero no menos del número de paneles asociados con 3 longitudes de cuerda contiguas (como la longitud entre los empalmes de campo). Se basan los ensambles de comprobación en el orden propuesto de erección, juntas de apoyo, puntos especialmente complejos y consideraciones similares. No se requieren ensambladuras en el taller diferentes de los ensamblajes revisados.

Si la revisión del ensamblaje falla en una manera específica en demostrar que la precisión requerida se ha obtenido, se puede solicitar una revisión adicional de los mismos.

Se debe recibir la aprobación de cada ensambladura (incluyendo la contraflecha, alineamiento, precisión de los agujeros y ajuste de las uniones) antes de iniciar el ensanchado o antes que sea desmontado cualquier ensamble de revisión taladrado N/C.

(c) Conexiones soldadas en campo. Se prohíben las conexiones soldadas en campo a menos que estén específicamente indicadas en los planos. Se verifica el ajuste de los elementos (incluyendo el espacio adecuado entre las alas adyacentes) con el segmento preensamblado.

(d) Marcas de armado. Se marcan las partes a conectarse preensambladas en el taller para asegurar el ajuste apropiado en campo. Se debe proveer un diagrama que muestre las marcas de armado.

#### **555.16 Conexiones utilizando pernos sin torneear, torneados o nervados.**

Se utilizan pernos sin torneear, torneados o nervados, cuando se especifica, conforme la norma ASTM A 307 para pernos de grado A. Se usan pernos con tuercas de cierre automático o tuercas dobles. Se deben emplear arandelas biseladas cuando las caras de apoyo tienen una pendiente de más de 1:20 con respecto al plano normal al eje del perno.

(a) Pernos torneados, tornillos roscados. Se deben proveer pernos torneados con una aspereza de la superficie del cuerpo que no excede los 3 micrómetros de acuerdo con la aspereza ANSI. Se deben proveer pernos de cabeza hexagonal y tuercas del tamaño nominal especificado. Se ensanchan cuidadosamente los agujeros para los pernos torneados y se proveen pernos que calcen ligeramente ajustados. Se mantiene la rosca del tornillo completamente fuera de los agujeros. Se proporciona una arandela debajo de la tuerca.

(b) Pernos nervados. Se debe usar un molde aprobado para el cuerpo del perno con estrías longitudinales continuas. Se provee un diámetro del cuerpo, medido en un círculo a lo largo de los puntos de las estrías, 2 milímetros más grande que el diámetro especificado para los pernos.

Se proveen pernos nervados con cabezas redondeadas según ANSI B18.5. Se proporcionan tuercas hexagonales ahuecadas o que tienen una arandela del espesor adecuado. Los pernos nervados se deben ajustar con martillo cuando se instalan en los agujeros. Las estrías deben ser suficientemente rígidas para que no se compriman o deformen y permitan que los pernos puedan girar en los agujeros mientras se ajustan. Si el perno se tuerce antes de ajustarse, se ensancha el agujero y se proporciona un perno de reemplazo de mayor tamaño.

### 555.17 Conexiones utilizando pernos de alta resistencia.

Esta subdivisión incluye el ensamblado de las juntas estructurales utilizando pernos de alta resistencia de tipo AASHTO M 164 M o M 253 M, o fijadores equivalentes, ajustados a gran tensión.

(a) Partes empernadas. Se debe utilizar acero dentro de la zona de agarre del perno con materiales no compresibles como empaques o aislamiento. Se deben fabricar las partes empernadas de acero para que se ajusten firmemente después que los pernos son apretados. Se debe limitar la inclinación máxima de las superficies de las partes en contacto con la cabeza del perno o tuerca a razón de 1:20 con respecto a un plano normal al eje del perno.

(b) Condiciones de la superficie. En el momento del montaje, se deben limpiar todas las superficies de las juntas (incluyendo las superficies adyacentes a la cabeza y a la tuerca del perno) de suciedad, materiales extraños y escamas, excepto incrustaciones firmes de molino. Se remueven las rebabas que pueden impedir el asentamiento firme de las partes conectadas en la condición de ajuste sin holgura.

No se permiten pinturas u otros revestimientos en las superficies de contacto de las conexiones críticas de deslizamiento. Todas las conexiones son consideradas críticas al deslizamiento. No se admite la pintura (incluso cualquier rociado accidental) de las áreas a una distancia menor de un diámetro del perno, pero no menos de 25 milímetros del borde de cualquier agujero y todas las áreas dentro del molde del tornillo.

(c) Instalación. Se instalan juntos los tornillos o pernos que sean del mismo lote. Se deben proteger de la suciedad y de la humedad. Se deben sacar de la bodega sólo los tornillos o pernos que se van a instalar en un período de trabajo. Se deben devolver a la bodega los pernos y tornillos no utilizados al final del período de trabajo. No se debe limpiar el lubricante que traen los tornillos durante la entrega. Se deben limpiar y lubricar nuevamente, antes de instalar, los pernos y tornillos de las conexiones con deslizamiento crítico que puedan acumular herrumbre o suciedad.

Se debe tener un dispositivo de medición de la tensión (un calibrador Skidmore—Wilhelm u otro dispositivo indicador de la tensión aprobado) en todos los proyectos donde se instalen y ajusten pernos y tornillos de alta resistencia. Se utiliza el dispositivo medidor de tensión para realizar la prueba de capacidad rotacional y para confirmar lo siguiente:

- Requisito de la Tabla 555-6 para el ensamblaje completo de pernos y tornillos
- Calibración de las llaves de las tuercas, si es aplicable
- Comprensión y uso apropiado del método de ajuste.

Tabla 555-6

#### Tensión mínima de pernos y tornillos (1)

Diámetro nominal del perno y paso	AASHTO M 164M (kN)	AASHTO M 253M (kN)
M16 x 2	91	114
M20 x 2,5	142	179
M22 x 2,5	176	221
M24 x 3	205	257
M27 x 3	267	334
M30 x 3,5	326	408
M36 x 4	475	595

(1) Igual al 70 % de la resistencia a la tensión mínima especificada de los pernos (como se especifica para las pruebas de tamaño natural de los pernos en la norma AASHTO M por los tipos 164M y M 253M) redondeado a la unidad de kilonewton más cercano.

Para tornillos de rosca corta, se puede utilizar los indicadores directos de tensión (DTI) por medio de arandelas sólidas para realizar esta prueba. Primero revisar el indicador de tensión con una rosca más larga en el calibrador Skidmore Wilhelm. La frecuencia de las pruebas de confirmación, el número de pruebas realizadas y el procedimiento de prueba deben estar conforme a los puntos de (3) a (5) según sea aplicable. Se debe calibrar el dispositivo una vez al año.

Se instalan los pernos y tornillos con arandelas del tamaño y calidad especificados, localizadas según se requiere a continuación, en agujeros correctamente alineados y ajustados por alguno de los métodos descritos en (3) a (6) inclusive, a la tensión mínima especificada en la Tabla 555-6 después que los pernos y tornillos sean apretados.

Si se aprueba, el ajuste puede efectuarse rotando el perno mientras se evita la rotación de la tuerca cuando no es práctico rotar la tuerca. Si se utiliza un sistema de llave de impacto, se proporciona una capacidad apropiada y aire suficiente para apretar cada tornillo en aproximadamente 10 segundos.

No se deben reutilizar pernos o tornillos AASHTO M 253M y pernos y tornillos galvanizados AASHTO M 164M. Si se aprueba, se puede reutilizar una vez otros pernos AASHTO M 164M. No se considera como reuso el ajuste o el socado de los pernos apretados previamente cuando pueden haberse aflojado al apretar los pernos adyacentes, siempre y cuando el ajuste se mantenga desde la posición inicial y no se requiera una rotación mayor, incluyendo la tolerancia, de la requerida en en la Tabla 555-7.

Tabla 555-7

**Rotación de las tuercas desde la condición de ajuste**

<b>Geometría de las caras exteriores de las partes de los pernos</b>			
Longitud del perno medida desde la parte inferior de la cabeza al extremo del tornillo	Ambas caras normales al eje del perno	Una cara normal al eje del perno y otra cara en declive no más de 1:20. (No se usa arandela bisalada)	Ambas caras en declive menor de 1:20 desde el eje del perno (No se utilizan arandelas biseladas)
Hasta 4 diámetros inclusive	1 / 3 vuelta	1 / 2 vuelta	2 / 3 vuelta
Sobre 4 diámetros pero sin exceder 8 diámetros	1 / 2 vuelta	2 / 3 vuelta	5 / 6 vuelta
Sobre 8 diámetros pero sin exceder los 12 diámetros <sup>(3)</sup>	2 / 3 vuelta	5 / 6 vuelta	1 vuelta

(1) Es aplicable sólo a las conexiones donde todo el material dentro de la rosca del tornillo es acero.

(2) La rotación de la tuerca es relativa al perno, sin importar cuál elemento se está girando (tuerca o perno). La tolerancia es de  $\pm 30^\circ$  para los pernos instalados por  $\frac{1}{2}$  vuelta o menos. La tolerancia es de  $\pm 45^\circ$  para los pernos instalados por  $\frac{2}{3}$  de vuelta o más.

(3) Determinar la rotación requerida por medio de pruebas reales en un dispositivo de tensión adecuado simulando las condiciones reales.

(2) Pruebas de capacidad de rotación. Se somete los tornillos y pernos de alta resistencia, negros y galvanizados, a pruebas de capacidad de rotación en el sitio efectuadas según AASHTO M 164M y lo siguiente:

(a) Después de ajustar a la condición de apretado, como se definió en (c)(3), se debe ajustar el perno 2 veces el número requerido de giros indicados en la Tabla 555-7, con un Calibrador Skidmore Wilhelm

o un dispositivo equivalente de medición de la tensión, sin desgarrarlo o fallarlo.

(b) Durante esta prueba, la tensión máxima registrada debe ser igual a o mayor que la tensión de la prueba de giro que es igual a 1,15 veces la tensión de ajuste indicada en la Tabla 555-6.

(c) La fuerza de torsión medida a una tensión "P", después de exceder la tensión de la prueba de giro requerida anteriormente en (b), no puede exceder el valor obtenido en la ecuación siguiente:

$$\text{Fuerza de torsión} = 0,34 PD$$

Donde:

Fuerza de torsión = Fuerza de torsión medida en Newtons metros

P = Fuerza de tensión del perno medida en Newtons

D = Diámetro nominal del perno en milímetros

Para las pruebas de capacidad de rotación se usan arandelas aunque su uso puede no ser requerido en la instalación real.

(3) Arandelas. Cuando la cara externa de las partes empernadas tiene una inclinación mayor a 1:20 con respecto al plano normal al eje del perno, se debe utilizar una arandela biselada endurecida para compensar la falta de paralelismo.

Se deben utilizar arandelas biseladas cuadradas o rectangulares para las vigas y canales de estándar Americano de acuerdo a AASHTO M 293M.

Cuando sea necesario, se pueden sujetar las arandelas en un lado a una distancia no menor de 7/8 del diámetro del perno, medida desde el centro de la arandela.

No se requieren arandelas endurecidas para las conexiones utilizando pernos AASHTO M 164M y M253M, excepto en las siguientes condiciones:

(a) Se deben usar arandelas endurecidas debajo del elemento girado cuando se realiza el ajuste por el método de herramienta calibrada.

(b) Se deben usar arandelas endurecidas debajo de la cabeza y de la tuerca cuando se instalan pernos AASHTO M 253M en un material que tiene un punto de cedencia menor de 275 megapascales, sin importar el método que se utilice para ajustar.

(c) Se debe utilizar una arandela endurecida según la norma ASTM F 436M cuando se instalan pernos AASHTO M 164 M de cualquier diámetro o pernos AASHTO M 253M iguales a o menores que M 24 en agujeros de sobre tamaño o agujeros ovalados en una capa exterior.

(d) Se deben usar arandelas endurecidas según ASTM F 436 M, excepto con un espesor mínimo de 8 mm, debajo de la cabeza y la tuerca en lugar de las arandelas endurecidas de espesor estándar, cuando se instalan pernos AASHTO M 253 M sobre M 24 en agujeros con sobretamaño o agujeros ovalados en una capa exterior. Las arandelas endurecidas múltiples con un espesor combinado igual o mayor que 8 mm no satisfacen este requisito.

(e) Cuando se instalan pernos AASHTO M 164 M de cualquier diámetro o pernos AASHTO M 253 M iguales o menores que M 24 en agujeros con una ranura larga en una capa exterior, se provee una arandela de placa o una barra continua con espesor de por lo menos 8 mm, con agujeros estándar con un tamaño suficiente para cubrir la ranura después de la instalación y cuyo material sea de un grado estructural que no requiere ser endurecido.

Cuando se utilizan pernos AASHTO M 253 M sobre M 24 en agujeros con ranura larga en capas exteriores, se debe utilizar una arandela endurecida individual según ASTM F 436 M con un grosor mínimo de 8mm en lugar de arandelas o barras de un material de grado estructural. Las arandelas endurecidas múltiples con un espesor combinado igual o mayor de 8 mm no satisfacen este requisito.

Los pernos de diseño alternativo conformes con la Subsección 717.01 con una geometría que provee un círculo de apoyo en la cabeza o tuerca con un diámetro igual a o mayor que el diámetro de las arandelas

endurecidas según ASTM F 436 M, satisfacen los requisitos para arandelas establecidos aquí y pueden utilizarse sin arandelas.

(3) Ajustado mediante giro de tuerca. Antes de iniciar el trabajo se prueba el ajuste del perno utilizando un dispositivo capaz de indicar la tensión en el perno. Se deben probar no menos de 3 ensambladuras perno-tuerca de cada diámetro, longitud y grado a ser utilizado en el trabajo. La prueba debe demostrar que el método para estimar la condición ajustado sin holgura, apretada y para controlar los giros desde la condición ajustado sin holgura apretada, desarrolla una tensión no menor que 5 % mayor que la tensión requerida en la Tabla 555-6. Se deben realizar pruebas periódicas cuando se requieran.

Se deben instalar los pernos en todos los agujeros de la conexión y se ajustan a la condición sin holgura. El ajuste sin holgura se define como la condición de ajuste para la cual las placas de la unión están en contacto firme. Esto se puede lograr por medio de pocos impactos de una llave o el esfuerzo completo de un trabajador utilizando una herramienta ordinaria.

Se ajustan los grupos de pernos de manera sistemática desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres. Se ajustan nuevamente los pernos de la conexión en una manera sistemática similar, según se requiera, hasta que todos los pernos estén ajustados y la conexión quede completamente apretada. Después de la operación de ajuste sin holgura, se deben ajustar todos los pernos de la conexión mediante la rotación aplicable especificada en la Tabla 555-7.

Durante las operaciones de socado no se permite la rotación de la parte del tornillo no girada por la llave. Se debe ajustar sistemáticamente desde la parte más rígida de la unión hacia los bordes libres.

(4) Ajuste con llave calibrada. Se puede realizar el ajuste con llave calibrada solamente cuando los procedimientos de instalación se calibran en una base diaria y cuando se usa una arandela endurecida debajo del elemento girado. Las fuerzas de torsión estándar tomadas de tablas o de fórmulas que suponen relacionar la fuerza de torsión con la tensión no son aceptables.

Si se utilizan llaves calibradas para la instalación, se deben ajustar para que provean una tensión no menor de un 5 % más de la tensión mínima especificada en la Tabla 555-6. Se calibra el procedimiento de instalación por lo menos una vez cada día de trabajo para cada diámetro de perno, longitud y grado utilizando ensamblajes de pernos que están siendo instalados en el trabajo.

Se debe realizar la calibración con un dispositivo capaz de indicar la tensión real del perno, ajustando 3 pernos típicos de cada diámetro, longitud y grado de los pernos y arandelas que están siendo instalados, utilizando una arandela debajo del elemento que está siendo ajustado. Se deben recalibrar las llaves de torsión cuando se advierta una diferencia significativa en la condición de la superficie de pernos, roscas, tuercas o arandelas. Durante el uso se debe verificar que el ajuste con la llave seleccionado por la calibración no produce una rotación de la tuerca o de la cabeza del perno desde la condición de ajuste sin holgura mayor de la permitida en la Tabla 555-7. Se giran las tuercas en la dirección de apriete cuando se mide la fuerza de torsión de las llaves de torsión manuales.

Si se usan llaves calibradas para instalar pernos en una conexión, se instalan los pernos con una arandela endurecida debajo del elemento girado. Cuando se ajustan los pernos en todos los agujeros de la conexión, se aprietan a la condición de ajuste sin holgura. Después de esta operación inicial de ajuste, se aprietan todos los pernos en la conexión utilizando una llave calibrada. Se deben ajustar sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres. Se aprietan los pernos ajustados previamente que se hayan podido aflojar durante el ajuste de los pernos adyacentes hasta que todos los pernos estén ajustados apropiadamente.

(5) Ajuste con indicador de tensión directa. Cuando se usan dispositivos indicadores de la tensión directa para ajustar los pernos, se debe ensamblar una muestra representativa de no menos de 3 dispositivos para cada diámetro y grado de perno a ser utilizado en el trabajo, en un dispositivo de calibración capaz de indicar la tensión en el perno. En el ensamblaje de prueba se debe incluir arandelas planas endurecidas, si se requieren en la conexión real, colocadas como las dispuestas en las conexiones reales a tensar. La prueba de calibración debe demostrar que el dispositivo indica una tensión no menor que un valor 5 % mayor que la requerida en la Tabla 555-6.

Se deben seguir los procedimientos de instalación del fabricante para instalar los pernos en el dispositivo de calibración y en todas las conexiones. Se debe prestar especial atención a la instalación apropiada de las arandelas planas endurecidas cuando se utilizan dispositivos con indicador directo de tensión con pernos instalados en agujeros con sobre tamaño o en agujeros ovalados y cuando los dispositivos indicadores de carga se utilizan debajo del elemento girado.

Cuando los pernos son instalados utilizando indicadores de tensión directa conformes con la norma ASTM F 959M, se deben instalar los pernos en todos los agujeros de la conexión y se deben llevar a la condición de ajuste sin holgura. El ajuste con holgura está señalado por la compresión parcial de los salientes del indicador de tensión directa. Después de que todos los pernos tienen la condición de ajuste sin holgura, se aprietan todos los pernos sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres en una forma que se minimice el relajamiento de los pernos ajustados previamente. El tensado apropiado de los pernos puede requerir más de un ciclo de ajuste parcial sistemático para deformar el saliente la magnitud especificada antes del ajuste final.

(6) Instalación de los pernos de diseño alterno. Cuando se van a instalar pernos que incluyen una característica de diseño que tiene la intención de indicar indirectamente la tensión en el perno o para automáticamente suministrar la tensión requerida en la Tabla 555-6 y son conformes con la Subsección 717.01, se debe ensayar una muestra representativa de no menos de 3 pernos de cada diámetro, longitud y grado en el proyecto, con un dispositivo capaz de indicar la tensión en el perno.

Se deben incluir arandelas planas endurecidas en la ensambladura de prueba, si en la conexión real se requiere, instaladas de la forma en que se colocan en las conexiones reales a ser tensadas. La prueba de calibración debe demostrar que cada perno desarrolla una tensión no menor de un valor 5 % mayor que la tensión requerida en la Tabla 555-6. Se debe seguir el procedimiento de instalación dado por el fabricante. Se realizarán ensayos periódicos cuando se requieran.

Cuando se utilizan tornillos y pernos de diseño alterno que están previstos para controlar o indicar la tensión en el perno, se deben instalar los pernos en todos los agujeros de la conexión e inicialmente se ajustan de forma que todas las capas estén en contacto firme, pero sin llevar a la cedencia o fractura del control o del elemento indicador del perno. Se debe continuar apretando sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres de forma que se minimice el relajamiento de los pernos previamente ajustados.

El tensado apropiado de los pernos puede requerir más de un ciclo sistemático de ajuste parcial antes de que se desprenda el control o elemento indicador individual de los pernos individuales.

(7) Inspección. Se deben inspeccionar los pernos ajustados en presencia del Contratante. Se utiliza una llave de torsión de inspección para verificar el ajuste de los pernos roscados. Para los pernos no roscados se golpea cada perno con un martillo para comprobar la resistencia y la solidez. Se debe reemplazar o reajustar cualquier perno que esté suelto o flojo. No se permite utilizar la llama para quitar los pernos.

Se deben colocar individualmente 3 pernos del mismo grado, tamaño y condición de los pernos en inspección en un dispositivo calibrado para medir la tensión en el perno. Se debe realizar esta operación de calibración por lo menos una vez cada día de inspección.

Se debe usar una arandela debajo de la parte girada cuando se ajusta cada perno si se utilizan arandelas en la estructura. Si no se utilizan arandelas en la estructura, se usa un material con las mismas especificaciones que el material que colinda con la parte girada en el dispositivo de medición de la tensión, de la forma en que se usa en la estructura. En el dispositivo de calibración, se ajusta cada perno con un método conveniente a la tensión especificada. Se debe aplicar la llave de inspección al perno ajustado para determinar la fuerza de torsión requerida para girar la tuerca o la cabeza 5 °, aproximadamente 30 mm en un radio de 300 mm, en la dirección de ajuste. Se debe usar el promedio de la fuerza de torsión requerida para los 3 pernos como la fuerza de torsión de inspección o como base para la inspección.

Se selecciona aleatoriamente en cada conexión 10 % (por lo menos 2) de los pernos ajustados en la

estructura representados por los pernos de prueba y se aplica a cada perno seleccionado la fuerza de torsión de inspección con la llave de inspección en la dirección de ajuste. Si esta fuerza de torsión no gira la cabeza de ningún perno o tuerca, se considera que los pernos en la conexión están adecuadamente ajustados. Si la fuerza de torsión gira uno o más cabezas de pernos o tuercas, se debe aplicar la fuerza de torsión de inspección a todos los pernos de la conexión. Se debe ajustar y reinspeccionar todo perno cuya cabeza o tuerca gire en esta etapa. Como una opción, se reajustan todos los pernos en la conexión y se someten nuevamente a inspección.

#### **555.18 Soldadura.**

La soldadura, la calificación de los soldadores, la precalificación de los detalles de soldadura y la inspección de las soldaduras debe cumplir con el Código de Soldadura de puentes ANSI/AASHTO/AWS Bridge Welding Code D1.5. Se debe eliminar la disposición de 9.25.1.7. No se debe subestimar el tamaño nominal de la soldadura de filete.

No se permite soldar ni poner dispositivos de embarque u otro material no requerido en ningún elemento a menos que se indique en los planos aprobados.

#### **555.19 Erección de estructura.**

Los andamios y enconrados deben cumplir con la Sección 569. Se emplean armadores de acero certificados en el programa AISC Quality Certification Program.

(a) Manejo y almacenamiento del material. Se debe colocar el material almacenado en el proyecto en patines sobre el terreno. Se debe mantener el material limpio y adecuadamente drenado. Se colocan y se apuntalan las vigas hacia arriba. Se deben soportar los elementos largos, como columnas y cuerdas, en patines colocados suficientemente cercanos para evitar el daño debido a la deflexión.

(b) Apoyos y anclajes. Se deben proveer e instalar los apoyos para puentes según la Sección 564. Si la superestructura de acero va a ser colocada sobre una subestructura que fue construida bajo un contrato aparte, se debe comprobar que la obra fue construida correctamente antes de ordenar el material.

(c) Procedimientos de erección.

(1) Conformidad con los planos. La erección debe ser de acuerdo con los planos de erección aprobados. Las modificaciones o desviaciones del procedimiento aprobado de erección requieren la revisión de los planos y la verificación de los esfuerzos y de la geometría.

(2) Esfuerzos de erección. Se permiten los esfuerzos de erección inducidos en la estructura como resultado del uso de un método de erección o equipo diferente del previamente aprobado y que van a permanecer en la estructura terminada como esfuerzos de cierre. Se debe proveer material adicional, según se requiera, para mantener ambos esfuerzos, los esfuerzos temporales y los esfuerzos finales, dentro de los límites permisibles utilizados en el diseño.

Se proporcionan dispositivos de arriostamiento o de rigidización para soportar los esfuerzos de colocación, manejo, manipulación en los elementos individuales o segmentos de la estructura durante la erección.

(3) Mantenimiento de la alineación y de la contraflecha. Durante la erección, se debe soportar los segmentos de la estructura de forma que se produzca el alineamiento y la contraflecha adecuada en la estructura terminada. Se colocan marcos transversales y arriostamiento diagonal, según se requiera, durante la erección para proveer estabilidad y asegurar la geometría correcta. Según sea necesario, se debe proveer arriostamiento temporal en cualquier etapa de la erección.

(d) Armado en campo. Se debe ensamblar con precisión como se muestra en los planos y según se



requiere de acuerdo con las marcas. Se debe manipular cuidadosamente el material. No se permite martillar, dañar o distorsionar los elementos. Se deben limpiar las superficies de apoyo y de contacto permanente antes del armado.

Se deben ensamblar los empalmes y conexiones de campo con al menos 2 pasadores cilíndricos de erección por cada parte (mínimo 4 por empalme o conexión). El empalme de una viga conformada por platinas soldadas, por ejemplo, requiere por lo menos 4 pasadores de erección cilíndricos para el empalme del ala superior, 4 pasadores para el empalme del alma y 4 pasadores para el empalme del ala inferior. De esta forma se provee 2 pasadores por cada parte. Se colocan los pasadores en los agujeros esquineros de las placas de unión.

Se colocan más pernos de erección cilíndricos, si se requiere, para alinear con precisión las partes. Se deben colocar los pernos en los agujeros restantes de la conexión y se ajustan sistemáticamente desde la parte más rígida de la conexión hacia los bordes libres. Se quitan los pasadores cilíndricos de erección y se reemplazan por pernos ajustados.

Se retiran los apoyos temporales de erección en un empalme o conexión solamente después de que se han instalado todos los pernos y se han ajustado. Se deben mostrar las situaciones especiales de ensamblado y apoyo en los planos de erección.

Los pernos de ajuste pueden ser los mismos pernos de alta resistencia empleados en la instalación. Si se requieren otros pernos de ajuste, se debe usar el mismo diámetro nominal que los pernos de alta resistencia. Se deben usar pasadores de erección cilíndricos con un diámetro 1 mm más grande que los pernos.

(e) Conexiones de pasadores. En la colocación de los pasadores se deben utilizar tuercas guía y tuercas de golpeo. Se instalan los pasadores de forma que los elementos queden completamente soportados en los pasadores. Se deben atornillar las tuercas firmemente y se deben quitar las rebabas en la cara de la tuerca con una herramienta afilada.

(f) Ajustes. Se pueden realizar ajustes menores de corrección que impliquen pequeñas cantidades a escariar, cortar y cincelar si es aprobado. Cualquier error de fabricación en el taller o deformación ocasionada por el manejo y transporte será causa de rechazo.

#### **555.20 Aceptación.**

El material (excepto dispositivos de apoyo y pintura) para las estructuras de acero se evaluará según las Subsecciones 107.02 y 107.03. Se deben suministrar los certificados de producción para cada embarque de acero estructural, piezas forjadas de acero y pernos de alta resistencia, tuercas y arandelas.

La construcción de las estructuras de acero será evaluada bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los dispositivos de apoyo serán evaluados de acuerdo con la Sección 564.

La pintura será evaluada según la Sección 563.

#### **555.21 Medición.**

Se miden los ítems de la Sección 555 enumerados en el horario de la oferta según la Subsección 110.02 y lo siguiente, si aplica.

Se mide el acero estructural calculado según las especificaciones para puentes AASHTO. Se incluyen todos los ítems de accesorios metálicos secundarios requeridos en el contrato como piezas fundidas, placas de acero, pernos y tuercas de anclaje, apoyos, cojinetes, rodillos, pasadores y tuercas, cortina de expansión, drenajes de carreteras, metal de aporte, pernos embebidos en concreto, cunetas y abrazaderas, postes, conductos y ductos y perfiles estructurales.

Cuando la medición se realiza por la cantidad del contrato, los cambios en las cantidades que resulten de los detalles alternativos propuestos por el contratista y aceptados como parte de los planos, no están sujetos a ajustes según la Subsección 110.05.

#### 555.22 Pago.

Las cantidades aceptadas serán pagadas con el precio del contrato por unidad de medición para los artículos de la Sección 555 enumerados en el horario de la oferta. El pago será la remuneración completa por el trabajo prescrito en esta sección. Ver la Subsección 110.05.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.555.01</b> Acero estructural descripción suplido, fabricado y erigido	Kilogramo (Kg)

### **Sección 556.) BARANDAS PARA PUENTES**

#### 556.01 Descripción.

Este trabajo consiste en suministrar, erigir, remover y colocar las barandas para puentes.

Las barandas para puentes se clasifican de acuerdo con el material predominante que contenga la baranda: concreto, acero, aluminio o madera. Las barreras de contención vehicular deben regirse mediante las secciones 617 y 618.

#### 556.02 Material.

Debe estar conforme con las siguientes secciones y subsecciones:

Pernos y tuercas de aluminio	717.13
Aleación de aluminio para barandas para puentes	717.13
Componente sellador impregnado de aluminio	725.28
Alambre de soldadura de aluminio	717.14
Baranda tipo guardacaminos (viga cajón)	710.07
Concreto	552
Pintura	563
Acero de refuerzo	709.01
Acero estructural	555
Madera	557

#### **Requerimientos constructivos**

#### 556.03 Generalidades.

Colocar los pernos de anclaje de manera precisa para proveer un alineamiento correcto de la baranda. Al colocar los pernos de anclaje, se debe asegurar que no sobresalgan más de 10 mm de la tuerca cuando esta se ajusta. Biselar o redondear, esmerilando o limando todos los bordes filosos de metal expuesto.

La baranda no se debe erigir hasta haber removido la cimbra o formaleta para el soporte del claro. La baranda se debe construir de manera que no siga cualquier inequidad en el cordón, acera o muro que soporta la baranda. La baranda debe presentar una apariencia uniforme en su posición final. Todos los postes deben colocarse verticalmente.

#### 556.04 Barandas de concreto.

Se deben construir de acuerdo con la Sección 552.

#### 556.05 Barandas de acero.

Se deben construir de acuerdo con la Sección 555.

**556.06 Barandas de aluminio.**

Se deben construir en lo que corresponda con la Sección 555, excepto por lo que se indica a continuación:

(a) Corte. El material con un espesor de 13 mm, o menor a este, se puede cortar con tijeras, sierra o guillotina. Si el espesor del material es mayor de 13 mm se debe aserrar o guillotinar. No se debe utilizar llama (acetileno) para cortar el material. Los cortes se deben hacer de manera que los bordes queden uniformes, lisos y libres de rebabas o melladuras excesivas. Los cortes entrantes se deben achaflanar con barreno antes de cortar.

(b) Doblado. El material se puede calentar a un máximo de 200 °C por un período que no exceda 30 minutos para facilitar el doblado.

(c) Agujeros para remaches y pernos. Los agujeros para remaches y pernos se deben taladrar al tamaño de acabado o se pueden subpunzonar a un diámetro más pequeño que el del diámetro nominal del perno o remache y rimar al tamaño requerido. El tamaño del agujero subpunzonado debe ser por lo menos un cuarto del espesor de la pieza más pequeño que el tamaño de acabado. Los diámetros acabados de los agujeros deben hacerse de manera que sean mayores que 7 % del diámetro nominal del remache o perno excepto cuando:

1. Los agujeros con ranura para pernos se fabrican como se especifica.
2. Los agujeros para los pernos de anclaje sean hasta 25 % mayores que el diámetro nominal del perno, sin exceder 15 mm el diámetro nominal del perno.

(d) Soldadura. Se debe soldar de acuerdo con "AWS Structural Aluminum Welding Code D1.2" (Código de Soldadura para Aluminio Estructural de la Sociedad Americana de Soldadura).

(e) Contacto con otro material. No se deben colocar aleaciones de aluminio en contacto con cobre, aleaciones a base de cobre, plomo o níquel.

Cuando las aleaciones de aluminio estén en contacto con otros metales, se deben revestir completamente las superficies de contacto con un componente sellador impregnado de aluminio o colocar un empaque de neopreno entre las superficies.

Cuando las aleaciones de aluminio estén en contacto con concreto o piedra, se deben revestir las superficies de contacto con un componente sellador impregnado de aluminio. Cuando se requiere adherencia entre las superficies de aluminio y concreto, el aluminio se debe revestir con una pintura de cromato de zinc y se debe dejar que seque antes de la instalación.

Cuando las aleaciones de aluminio estén en contacto con madera, se debe revestir la superficie de madera con tres (3) revestimientos de pintura de acuerdo con la Sección 563 y la superficie de aluminio se debe revestir con un componente de sellador de aluminio.

**556.07 Barandas de madera.**

Se deben construir de acuerdo con la Sección 557.

**556.08 Remover y colocar las barandas para puentes.**

Las barandas y aditamentos existentes se deben remover y almacenar. Todas las barandas, soportes y aditamentos dañados durante la remoción, almacenamiento y colocación se deben reemplazar.

**556.09 Pintura.**

Cuando se requiera por contrato, se debe pintar de acuerdo con la Sección 563.

**556.10 Aceptación.**

Los materiales (excepto concreto, pintura, acero de refuerzo, acero estructural y madera) de las barandas para puentes serán evaluados de acuerdo con la Sección 107.03. Se debe suministrar un certificado de producto con cada envío de barandas para puentes.

El concreto será evaluado de acuerdo con la Sección 552 excepto la resistencia a la compresión que será evaluada de acuerdo con la Subsección 107.04.

La pintura será evaluada de acuerdo con la Sección 563.

El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo con la Sección 554.

El acero estructural será evaluado de acuerdo con la Sección 555.

La madera será evaluada de acuerdo con la Sección 557.

La construcción de las barandas para puentes será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### **556.11 Medición.**

La medición de los ítems de la Sección 556 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02.

#### **556.12 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 556 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.556.01</b> Baranda de puente	Metro lineal (m)
<b>CR.556.02</b> Baranda de puente	Suma global (gbl)
<b>CR.556.03</b> Remoción y recolocación de la baranda de puente	Metro lineal (m)

### **Sección 557.) ESTRUCTURAS DE MADERA**

#### **557.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en suministrar, preparar, erigir y pintar madera estructural. También incluye toda la madera de depósito y sus respectivos accesorios.

#### **557.02 Material.**

Debe estar conforme con las siguientes secciones y subsecciones:

Accesorios	716.02
Pintura	563
Madera laminada y encolada estructural	716.04
Madera estructural tratada	716.03
Madera estructural no tratada	716.01

#### **Requerimientos constructivos**

#### **557.03 Generalidades.**

Excavar y rellenar de acuerdo con la Sección 209.

Suministrar la madera estructural del grado de resistencia requerido.

Limpiar el terreno por debajo y en los alrededores de todos los materiales almacenados de apilamientos de maleza, escombros u otro material objetable. Colocar la capa inferior de material por lo menos 200 mm por encima del nivel del terreno. Proveer suficiente soporte para prevenir pandeo.

El material no tratado se debe apilar al aire libre para escurrir el agua. El apilamiento se debe realizar en capas sobre espaciadores (travesaños) que se extiendan a lo largo del ancho total del apilamiento para permitir la circulación libre del aire. Alinear todos los travesaños verticalmente y colocarlos a intervalos regulares.

El material tratado se debe apilar en un lugar cerrado para escurrir el agua.

Proteger el material del medio ambiente. Si el material se cubre, utilizar material para forro, tal como papel resistente al agua o cinta opaca de polietileno. No se debe cubrir con membranas impermeables, tales como cintas de polietileno durante clima seco. Hacer aberturas a todo lo largo de las envolturas o perforar en el lado inferior para permitir el drenaje del agua.

La madera laminada y encolada se debe almacenar y proteger de acuerdo con las recomendaciones para descargar y manipular, almacenar en el sitio de la obra y erigir en "Recommended Practice for Protection of Structural Glued Laminated Timber During Transit, Storage and Erection" (Práctica Recomendada para Proteger la Madera Laminada y Encolada Estructural Durante el Transporte, Almacenamiento y Erección), AITC 111.

Se deben utilizar eslingas u otros dispositivos para proteger las esquinas de la madera para construcción pesada y embalajes de madera para construcción liviana.

La madera se debe cortar y formar de manera que todas las juntas tengan el mismo soporte sobre toda la superficie de contacto. No utilizar cuñas en las juntas. Construir todas las juntas para que sean cerradas. Al insertar los clavos, se debe asegurar que la cabeza del clavo quede al mismo nivel que la superficie de madera.

Utilice el mismo extremo, cara y borde del elemento de madera para el trazado de las dimensiones. Taladre todos los agujeros desde las caras a juntar.

#### **557.04 Madera tratada.**

Fabricar todos los elementos de madera antes de realizar el tratado. Manipular la madera tratada de acuerdo con la Hoja de Información para el Consumidor (Consumer Information Sheet) publicada por la AWWA. Manipular la madera tratada de manera cuidadosa y no dejar que se caiga, que se dañen las fibras exteriores o que la superficie sea penetrada por herramientas. No utilizar palancas de gancho, ganchos o picas. En aguas costeras, no cortar o taladrar la madera por debajo de la marca de la marea alta.

Los cortes y abrasiones provocados en la fabricación de la madera se deben emparejar cuidadosamente después del tratamiento. La madera se debe sumergir, empapar, rociar o se le deben aplicar tres revestimientos con brocha de una solución de naftanato de cobre preparada de acuerdo con la norma AWWA M4. El preservante se debe aplicar de manera que no gotee o se derrame en el ambiente acuático o en el suelo.

Todos los agujeros taladrados se deben impregnar, después del tratamiento, con el mismo preservante utilizando el equipo adecuado para asegurar una aplicación apropiada. Los agujeros sin utilizar se deben tapar con tapones preservados.

#### **557.05 Agujeros para pernos, dovelas, barras y tornillos tirafondo.**

Todos los agujeros se deben taladrar antes de preservar la madera. Los agujeros para pines y dovelas redondas deben tener el mismo diámetro que el pin o la dovela. Los agujeros para pines y dovelas cuadrados deben tener la misma dimensión del lado que la del pin o la dovela.

Los agujeros para pernos galvanizados deben ser 3 mm mayores que el diámetro del perno.

Los agujeros para tornillos tirafondo se deben realizar de acuerdo con la Subsección 7.3.1 del AITC "Timber Construction Manual" (Manual de Construcción con Madera del AITC).

#### **557.06 Pernos y arandelas.**

Los accesorios y los sujetadores, incluyendo clavos, pernos, arandelas y conectores para madera deben ser galvanizados. Los accesorios y los sujetadores de hierro forjado o hierro colado no deben ser galvanizados.

Se deben utilizar arandelas debajo de las cabezas de los pernos y tuercas en contacto con la madera.

Las arandelas de hierro forjado deben tener un diámetro de aproximadamente tres veces el diámetro del perno. Cuando la madera está en contacto con el terreno, se deben utilizar arandelas de hierro colado. Utilizar arandelas cuadradas sólo cuando se indica en los planos contractuales.

Los pernos con una longitud en exceso de 25 mm o más deben cortarse. Después del ajuste final se deben revisar o quitar las rebabas con una herramienta puntiaguda para prevenir que las tuercas se aflojen.

#### **557.07 Avellanado.**

Las tuercas y los pernos se deben avellanar cuando se especifica en el contrato. Los excesos que se forman debido al avellanado deben pintarse con un preservante aprobado, excepto en el caso de barandas. Luego de que los pernos o tornillos están colocados en su lugar, se deben rellenar los agujeros con resina caliente u otro sellador aprobado.

#### **557.08 Arrostramiento.**

No remueva o corte los pilotes tratados para que se ajusten a las riostras contra el lado o las riostras de los bastiones. Rellene todos los espacios vacíos que quedan entre las riostras y los pilotes con bloques tratados, de manera que la riostra quede sujeta a los pilotes de manera segura.

#### **557.09 Arrostramiento de caballetes.**

Asentar los durmientes firmemente y alineados al soporte sólido y apisonar en su lugar.

Cuando se cuele el concreto, coloque las dovelas para anclar las soleras inferiores y los postes de manera que sobresalgan al menos 150 mm por encima de la parte superior de los pedestales. Acabar de manera cuidadosa los pedestales de concreto que soportan el arrostramiento de caballetes de manera que las soleras inferiores o los postes descansen alineadamente sobre los pedestales.

Se debe proveer un asentamiento firme y alineado para los durmientes. Las soleras inferiores deben descansar alineadamente sobre los durmientes, pilotes o pedestales. Los pernos de las soleras inferiores se deben introducir de manera que se extiendan en los durmientes o pilotes al menos 150 mm. Cuando sea posible, remover toda la tierra en contacto con las soleras inferiores para permitir la circulación del aire alrededor de ellas.

#### **557.10 Cabeceros de todos los caballetes.**

Los cabeceros de madera deben apoyarse de manera alineada y uniformemente sobre las partes superiores de los postes o pilotes de soporte con sus extremos alineados. Asegurar todos los caballetes con pernos colocados aproximadamente en el centro y extendiéndose en los postes o pilotes al menos 230 milímetros.

#### **557.11 Riostras.**

Los extremos de las riostras se deben empernar a través del pilote, poste, caballete o solera inferior. Arriostrar las intersecciones intermedias con postes o pilotes mediante pernos o clavos con alambre o clavos para embarcaciones de acuerdo a lo requerido. En todos los casos, utilizar clavos galvanizados además de los pernos.

Todas las riostras deben quedar asentadas firmemente con el pilote o caballete al se emperna. Se deben proveer y colocar cuñas cuando se requiera para prevenir que la riostra se flexione más de 25 mm fuera de su línea cuando se aprietan los pernos de las riostras.

Cuando el espacio entre la riostra y el caballete o pilote es menor que 25 mm, no se necesita utilizar cuñas. Cuando el espacio entre la riostra y el caballete o pilote es  $40 \pm 15$  mm, coloque dos arandelas de gola con sus caras angostas juntas u otras arandelas aprobadas en cada perno que pasa a través de ese espacio.

Cuando el espacio entre la riostra y el caballete o pilote es mayor que 55 mm, utilizar cuñas de madera del espesor requerido. Las cuñas de madera se deben fabricar de roble blanco o de la misma madera tratada utilizada en la estructura. No se deben utilizar cuñas compuestas. Las cuñas de madera se deben hacer de una sola

pieza de madera con un ancho no menor que 100 mm y una longitud no menor que el ancho de la riostra medido a lo largo del caballete o pilote. No se debe asolar, recortar o cortar ningún miembro tratado para evitar el uso de las cuñas.

#### **557.12 Largueros.**

Los largueros se deben colocar con el tamaño adecuado en los apoyos y colocar en posición, de manera que los nudos cercanos a los bordes queden en las porciones superiores de los largueros.

Los largueros perimetrales pueden tener uniones extremo con extremo con cortes inclinados en ambos extremos. Los largueros interiores se deben traslapar de manera que tomen el soporte sobre el ancho total de la viga de entrepiso o caballete en cada extremo. Los traslapes en los extremos de largueros no tratados se deben separar al menos 15 milímetros para permitir la circulación de la aire. Unir los traslapes de los extremos de manera segura con pernos de acuerdo con lo requerido. Alternar las juntas en las cuales los largueros tienen una longitud equivalente a dos paneles.

Las riostras cruzadas entre los largueros se deben clavar inclinadamente de manera segura con al menos 2 clavos en cada extremo. Corte todas las riostras cruzadas para obtener un soporte completo en cada extremo que llega a los lados de los largueros. Coloque riostras cruzadas en el centro de cada luz. Si se utiliza entramado, se debe asegurar que calce de manera precisa y se debe mantener en posición de acuerdo con lo requerido.

#### **557.13 Pisos de tablonés.**

Utilizar tablonés cepillados por las cuatro caras (S4S).

Los pisos de madera de una sola capa consisten en tablonés de un solo espesor apoyados sobre largueros. Coloque los tablonés con el lado del duramen hacia abajo y espaciados a cada 5 milímetros para material acondicionado y con juntas ajustadas para material sin acondicionar. Clavar cada tablón de manera segura a los largueros. Clasifique cuidadosamente los tablonés por espesor de manera que 2 tablonés adyacentes no tengan una diferencia de espesor mayor que 2 mm.

Los pisos de madera de dos capas consisten en dos capas de piso apoyadas sobre los largueros. Tratar la capa inferior de acuerdo con la Subsección 557.04. Coloque la capa superior diagonalmente o paralelamente a la línea central de la calle de acuerdo con lo requerido. Unir de manera segura cada pieza de piso a la capa inferior. Alterne las juntas por lo menos 1 m. Cuando la capa superior se coloca paralelamente a la línea central de la calle, se debe tener especial cuidado para unir de manera segura los extremos del piso. Biselar los extremos de los miembros la capa superior en cada extremo de la estructura.

#### **557.14 Cubiertas de láminas clavadas transversalmente.**

Utilizar láminas de 50 mm de espesor nominal, con un canto cepillado 3 mm ("SIE-H or M 3 millimeter scant") y una cara cepillada 3 mm ("SIS-H or M 3 millimeter scant").

Colocar las láminas de canto y a ángulos rectos con respecto a la línea central de la calle. Clavar cada pieza a la pieza anterior en cada extremo y a intervalos aproximados de 450 mm con clavos galvanizados introducidos alternadamente cerca de los bordes superiores e inferiores. Utilice clavos de longitud suficiente para atravesar como mínimo dos piezas más la mitad de la tercera pieza.

Cuando se utilicen largueros de madera, se deben usar clavos para unir cada pieza de por medio a cada larguero de por medio con una unión inclinada. Cuando se utilicen largueros de acero, unir las piezas de manera segura con grapas de metal galvanizadas aprobadas.

Utilizar piezas de longitud suficiente de manera que se apoyen sobre al menos 4 largueros. No traslapar piezas entre largueros. Las juntas de los extremos se deben espaciar para cualquier larguero por lo menos cada tres piezas. Las juntas de los extremos en piezas adyacentes se deben espaciar por lo menos cada dos largueros.

**557.15 Guardarruedas y barandas y postes.**

Los guardarruedas, las barandas y los postes deben estar cepillados por las cuatro caras (S4S). Coloque los guardarruedas en secciones no menores que 4 m de longitud. Las juntas en los extremos de las barandas se deben realizar en los postes y en ángulo recto.

**557.16 Armaduras.**

Las armaduras se deben fabricar de modo que no muestren irregularidades de alineamiento cuando están terminadas. Las cuerdas se deben fabricar rectas y alineadas de extremo a extremo en proyección horizontal. En proyección vertical, fabricar las cuerdas de manera que se forme una curva lisa a través de los puntos del panel en conformidad con la comba correcta. No se deben realizar cortes disperejos o ásperos en los puntos de apoyo.

**557.17 Drenajes.**

Los drenajes se deben galvanizar en caliente después de fabricados, incluyendo los anclajes.

**557.18 Pintura.**

Cuando la pintura se especifica en el contrato, se debe pintar de acuerdo con la Sección 563.

**557.19 Aceptación.**

El material para las estructuras de madera (excepto la pintura) será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. Se debe entregar un certificado de producción con cada envío de madera estructural.

La construcción de las estructuras de madera se debe evaluar de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La pintura se debe evaluar de acuerdo con la Sección 563.

**557.20 Medidas.**

Medir los ítems listados en el programa de licitación de la Sección 557 de acuerdo con la Subsección 110.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Medir la madera estructural tratada y no tratada en la estructura por metro cúbico.

Calcule las cantidades de acuerdo a las dimensiones nominales y longitudes reales con excepción de las cubiertas de láminas clavadas transversalmente. Estas cubiertas se deben medir en sitio y una vez que estén acabadas.

Mida los pilotes de madera de acuerdo con la Sección 551.

Mida las barandas de madera para puentes de acuerdo con la Sección 556.

**557.21 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago listados en el programa de licitación en la Sección 557. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.557.01</b> Madera estructural y madera rolliza, sin tratamiento	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.557.02</b> Madera estructural y madera rolliza tratada	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )



## **Sección 558.) IMPERMEABILIZACIÓN DE MAMPOSTERÍA Y CONCRETO**

### **558.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la impermeabilización de superficies de concreto y mampostería.

### **558.02 Material.**

Debe estar conforme con las siguientes Subsecciones:

Asfalto 702.05 (b)

Sellador 702.05 (a)

### **Requerimientos constructivos**

### **558.03 Impermeabilización.**

Curar las superficies de concreto o mampostería de acuerdo con la Subsección 552.15 excepto que no se debe usar membrana líquida como componente de curado. Dejar que la superficie de concreto se seque por lo menos 10 días después de que el curado se haya completado.

Aplicar la impermeabilización a una superficie seca, limpia y razonablemente lisa que esté libre de polvo y material suelto. Aplicar la impermeabilización en clima seco cuando la temperatura del aire y de la superficie sean 7 °C o mayores.

Aplicar el sellador a la superficie y dejar que se seque. Aplicar dos capas de asfalto a una razón de aproximadamente 1,25 kilogramos por metro cuadrado de superficie por capa. Aplicar la capa de sellador y las capas de asfalto uniformemente, cubriendo totalmente la superficie y añadirlas minuciosamente a la superficie. Hacer que el total de las dos capas finales de asfalto tengan un espesor aproximado de 2 milímetros. Permitir que las capas de asfalto se endurezcan antes de que haya contacto con agua o material de relleno.

### **558.04 Aceptación.**

El material para la impermeabilización debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La aplicación de la impermeabilización debe ser evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

### **558.05 Medición.**

Medir los ítems de la Sección 558 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02.

### **558.06 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 558 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.558.01</b> Impermeabilización	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.558.02</b> Impermeabilización	Suma global (gbl)

## **Sección 559.) IMPERMEABILIZACIÓN (agua)**

### **559.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la impermeabilización de superficies de concreto con una membrana firmemente adherida y cuando se especifica, con un revestimiento de mortero o asfalto laminado.

Los tipos de protección se designan a continuación:

Tipo 1 - Revestimiento de mortero

Tipo 2 - Revestimiento asfalto laminado

### **559.02 Material.**

Debe estar conforme con las siguientes subsecciones:

Asfalto	702.05 (b)
Asfalto laminado	702.05 (e)
Asfalto laminado en rollo para techos	702.05 (f)
Relleno para juntas	712.01
Mortero	702.05 (d)
Sellador	702.05 (a)
Tela impermeable	702.05 (c)
Tela de alambre soldado	709.01

### **Requerimientos constructivos**

#### **559.03 Membrana impermeable.**

Hacer que la superficie de concreto esté lisa y libre de proyecciones o depresiones que puedan causar perforaciones en la membrana. Dejar que las superficies de concreto se sequen al menos 10 días luego de completar el curado. Revisar que la superficie esté seca y libre de polvo o material suelto. Aplicar la impermeabilización en clima seco cuando la temperatura sea mayor que la de congelamiento. Aplicar el sellador y dejar que se seque.

Iniciar en el punto más bajo de la superficie de concreto y aplicar una capa de asfalto con un trapo, ligeramente más ancha que la mitad del ancho de la tela. Aplicar el asfalto a una temperatura entre 150 y 175 °C. Aplicar de manera que no queden áreas de concreto sin revestir.

Coloque la tela de manera que el drenaje esté por encima y no en contra o a lo largo de los traslapes. Colocar una franja de tela de mitad de ancho sobre el asfalto y presionar en su lugar de manera que se expela el aire atrapado y se obtenga un contacto firme con la superficie.

Aplicar el asfalto en la parte superior de la primera franja de manera que el tejido quede completamente oculto y en una sección adyacente de superficie de concreto ligeramente más ancha que la mitad del ancho de la tela. En este revestimiento, colocar una franja de tela de ancho completo y presionar en su lugar de manera que cubra completamente la primera franja. Revestir esta segunda franja y una sección adyacente de superficie de concreto ligeramente más ancha que la mitad del ancho de tela. Colocar una tercera franja de tela de manera que cubra la primera franja por al menos 100 mm. Continuar este proceso de sobreponer cada franja de tela al menos 100 mm sobre la franja colocada anteriormente a la última hasta que toda la superficie esté cubierta con dos capas de tela. Sobreponer los extremos por lo menos 300 mm. No permitir que la tela toque una superficie que no haya sido impregnada con asfalto.

Impregnar la superficie completa con asfalto caliente después de colocar la tela. Aplicar el asfalto a una razón no menor que 5 litros por metro cuadrado de superficie horizontal acabada y no menor que 6 litros por metro cuadrado de superficie vertical. Regular el trabajo de manera que, al finalizar el día de trabajo, toda la tela colocada haya sido impregnada con asfalto. Se debe asegurar y tener cuidado especial de que todas las juntas

queden selladas.

En los bordes de la membrana y en lugares donde esté perforada por aberturas tales como para drenajes o tubería, se debe prevenir que el agua penetre entre el material de impermeabilización y la superficie existente.

Se deben proveer planchas de escurrimiento en los bordillos y contra las vigas, paredes de relleno, y otros, con láminas separadas que traslapan la membrana principal por lo menos 300 mm. Sellarse la plancha de escurrimiento ya sea con una contraplancha de escurrimiento de metal o embebiendo los extremos superiores de la plancha de escurrimiento en un relleno para juntas de ranura.

Reparar o reemplazar cualquier membrana impermeable en la cual se encuentre una fuga. La frecuencia del muestreo y la localización de las muestras que se deben tomar se deben especificar en el contrato.

Aplicar una cubierta de protección o relleno para prevenir daño.

#### ***559.04 Membrana impermeable protegida con mortero.***

Construir la membrana impermeable que va a ser protegida con mortero de acuerdo con la Subsección 559.03.

Cubrir completamente la membrana, excepto en superficies sin acabar, con una capa de mortero reforzado.

Utilizar una capa de mortero reforzado de 50 milímetros de espesor con una malla electrosoldada de 152 milímetros por 152 milímetros (MW 34.9 x MW 34.9) o su equivalente colocada a la mitad entre la parte superior e inferior de las superficies de mortero. Acabar la superficie superior de la capa de mortero de manera que quede lisa y endurecida. Curar el mortero de protección con arpillera húmeda mantenida en contacto firme con la superficie por 72 horas.

Proteger las superficies sin acabar de la membrana con una capa de asfalto laminado en rollos para techo colocada sobre asfalto caliente en lugar del recubrimiento de mortero. Utilizar el mismo material bituminoso que se empleó para revestir la membrana.

#### ***559.05 Membrana impermeable protegida con asfalto laminado.***

Construya la membrana impermeable con protección de asfalto laminado de acuerdo con la Subsección 559.03.

Cubrir la membrana con asfalto laminado. Coloque las láminas en capas regulares y rectas como se requiera. Utilizar láminas completas en todos los casos excepto cuando se requiera en cerramientos y para emparejar alrededor de aberturas y obstrucciones. Cortar las láminas de manera cuidadosa al tamaño requerido. Antes de colocar las láminas, remueva todo el talco sobrante u otro polvo de las láminas con una brocha o escoba. Colocar cada pieza sobre asfalto caliente y revestir los bordes y extremos de las piezas colocadas con asfalto caliente antes de colocar una pieza adyacente en contacto. Presionar cada pieza individual firmemente contra la pieza adyacente. Acabar la superficie de manera que quede uniforme y lisa sin juntas abiertas.

#### ***559.06 Aceptación.***

El material para la impermeabilización debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La aplicación de la impermeabilización debe ser evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### ***559.07 Medición.***

Medir los ítems de la Sección 559 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02.

#### 559.08 Pago.

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 559 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

<b>Reglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.559.01</b> Membrana a prueba de agua	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.559.02</b> Membrana a prueba de agua	Suma global (gbl)
<b>CR.559.03</b> Membrana a prueba de agua con protección tipo _____	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.559.04</b> Membrana a prueba de agua con protección tipo _____	Suma global (gbl)

### **Sección 560.) REMOCIÓN DE CONCRETO POR DEMOLICIÓN HIDRÁULICA**

#### 560.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la remoción de concreto con chorros de agua de alta presión.

#### 560.02 Material.

Debe estar conforme con las siguiente Subsección:

Agua 725.01 (c)

#### **Requerimientos constructivos**

#### 560.03 Generalidades.

Entregar una secuencia propuesta y un cronograma al inspector para su debida aceptación. Incluir el método de remoción propuesto, la lista del equipo de remoción y las certificaciones del operador de los equipos.

Entregar el método propuesto para filtrar el agua de desecho. Utilizar métodos como filtros y trampas de sedimentos para asegurar que el agua de desecho liberada al ambiente está libre de partículas de concreto y sedimentos. Los escombros se deben disponer de acuerdo a la Subsección 203.05.

Construir escudos contra escombros estructuralmente adecuados para prevenir que los escombros y el agua de desecho entren en vías de agua, caminos abiertos al tráfico o áreas designadas a no ser interrumpidas.

Llevar el agua requerida para operar el equipo de demolición hidráulica.

#### 560.04 Equipo.

Llevar un sistema de demolición hidráulico autopropulsor y completamente programable diseñado para remover concreto a profundidades precisas. Proveer operadores de equipo calificados y certificados por el fabricante del equipo.

Mostrar y calibrar el equipo de demolición hidráulica en un área de ensayo de 4 m cuadrados identificada por el inspector. Establecer los parámetros de operación para lograr la profundidad de remoción requerida. Entregar la lista de los parámetros de operación que se utilizarán para la producción del trabajo al inspector para su debida aprobación.

#### 560.05 Remoción de concreto.

En presencia del inspector, use un martillo, cadena u otro medio aceptable para probar el concreto de la superficie y determinar la solidez del concreto. Identificar y marcar todo el concreto que será removido por lo

menos con un día de anticipación de la operación de demolición hidráulica.

Remover el concreto designado mediante el equipo de demolición hidráulica a una profundidad mínima de 25 mm por debajo de la parte inferior de la malla superior de acero de refuerzo. Si fuera necesario, se debe recalibrar el equipo durante la producción para obtener una remoción de concreto satisfactoria. También se debe remover todo el concreto suelto y blando que está debajo de la profundidad mínima especificada.

No se debe dañar el concreto o acero de refuerzo remanente que esté sano. Cuando se destruye la adherencia entre el concreto existente y el acero de refuerzo, se debe remover el concreto adyacente al acero de refuerzo a una profundidad que permita que el concreto nuevo se adhiera al perímetro completo del acero de refuerzo.

Si fuera necesario, utilizar herramientas de mano tales como martillos y cinceles para remover las últimas partículas de concreto y lograr la profundidad requerida. Dejar una superficie rugosa después de la remoción del concreto. Remover el escombro inmediatamente después de la operación de demolición para prevenir que se vuelva a adherir a la superficie o al acero de refuerzo.

#### ***560.06 Acero de refuerzo.***

No se debe cortar o dañar el acero de refuerzo designado a mantenerse en el concreto. Utilizar métodos aceptados por el Contratante para reparar o reemplazar todo el acero de refuerzo dañado por la operación de remoción de concreto.

#### ***560.07 Preparación de la superficie.***

Antes de colocar concreto nuevo, limpiar la superficie del concreto y todo el acero de refuerzo expuesto de toda la corrosión, material suelto y vuelto a adherir y otros contaminantes que puedan inhibir la adherencia con el concreto nuevo. Si se utiliza aire comprimido, se debe proveer un filtro en el flujo de aire para asegurar que el aire que sale está libre de aceite. Proteger el acero y la superficie de contaminación hasta que se vaya a colocar el concreto nuevo.

#### ***560.08 Aceptación.***

La remoción del concreto por medio de demolición hidráulica debe ser evaluada de acuerdo con las Subsección 107.02.

#### ***560.09 Medición.***

Medir los ítems de la Sección 560 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02 y lo siguiente, cuando aplique.

Medir la demolición hidráulica por metro cúbico en su posición original.

#### ***560.10 Pago.***

Las cantidades aceptadas medidas como se indica en la Subsección 110.02 se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 560 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. (Ver Subsección 110.05).

## **Sección 561.) RESERVADA**

## **Sección 562.) OBRAS TEMPORALES**

### **562.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el diseño, construcción, inspección y remoción de obras temporales para la construcción y reparación de estructuras permanentes. Las obras temporales incluyen, pero no se limitan a, obra falsa, encofrados, diques provisorios y soportes para excavaciones.

### **562.02 Material.**

Seleccionar el material consistente con la seguridad y calidad requerida por los supuestos del diseño. Provea aparatos fabricados que cumplan con el "Certification Program for Bridge Temporary Works (FHWA-RD-93-033)" (Programa de Certificación para obras temporales en puentes).

### **Requerimientos de diseño**

### **562.03 Diseño.**

Diseñar y construir obras temporales seguras y adecuadas que soporten todas las cargas impuestas y provean la rigidez necesaria para producir en la estructura final, las líneas y los grados especificados en los planos. Diseñar las obras temporales de acuerdo con "AASHTO Guide Design Specification for Bridge Temporary Works" (Especificación de la Guía de Diseño para Obras Temporales en Puentes). Cuando se va a utilizar un artefacto fabricado, se debe asegurar que la carga de diseño se encuentre dentro del rango de cargas recomendadas por el fabricante. Diseñar la obra falsa y los encofrados que soportan cubiertas de losas y voladizos en puentes de vigas, de manera que no exista asentamiento diferencial entre las vigas y el encofrado de la cubierta durante la colocación de la cubierta de concreto.

Para estructuras de concreto coladas en sitio, limitar las deflexiones calculadas de la obra falsa y los encofrados de la siguiente manera:

- (a) Deflexión vertical de miembros de obra falsa: 1/360 de la luz bajo la carga muerta del concreto únicamente, independientemente del hecho de que esa deflexión pueda ser compensada por franjas con combas.
- (b) Encofrados (que no sean forros): 1/360 de la luz bajo la carga muerta del concreto únicamente o la presión lateral del concreto fluido únicamente.
- (c) Encofrados (forros): 3 milímetros ó 1/270 de la distancia de centro a centro entre pies derechos, vigas, rigidizadores y conectores del encofrado o largueros.

Diseñar la obra falsa y los encofrados para concreto soportado por estructuras de acero de manera que las cargas se apliquen a las almas de las vigas dentro de 150mm de un ala o atiesador. Distribuir las cargas de manera que no produzcan distorsión local del alma. Arriestre o amarre vigas exteriores, sobre las cuales se cuelgan angulares de obra falsa para cubiertas de puentes en voladizo, a las vigas adyacentes interiores de tal forma que se prevenga la rotación de las vigas exteriores o el alma de las vigas exteriores se sobreesfuerce. No utilizar encofrados para cubiertas en voladizo que requieran agujeros taladrados en las almas de las vigas.

No utilizar encofrados con angulares para cubiertas en voladizo en puentes de vigas de acero que requieran agujeros taladrados en las almas de las vigas.

No aplicar cargas a estructuras existentes, nuevas o parcialmente completadas que excedan la capacidad de carga de alguna parte de la estructura de acuerdo con los métodos de diseño con factores de carga del "AASHTO Bridge Design Specifications using load group IB" (Especificaciones de Diseño para Puentes utilizando el grupo de carga IB).

No utilizar encofrados permanentes para cubiertas a menos que se especifique en el contrato.

Preparar y entregar planos constructivos de acuerdo con la subsección 104.03. Entregar cálculos de diseño y datos de soporte con suficiente detalle para permitir una revisión estructural y segura del diseño propuesto. Mostrar toda la información necesaria para permitir que el diseño de todos los componentes se pueda revisar independientemente. Cuando se utilizan artefactos fabricados como parte de las obras temporales, proveer un catálogo o datos equivalentes indicando la capacidad de carga segura recomendada para ese artefacto.

Cuando se involucra la colocación de concreto, indicar en los planos la secuencia propuesta, la velocidad y dirección de la colocación y la localización de todas las juntas de construcción. Indicar en los planos los asentamientos y deflexiones totales anticipadas de la obra falsa y los encofrados. Incluir los asentamientos de las zapatas de la obra falsa, la compensación o ajuste de la junta y las deflexiones de las vigas.

Para la erección de las vigas de acero, entregue el procedimiento de erección, y el sistema temporal de soporte. Incluir los cálculos con suficiente detalle para verificar que la geometría de la viga es correcta. Diseñar la obra falsa para acomodar el procedimiento de erección sin tener que sobreesforzar el acero estructural y para producir la geometría estructural final requerida, la continuidad indicada y la acción estructural.

No empezar ninguna obra temporal para la cual se requiera planos hasta que el inspector haya aceptado los planos.

### Requerimientos constructivos

#### **562.05 Fundaciones.**

Determinar la capacidad admisible de soporte del material de fundación sobre el cual se descansarán los soportes de las obras temporales. Ejecutar pruebas de carga para verificar valores de capacidad, propuestos cuestionables, marginales, o en otras situaciones de alto riesgo.

Los valores de soporte de la fundación indicados en el contrato para la estructura permanente pueden ser utilizados en el diseño de las fundaciones de la obra falsa, si se asegura que las fundaciones están a la misma elevación y sobre el mismo suelo que aquel de la estructura permanente. Si los trabajos temporales se van a apoyar sobre rellenos temporales, construya el relleno de acuerdo con la Sección 204 y verifique la capacidad soportante del material colocado.

No colocar el borde de las zapatas a menos de 300 mm de la intersección entre la terraza y la parte superior de la pendiente. A menos que un apuntalamiento adecuado soporte la excavación para las fundaciones, no colocar el borde de las zapatas a menos de 1,2 metros o la profundidad de excavación, la mayor de estas, del borde de la excavación.

Proveer drenajes adecuados en el sitio y protección del suelo para asegurar la integridad del material de fundación para los soportes de las obras temporales.

Si se utilizan pilotes, se deben estimar las capacidades y confirmar luego durante la construcción utilizando procedimientos estándares basados en las características de hincado del pilote. En ausencia de métodos más sofisticados para determinar la capacidad del pilote, utilice la fórmula dinámica de acuerdo con la Sección 551 para determinar la capacidad última del pilote. El contratista puede elegir el uso de pruebas de carga para confirmar las capacidades estimadas. Realizar pruebas de carga para verificar valores de capacidad soportante que estén en duda, marginales o en otras situaciones de alto riesgo.

Entregar todos los cálculos de diseño de fundaciones y otros datos relevantes al inspector para su respectiva aprobación.

#### **562.06 Construcción.**

Construir las obras temporales de acuerdo a los planos aceptados. Utilizar material y mano de obra consistente con la asumida en el diseño de las obras temporales.

No suelde obras temporales ni utilice aparatos para perforación para unir obras temporales a alguna parte

de la estructura permanente a menos que se especifique en los planos aceptados.

Proveer y colocar paneles para encofrados para superficies expuestas con anchos uniformes y no menores a 1 metro y con longitudes uniformes y no menores a 2 metros excepto cuando el ancho del miembro encofrado es menor a 1 metro. Coloque los paneles en patrones simétricos en conformidad con las líneas generales de la estructura. Coloque los paneles para superficies verticales con la dimensión más larga en forma horizontal y con las juntas horizontales continuas y niveladas. Para paredes con zapatas inclinadas, a las cuales no llegan otras paredes, los paneles se pueden colocar con la dimensión más larga paralela a la zapata. Alinear de manera precisa los paneles para encofrados a cada lado de la junta del panel por medio de soportes o conectores comunes para ambos paneles.

Se pueden introducir aparatos en el concreto para uso posterior en el soporte de encofrados o para levantar miembros prefabricados. No utilizar aparatos para perforación para unir encofrados o soportes de encofrados al concreto. Utilice amarres como pernos para encofrados, prensas u otros aparatos necesarios para prevenir que los encofrados se abran durante la colocación del concreto. No utilizar amarres que consistan en lazos de alambre torcidos.

Cuando se requiera un tratamiento arquitectónico, se debe hacer que los extremos de las cuerdas en la base de la pared descendan en juntas rusticadas verticales. Encofrar las superficies curvas expuestas para seguir la forma de la curva excepto en muros de retención que siguen una curva horizontal. Las bases de las paredes pueden ser una serie de cuerdas cortas si todo lo siguiente aplica:

- (a) Las cuerdas en el panel tienen todas la misma longitud;
- (b) Las cuerdas no se desvían de una curva por más de 15 mm en cualquier punto;
- (c) Todos los nudos están sobre la curva.

Proporcionar indicadores para control, u otros medios aceptables, para la medición precisa del asentamiento de la obra falsa. No utilizar la superficie del terreno cercana a los apoyos de la obra falsa como elevación de referencia. Durante la colocación del concreto, registrar el asentamiento a los 2 mm más cercanos.

Descontinuar la colocación del concreto y tomar las acciones correctivas si ocurren asentamientos o deflexiones que se desvían más de 10 mm con respecto a los mostrados en los planos de la obra falsa.

Si no se toma una acción correctiva satisfactoria antes del fraguado inicial, retirar todo el concreto inaceptable.

#### **562.07 Mantenimiento e inspección.**

Inspeccionar y mantener las obras temporales en una condición aceptable a lo largo del período de uso. Marcar claramente la capacidad de cada aparato fabricado de acuerdo con el "Certification Program for Bridge Temporary Works (FHWA-RD-93-033)" (Programa de Certificación para obras temporales en puentes).

En presencia del inspector, ejecutar una inspección detallada de las obras temporales, no más de 24 horas antes de iniciar cada colocación de concreto o antes de permitir que la gente ingrese a un dique provisorio o una estructura de soporte para excavaciones. Inspeccionar otros trabajos temporales por lo menos una vez al mes para asegurar que están funcionando apropiadamente. Utilizar un ingeniero profesional registrado para inspeccionar los diques provisorios, el apuntalamiento, las estructuras de soporte para excavación y los sistemas de soporte para las pruebas de carga antes de cargar.

Hacer inspecciones y certificaciones de acuerdo con el "Certification Program for Bridge Temporary Works (FHWA-RD-93-033)" (Programa de Certificación para Obras Temporales en Puentes). Suministrar resultados escritos de la inspección al inspector antes de colocar concreto, antes de permitir que la gente ingrese a un dique provisorio o una estructura de soporte para excavaciones o antes de cargar una obra temporal. Incluir una certificación de que el sistema cumple con los requerimientos del contrato y los planos.



**562.08 Remoción.**

Remover todas las obras temporales a excepción de lo siguiente:

(a) Porciones de obra falsa para pilotes que están a más de 300 mm por debajo de la subrasante dentro del lecho de la vía, 600 mm por debajo del terreno original o rasante terminada fuera del lecho de la vía. o 600 mm por debajo de los límites establecidos de cualquier canal de navegación;

(b) Formaletas para zapatas cuando su remoción podría poner en peligro la seguridad de los diques provisorios u otra obra; y

(c) Formaletas de celdas cerradas sin acceso.

Remover las obras temporales de manera que se permita que la estructura tome los esfuerzos debidos a su propia masa de manera gradual y uniforme.

A menos que se permita de otra manera, remover todos los trabajos temporales una vez que se complete el trabajo. No alterar o dañar el trabajo completado. Restaurar el área a su condición original o planeada. Limpiar todos los escombros. Las obras temporales removidas siguen siendo propiedad del contratista.

Las formaletas que no soporten la carga muerta de los elementos de concreto y las formaletas para barandas y barreras pueden ser removidas 24 horas después de colocar el concreto, excluyendo las formaletas para concreto en clima frío, y siempre que se provea que el concreto tiene suficiente resistencia para prevenir daño a la superficie. Remover las formaletas para concreto en clima frío después de que el concreto haya alcanzado por lo menos una resistencia de 3,5 Megapascuales. Cuando las formaletas se remueven antes de 7 días de haber colocado el concreto, curar el concreto de acuerdo con la Subsección 552.15.

Las formaletas que soportan el peso muerto de elementos de concreto pueden ser removidas hasta que el concreto haya alcanzado una resistencia del 90 % de la resistencia de diseño a la compresión y haya estado colocado por lo menos 7 días.

La obra falsa que soporta cualquier claro de un puente simple se puede remover sólo cuando el concreto, excluyendo el concreto que está encima de la cubierta del puente, haya alcanzado el 90 % de la resistencia de diseño a la compresión y haya estado colocado por lo menos 10 días.

La obra falsa que soporta cualquier claro de un puente continuo o de marcos rígidos sólo se puede remover cuando el concreto en ese claro y el concreto en las porciones adyacentes de cada claro adyacente con una longitud de por lo menos la mitad del claro donde se va a remover la obra falsa cumpla con los requerimientos para puentes de claros simples. No remover obra falsa para porciones de estructuras postensadas hasta que el acero de preesfuerzo haya sido tensionado.

Remueva la obra falsa para puentes de arco de manera uniforme y gradual. Comenzar en la corona y trabajar hacia los puntos de arranque del arco. Remover la obra falsa para claros de arcos adyacentes simultáneamente.

Instalar un sistema de apuntalamiento si la obra falsa lateral de las almas de las vigas con una pendiente con una inclinación mayor de 1:1 es removida antes de colocar el concreto de la losa de la cubierta. Diseñar el sistema de apuntalamiento con soportes laterales, los cuales resisten todas las fuerzas rotacionales actuando en el alma, incluyendo aquellas causadas por la colocación del concreto de la losa de cubierta. Instalar los soportes laterales inmediatamente después que cada panel de formaleta es retirado y antes de soltar los apoyos del panel de formaleta adyacente.

**562.09 Aceptación.**

Las obras temporales serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02, 107.03 y 107.04.

Medir la demolición hidráulica por metro cúbico en su posición original.

**562.10 Medición y Pago.**

Ver la Subsección 110.05. No medir las obras temporales para pago.

## **Sección 563.) PINTURA**

### **563.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la remoción de recubrimientos existentes cuando sea necesario, y en la aplicación de recubrimientos de protección a las superficies de metal, de madera o de concreto para evitar la corrosión y el deterioro.

### **563.02 Material.**

Debe estar conforme con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Aceite de linaza	725.14
Solventes minerales	725.14
Pintura	708
Agua	725.01

### **Requerimientos de construcción**

### **563.03 Protección al público, propiedades y trabajadores.**

Para pintar estructuras de acero deben cumplirse las recomendaciones de la guía 3 (SSPC) SSPC-PA "Guía de Seguridad de la Aplicación de Pintura" y con los requisitos de la (OSHA). Si la pintura que está siendo removida es un material peligroso que contenga plomo o cromo, debe cumplirse con las siguientes normas:

- Guía SSPC 6 I (CON) – Guía para eliminar las materias generadas durante la remoción de pintura.
- Guía SSPC 7 I (DIS) - Guía para la disposición de materias que contengan plomo, producidas por la remoción de pintura.
- 29 CFR 1926.62 – OSHA. Estándares de plomo para la Industria de la Construcción.
- 40 CFR 50.6 – EPA. Estándares Nacionales Primarios y Secundarios, de calidad del aire, para material en partículas.
- 40 CFR 50.12 – EPA. Estándares Nacionales Primarios y Secundarios de calidad del aire cuando se usa plomo.
- 40 CFR Partes 260 – 268 – Acta de Conservación y Recuperación de Recursos

Por lo menos 28 días antes de iniciar la preparación de la superficie, se debe presentar un plan por escrito donde se detalle las medidas que se utilizarán para proteger el ambiente, el público, las propiedades adyacentes y los trabajadores. Se debe incluir en el plan lo siguiente:

- (a) Información del fabricante sobre seguridad e información del producto para todos los productos de limpieza y pintura que serán usados.
- (b) Un plan detallado para la remoción de materiales, productos de limpieza y desechos de pintura. Se deben incluir los detalles de los acoples que no requieran soldadura o perforación de agujeros en la estructura existente. Se deben hacer las conexiones con abrazaderas u otros dispositivos aprobados.
- (c) Un plan detallado de la disposición de los materiales removidos, los productos de limpieza y los desechos de pintura.
- (d) Medidas de seguridad específicas para proteger a los trabajadores de los riesgos en el sitio, incluyendo caídas, gases, fuego o explosiones.
- (e) Si la pintura que se remueve es un material peligroso, se debe incluir medidas de seguridad específicas para cumplir con 29 CFR 1926.62, 40 CFR 50.6, 40 CFR 50.12 y 40 CFR Partes 260-268.
- (f) Procedimientos de emergencia en caso de derrames.
- (g) Para desempeñar las funciones de control de calidad, se debe contar con una persona calificada según se define en SSPC-QP 2 y lo siguiente:

- (1) Experiencia mínima de 2 años en pintura en el área industrial.
- (2) Experiencia mínima de 90 días en supervisión en campo o en gestión de proyectos de remoción de pintura.
- (3) Documentación de las calificaciones del individuo de parte de sus empleadores anteriores, incluyendo los detalles de capacitación y experiencia.

Se debe efectuar el trabajo según el plan aprobado. Si las tareas no se llevan a cabo como se previó, se debe suspender inmediatamente la labor, hasta tanto no se tomen medidas correctivas. Se deben recoger y disponer adecuadamente todos los materiales, incluyendo el agua residual produce como resultado de la preparación, limpieza o pintura.

#### **563.04 Protección del trabajo.**

Se debe proteger las superficies adyacentes que no serán pintadas utilizando lonas, pantallas, papel, telas u otro medio adecuado. Se debe evitar la contaminación de las superficies con pintura fresca con polvo, aceite, grasa u otro material perjudicial o deletéreo.

#### **563.05 Generalidades de la preparación de la superficie.**

Se notificará por escrito al inspector oficial por lo menos 7 días antes de iniciar las operaciones. Inmediatamente antes de pintar, se preparará la superficie de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Se debe limpiar la superficie de acuerdo al nivel apropiado de limpieza.
- (b) Se debe remover de la superficie la suciedad, el polvo y otros contaminantes utilizando los métodos recomendados por el fabricante.
- (c) Se debe secar adecuadamente la superficie.
- (d) Antes de trabajar, se debe comprobar que la temperatura de la superficie está entre 10 y 40 °C.
- (e) Se debe comprobar que la temperatura de la superficie está a más de 3 °C de la temperatura de rocío según ASTM E 337.
- (f) Se debe comprobar que la humedad es del 85 % o menor, a menos que se indique de otra manera en las especificaciones del fabricante del producto.

Se pueden emplear procedimientos apropiados, como recubrimiento o deshumidificación de áreas, para proveer las condiciones requeridas anteriormente.

#### **563.06 Generalidades sobre la aplicación de la pintura.**

Se deben utilizar prácticas de manipulación que estén de acuerdo con las instrucciones de seguridad del fabricante. Se debe mezclar y aplicar la pintura según las instrucciones del producto. Se debe revolver la pintura con mezcladores mecánicos durante el tiempo suficiente para que los pigmentos y solventes se mezclen completamente. Se debe continuar agitándola durante la aplicación. No se debe disolver la pintura que ha sido formulada como "lista para aplicarse".

Se debe pintar de manera nítida y manual para que en la capa de pintura no se produzcan acumulaciones excesivas de pintura, derrames, desprendimientos, superficies sin pintar o áreas con espesores delgados. Se debe medir el espesor de la capa húmeda durante la aplicación y se debe ajustar la razón de aplicación, para que después de curar, se obtenga el espesor de pintura deseado. Se debe aplicar la pintura por medio de brocha, rociador, rodillo o cualquier combinación que sea permitida en las especificaciones del fabricante y por el ingeniero.

Se deben usar brochas con cerdas en cantidad y longitud suficiente, para distribuir la pintura en una capa uniforme. Se deben utilizar brochas redondeadas o planas con un ancho menor que 120 mm. Se debe esparcir uniformemente la pintura conforme se aplica.

Se deben usar equipos rociadores sin aire o convencionales con trampas adecuadas, filtros o separadores para excluir el aceite o agua del aire comprimido. Se debe usar aire comprimido que no muestre manchas negras

o húmedas cuando es ensayado de acuerdo con ASTM D 4285. Se debe utilizar los tamaños de las boquillas de las pistolas rociadoras y las presiones recomendadas por el fabricante.

Los rodillos se deben utilizar únicamente en superficies planas uniformes. No se permite usar rodillos que dejen texturizada la película de pintura.

Se deben usar aplicadores de piel de oveja, pinceles u otros medios aceptados para cubrir las superficies que son difíciles de pintar en la forma habitual.

Se debe curar cada capa de pintura según las recomendaciones del fabricante. Se deben corregir todas las áreas con espesor insuficiente, las áreas sin cubrir y otras deficiencias antes de la siguiente aplicación de pintura. Se deben teñir con otro color las aplicaciones sucesivas de pintura para contrastar con la pintura que está siendo cubierta. El inspector oficial aprobará el color de acabado final antes de la aplicación.

Se debe recubrir las superficies que serán inaccesibles después de la estructura con el número de manos requeridas. Después de la erección, se debe limpiar muy bien todas las áreas donde la pintura de base se ha dañado o deteriorado y se debe recubrir estos puntos con las manos de pintura requeridas para alcanzar el espesor apropiado antes de aplicar la capa final.

#### **563.07 Hierro y acero estructural.**

(a) Procedimientos de pintura.

(1) Superficies nuevas o superficies con toda la pintura existente removida. Se debe proporcionar un método de pintura mostrado en la Tabla 563-1.

(2) Superficies con pintura en buen estado. Se debe suministrar un procedimiento de pintura compatible con la pintura existente. Se debe emplear un tipo de los mostrados en la Tabla 563-2 o un procedimiento para estructuras de acero aprobado por el Ingeniero de Proyecto.

Por lo menos 14 días antes de dar la orden de pintar, se debe verificar la compatibilidad de la pintura propuesto con la existente como sigue:

(a) Se debe seleccionar un área de prueba de por lo menos 3 metros cuadrados que presente una condición representativa de la condición de la estructura. Se debe producir el nivel de preparación de la superficie especificado y aplicar el método propuesto a la capa superior y a la base existente. Se debe observar si hay levantamientos, sangrado, ampollas, arrugas, agrietamiento, formación de escamas u otra evidencia de incompatibilidad.

(b) Se debe verificar que no haya indicios de incompatibilidad por lo menos 14 días después de la aplicación de cada producto. Se debe ejecutar las pruebas de adherencia según ASTM D 3359, método A. Se notificará al Ingeniero de Proyecto si las pruebas de adherencia fallan en la interfase entre el sistema existente y el sustrato o entre la capa de acabado y la base. Una falla de adhesión indica incompatibilidad y requiere seleccionar un tipo de pintura más compatible.

b) Preparación de la superficie. No se removerá la pintura en buen estado a menos que específicamente se requiera en el contrato.

(1) Superficies nuevas o superficies con toda la pintura removida. Se debe eliminar de las superficies expuestas toda la suciedad, escamas, herrumbre, pintura y cualquier otro material extraño por medio de limpieza mediante chorro de arena hasta llegar al metal blanco de acuerdo con SSPC-SP 10.

Se debe usar aire comprimido que esté libre de aceite o humedad y que no muestre manchas negras o húmedas cuando se prueba de acuerdo con la norma ASTM D 4285. No se debe usar arena sin lavar o abrasivos que contengan sales, suciedad, aceite u otras materias extrañas. Antes de realizar la limpieza con chorro de arena cerca de la maquinaria, se debe sellar los apoyos, chumaceras, motores y partes móviles para evitar la entrada del polvo abrasivo.

La limpieza debe realizarse con escorias limpias y secas, con arena mineral, polvo o limaduras de acero. Se debe utilizar una gradación adecuada para producir un patrón de anclaje denso y uniforme. Se debe producir un patrón de anclaje con una altura de 25 a 50 micrómetros, pero no menos de la recomendada en las especificaciones del fabricante del sistema de pintura. Se debe medir el patrón de anclaje utilizando el método de la cinta adhesiva según ASTM D 4417.

El mismo día que se lleva a cabo la limpieza, se debe remover la suciedad, el polvo y otros desechos de la superficie mediante cepillado, soplado con aire seco limpio o con aspiradora y se debe aplicar la primera capa de pintura a las superficies limpiadas con chorro de arena. Si las superficies limpiadas se herrumbra o se contaminan antes de pintar, se debe repetir la limpieza con chorro de arena.

Tabla 563 - 1

**Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies nuevas y superficies con toda la pintura removida**

Capa	Sistema de pintura <sup>(1)</sup>				
	1	2	3	4	5
	Ambientes agresivos (Sal)	Ambientes agresivos (Sal)	Ambientes agresivos (Sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)
Base	Zinc inorgánico tipo I 75-100 $\mu\text{m}$ seco	Zinc inorgánico 75-100 $\mu\text{m}$ seco	Uretano curado húmedo 50-75 $\mu\text{m}$ seco	Látex acrílico 50-75 $\mu\text{m}$ seco	Alcalino VOC bajo 50-75 $\mu\text{m}$ aeco
Intermedia	Epóxico 75-100 $\mu\text{m}$ seco	Epóxico 75-100 $\mu\text{m}$ seco	Uretano curado húmedo 50-75 $\mu\text{m}$ seco	Látex acrílico 50-75 $\mu\text{m}$ seco	Alcalino VOC bajo 50-75 $\mu\text{m}$ aeco
Superior	Uretano alifático 50-75 $\mu\text{m}$ seco	Uretano alifático 50-75 $\mu\text{m}$ seco	Uretano curado húmedo 50-75 $\mu\text{m}$ seco	Látex acrílico 50-75 $\mu\text{m}$ seco	Alcalino VOC bajo 50-75 $\mu\text{m}$ aeco
Espesor total	200-275 $\mu\text{m}$ seco	200-275 $\mu\text{m}$ seco	150-225 $\mu\text{m}$ seco	150-225 $\mu\text{m}$ seco	150-225 $\mu\text{m}$ seco

(1) Los sistemas 1, 2 o 3 son para protección a la corrosión de hierro o acero en ambientes propensos a la corrosión como ambientes marinos, industriales o de alta humedad. Sistemas 4 o 5 son para los ambientes libres de altas concentraciones de sales o contaminantes causantes de ambientes de alta corrosión.

**Sistemas de recubrimiento para hierro y acero estructural en superficies con pintura existente en buen estado**

Capa	Sistema de pintura <sup>(1)</sup>		
	6	7	8
	Ambientes agresivos (Sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)
<b>Base</b>	Uretano curado-húmedo 50-75 µm seco	Alcalino VOC bajo 50-75 µm seco	Sellador epóxico de baja viscosidad 25-50µm seco
<b>Intermedia</b>	Uretano curado-húmedo 50-75 µm seco	Alcalino VOC bajo 50-75 µm seco	Epóxico 75-100 µm seco
<b>Superior</b>	Uretano curado-húmedo ó uretano alifático 50-75 µm seco	Silicón-alkalino VOC bajo 50-75 µm seco	Uretano alifático 50-75 µm seco
<b>Espesor total</b>	150-225 µm seco	150-225 µm seco	50-225 µm seco

(1) El sistema 6 es para protección del hierro y acero en ambientes corrosivos agresivos como los siguientes marino, industrial, de alta humedad y estructuras expuestas a sales. Los sistemas 7 y 8 son para el uso en aquellos entornos libres de altas concentraciones de sales o de contaminantes que originan los ambientes de corrosión agresivos.

(2) Superficies con pintura existente en buen estado. Se deben lavar todas las superficies que van a ser pintadas con agua a presión para remover la suciedad, herrumbre suelta y contaminantes tales como cloruros. Se debe mantener la presión del agua de lavado en por lo menos 3,5 MPa. Se debe recoger toda el agua de lavado y los desechos removidos de acuerdo con las regulaciones apropiadas.

Se debe limpiar de acuerdo con SSPC-SP 2 — Limpieza con herramientas manuales (Hand tool cleaning), SSPC-SP 3 — Limpieza con herramientas mecánicas (Power tool clearing) o SSPC-SP 6 — Limpieza con chorro de arena comercial para remover la suciedad, herrumbre suelta o pintura que no está firmemente adherida a la superficie subyacente (Commercial Blast Clearing to remove dirt, loose mill scale, loose rust, or paint that is not firmly bonden to the underlying surface). Se deben limpiar las áreas pequeñas que muestren corrosión en los agujeros de los pasadores, o daños debido a piedras lanzadas por el tránsito o rayones leves. Se debe limpiar por lo menos 50 mm más allá de las áreas dañadas. Se deben pulir los bordes de la pintura antigua remanente para obtener una superficie suficientemente lisa.

El mismo día en que se realiza la limpieza manual o con herramientas mecánicas se debe remover la suciedad, polvo y otros contaminantes de la superficie con métodos de limpieza con solventes de acuerdo con SSPC-SP 1, y se deben pintar las áreas de acero sin revestimiento con la primera capa de pintura. Si las superficies limpiadas se herrumbren o se contaminan antes de pintarse, se debe repetir a limpieza con solventes. Se debe reparar todo daño a la pintura en buen estado aplicando el método de pintura completo.

(c) Aplicación de pinturas. Se debe aplicar cada capa de pintura con el espesor de película húmeda especificada por el fabricante para obtener el espesor requerido de película seca. Se debe verificar la razón de aplicación de cada capa con un medidor de espesor de película húmeda inmediatamente después de aplicar la pintura a la superficie. Se debe confirmar la razón de aplicación midiendo el espesor de la película seca después de que el solvente se ha evaporado de la superficie.

**563.08 Pintura de superficies galvanizadas.**

Se debe remover todo el aceite, grasa u otros contaminantes sobre la superficie lavando con un solvente mineral de acuerdo con SSPC-SP 1.

Se debe aplicar el sistema de pintura mostrado en la Tabla 563-3 para otros metales.

Tabla 563-3

**Sistemas de recubrimiento para otras estructuras**

Substrato	Capa de Pintura			Total
	Base	Intermedia	Acabado	
Madera lisa	Base para maderas exteriores (1) 60-70 $\mu\text{m}$ seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	130 - 170 $\mu\text{m}$ seca
Madera áspera	Látex ó álcalis de exteriores (1) 35-50 $\mu\text{m}$ seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	105 - 150 $\mu\text{m}$ seca
Concreto	Una sola capa de epóxico 80-100 $\mu\text{m}$ seca. Para acabado brillante, Acabar con poliuretano alifático (50 $\mu\text{m}$ seca)			80 - 150 $\mu\text{m}$ seca
Bloques de mampostería	Relleno de mampostería 50-60 $\mu\text{m}$ seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	120 - 160 $\mu\text{m}$ seca
Aluminio	Base de metal 30-40 $\mu\text{m}$ seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	100 - 140 $\mu\text{m}$ seca
Otros metales	Base de metal (2) 35-45 $\mu\text{m}$ seca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	Látex o álcalis de exteriores 35-50 $\mu\text{m}$ aeca	105 - 145 $\mu\text{m}$ seca

(1) Para la madera sin tratar, se debe diluir la base con 0,1 litros de aguarrás y 0,1 litros de aceite de linaza por cada litro de pintura.

(2) Para las superficies galvanizadas, se debe usar una base epóxica (35-45 micrómetros de espesor seco) o una base de vinilo (7-13 micrómetros de espesor seco)

**563.09 Pintura de estructuras de madera.**

Se debe secar la madera hasta que tenga un contenido de humedad igual o menor a 20 %. En las maderas previamente pintadas, se debe remover toda la pintura agrietada o descascarillada, suciedad y otros materiales extraños mediante cepillado, raspado u otro método aprobado. Las maderas tratadas con creosota o con el preservante pentaclorofenol, se deben lavar y retirar mediante cepillado los cristales de sal visibles en la superficie de la madera y se debe dejar secar. Se debe remover todo el polvo u otros materiales extraños de la superficie que va a ser pintada.

Se debe aplicar el método de pintura mostrado en la Tabla 563-3. La base debe aplicarse antes de la estructura. Después de que la base se ha secado y que la madera está en su sitio, se debe rellenar, a ras con la superficie, todas las grietas, hendiduras, agujeros de los clavos u otras depresiones utilizando una masilla aprobada. Se debe extender uniformemente y aplicar minuciosamente la pintura en todas las esquinas y agujeros. Se debe dejar que seque la pintura antes de aplicar la siguiente capa.

**563.10 Pintura de estructuras de concreto.**

Se debe remover toda la lechada, polvo, materiales extraños, compuestos de curado, aceite del encofrado, grasa u otros materiales deletéreos de la superficie del concreto. Se debe remover el aceite de la formaleta, la grasa o los materiales de curado lavando con una solución al 5 % de fosfato de trisodio y enjugando con agua limpia. Se debe dejar que la superficie se seque completamente.

Se le debe hacer un barrido abrasivo suave a la superficie limpiada para remover el mortero u otros contaminantes. Se deben eliminar todos los residuos y polvo manualmente, con escoba, aire comprimido u otros métodos aprobados.

Se debe aplicar el método de pintura mostrado en la Tabla 563-3. Se debe extender uniformemente y aplicar minuciosamente la pintura en todas las esquinas y agujeros. Se debe dejar que se seque la pintura antes de aplicar la siguiente capa.

**563.11 Aceptación.**

El material de pintura será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. Si se requiere muestreo y ensayo de los componentes de la pintura, el muestreo se hará de acuerdo con las Federal Specifications and Standards (FSS) 141 método 1021 y el ensayo de las propiedades de la pintura se aplicará según los procedimientos y métodos listados en FSS 141.

La aplicación de la pintura será evaluada de acuerdo con la Subsección 107.02 y 107.04. El espesor de la pintura seca en las estructuras de acero se determinará utilizando un medidor magnético del espesor de la película tipo I de acuerdo con SSPC-PA 2 o utilizando métodos destructivos de acuerdo con ASTM D 4138. Si se utilizan métodos destructivos, se deben reparar los puntos de prueba de una manera aprobada.

**563.12 Medición.**

Se deben medir los ítems de la Sección 563 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02.

**563.13 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 563 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.563.01</b> Pintura <u>descripción</u> estructura	Suma global (gbl)
<b>CR.563.02</b> Pintura <u>descripción</u> estructura	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

**Sección 564.) ACCESORIOS DE APOYO**

**564.01 Descripción**

Este trabajo consiste en la proveeduría e instalación de apoyos para puentes. Los accesorios de apoyo se designan como: elastoméricos, balancines, rodillos, placas deslizantes, apoyos tipo "pot" 1, esféricos y de disco.



**564.02 Material**

Debe estar conforme con las siguientes subsecciones:

Almohadillas de apoyo elastoméricas	717.10
Revestimientos galvanizados	717.07
Lechada que no sufra contracción	725.22(c)

**Requerimientos constructivos****564.03 Generalidades**

(a) Planos. Se deben preparar y presentar los planos de los apoyos de acuerdo con la Subsección 104.03 y con la Sección 18 de las especificaciones AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, Volumen II. Se deben mostrar todos los detalles de los apoyos, incluyendo los materiales propuestos para ser utilizados. Debe obtenerse la aprobación antes de iniciar la fabricación.

(b) Fabricación. Los apoyos se deben fabricar de acuerdo con la Sección 18 de las especificaciones AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, Volumen II. El acabado de la superficie de los componentes de los apoyos que están en contacto con otro componente o con el concreto, pero que no están embebidos en el concreto, debe estar conforme con la Subsección 555.08 (e).

Se ensamblarán previamente los apoyos en el taller y se revisará que estos posean todas sus partes y que estas posean la geometría adecuada. Se deben galvanizar los componentes de apoyo y los pernos de anclaje de acero. No se deben galvanizar los componentes de los apoyos o los pernos de anclaje de acero inoxidable.

(c) Empaque, manipulación y almacenamiento. Antes de ser despachados por el fabricante, se debe identificar claramente cada componente de los apoyos y se debe marcar en la parte superior la localización y la orientación en la estructura. Se colocarán pernos, se atarán o fijarán los apoyos de otra manera para evitar movimientos relativos.

Se empaquetarán los apoyos de forma que estén protegidos de los daños causados por el transporte, manipulación, el clima y otras amenazas. No se deben desarmar los apoyos en el sitio excepto para la inspección o instalación.

Se almacenarán todos los accesorios y componentes de los apoyos en el sitio de trabajo en un lugar que provea protección de los daños ambientales y físicos.

(d) Construcción e instalación. Se deben limpiar los apoyos de toda sustancia extraña. Los apoyos se deben instalar en las posiciones mostradas en los planos. Se colocarán los apoyos y sus componentes de acuerdo con las dimensiones mostradas en los planos o según lo establezca el fabricante. Se deben ajustar de acuerdo con las instrucciones del fabricante para compensar los movimientos según la temperatura de instalación y los movimientos futuros del puente.

Se fijará el nivel de los apoyos de los puentes en la elevación y posición exactas. Se debe proveer un apoyo completo y uniforme en todas las superficies externas de los apoyos. Si las superficies de apoyo tienen elevaciones inadecuadas, no están niveladas o si los apoyos no pueden ser colocados apropiadamente se debe notificar al Contratante y se debe entregar por escrito para la aprobación una propuesta para modificar la instalación.

Se debe asentar los apoyos metálicos, no embebidos en concreto, sobre el concreto con un relleno o material similar aprobado.

Las almohadillas elastoméricas se deben colocar directamente sobre superficies de concreto que hayan sido preparadas de forma adecuada, sin utilizar algún tipo de material de asiento.

Se deben pulir las superficies de los apoyos colocados directamente sobre el acero para proveer una superficie nivelada y plana sobre la cual colocar el apoyo.

#### **564.04 Apoyos elastoméricos.**

Estos apoyos incluyen las almohadillas no reforzadas (formadas únicamente por elastómero) y los apoyos reforzados con láminas de acero o con tejidos.

Se deben reforzar en todo el espesor los apoyos elastoméricos que tengan un espesor mayor de 15 milímetros con láminas colocadas cada 15 milímetros.

Se deben fabricar los apoyos elastoméricos de acuerdo con AASHTO M 251. Se deben utilizar materiales que cumplen con los requerimientos de tolerancia de impurezas<sup>2</sup>, acabado y apariencia del manual "Rubber Handbook" publicado por la Asociación Incorporada de fabricantes de hule<sup>3</sup> (Rubber Manufacturer's Association Incorporated) RMA F3 y T.063 para los apoyos moldeados y RMA F2 para los apoyos extrudidos. Se debe determinar el cumplimiento con el criterio de aceptación de nivel I de AASHTO M 251.

Se debe marcar cada apoyo reforzado con tinta indeleble o con pintura flexible. La información marcada debe incluir: el número de pedido, el número de partida, el número de identificación del apoyo, el tipo de elastómero y número de grado. A menos que se especifique de otra manera, se debe marcar en una cara que es visible después de la erección del puente. Se debe proporcionar una lista de todos los números de los apoyos.

Se deben colocar los apoyos en una superficie nivelada. Se debe corregir cualquier desalineamiento en el apoyo para obtener una superficie nivelada. No se deben soldar las vigas de acero o las placas de apoyo a las placas exteriores del apoyo a menos que existan más de 40 milímetros de acero entre la soldadura y el elastómero. No se debe exponer el elastómero o el pegamento del elastómero a temperaturas instantáneas mayores de 200°C.

#### **564.05 Apoyos oscilantes, de rodillos y deslizantes**

Cuando se requieran revestimientos de TFE se deben utilizar revestimientos conformes con la Sección 564.07.

Se deben fabricar los apoyos oscilantes, de rodillo y deslizantes de acuerdo con los detalles mostrados en los planos y a la Sección 555. La fabricación se debe llevar a cabo de acuerdo con la práctica estándar en los talleres comerciales modernos. Se removerán las rebabas, los bordes ásperos y afilados y otros defectos. Se deben aliviar los esfuerzos de los apoyos de oscilación, los rodillos y otros apoyos que son construidos soldando secciones de placa antes de perforar, enderezar o dar un acabado maquinado (fresado).

Se deben revestir minuciosamente todas las superficies de contacto con aceite y grafito justo antes de colocar los apoyos de rodillo. Se deben instalar los apoyos de oscilación, los rodillos y los apoyos deslizantes de forma que estén verticales y a la temperatura media especificada después de la remoción de la formaleta y después de cualquier acortamiento debido a las fuerzas de preesfuerzo. Se debe tener en cuenta cualquier variación con respecto a la temperatura media del tramo soportado en el momento de la instalación y cualquier otro cambio previsto en la longitud del tramo soportado.

Se debe comprobar que la superestructura tiene un movimiento total y libre en los apoyos móviles. Se colocarán cuidadosamente los apoyos cilíndricos de manera que sus ejes de rotación estén alineados y coincidan con los ejes de rotación de la superestructura.

#### **564.06 Placas en mampostería, de fundación y de relleno para los apoyos.**

Se deben suministrar las placas metálicas utilizadas en la mampostería, placas de asiento y de relleno de acuerdo con AASHTO M 270M, grado 250.

Se fabricará y se dará el acabado al acero de acuerdo con la Sección 555. Los agujeros en las placas de los apoyos se deben formar taladrando, con sacabocados o por medio de corte con oxígeno, con control preciso del corte. Se deben remover las rebabas mediante esmerilado.

Se deben colocar en forma precisa las placas de los apoyos en una posición nivelada como se muestra en los planos y se debe proveer un apoyo uniforme sobre la superficie de contacto del apoyo.

**564.07 Superficies de Tetrafluoroetileno (TFE) para los apoyos.**

Se debe proveer material de TFE que haya sido adherido en la fábrica, conectado mecánicamente o incrustado en el material base según se muestra en los planos.

Se debe adherir o sujetar mecánicamente la tela que contiene las fibras TFE a una platina rígida. Se debe utilizar una tela capaz de resistir cargas de 70 megapascales sin fluir en frío. Se usará un adherente tela-platina capaz de resistir, sin laminarse, una fuerza cortante igual al 10 % de la carga de aplicación perpendicular o normal más cualquier otro esfuerzo cortante en el apoyo.

La aceptación debe hacerse usando los métodos y procedimientos de prueba aprobados de acuerdo con la Sección 18, Subsección 18.8.3, de las especificaciones AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, Volumen II. Si el banco de prueba no permite ensayar el apoyo completo se deben fabricar apoyos adicionales y se deben preparar muestras con una capacidad para los esfuerzos normales de trabajo de por lo menos 450 kilonewtons.

Se deben determinar los coeficientes de fricción estático y dinámico cuando se inicia el movimiento del apoyo de prueba a una velocidad de deslizamiento menor de 25 milímetros por minuto. El coeficiente de fricción no debe exceder el coeficiente especificado en la Tabla 564-1 o el especificado por el fabricante.

Se debe proporcionar una lista de los números de los apoyos individuales.

*Tabla 564-1*

**Coefficiente de fricción**

<b>Material</b>	<b>Presión del apoyo (megapascales)</b>	<b>Coefficiente de fricción</b>
TFE sin relleno, tela que contenga fibras TFE o algún compuesto de TFE y metal perforado	3,5	0,08
	14	0,06
	24	0,04
TFE con relleno	3,5	0,12
	14	0,10
	24	0,08
Estructuras de bronce entrelazados y rellenas de TFE	3,5	0,10
	14	0,07
	24	0,05

**564.08 Pernos de anclaje.**

Se proveerán pernos de anclaje estampados o torneados conformes con ASTM A 307 o según se muestra en los planos o se especifica en el contrato.

Se pondrán los pernos de anclaje antes de la colocación del concreto o se instalarán en agujeros perforados después de la colocación del concreto. Si se instalan después de la colocación del concreto, se deben fijar los pernos en los agujeros mediante el uso de un mortero de cemento que no sufra retracción o con un adhesivo químico aprobado. Si se utiliza el mortero de cemento, se deben perforar los agujeros con un diámetro 25 milímetros mayor que el diámetro del perno. Si se utilizan adhesivos químicos, se deben seguir las recomendaciones acerca del diámetro del agujero dadas por el fabricante del adhesivo.

Se debe ajustar la ubicación de los pernos de acuerdo con la temperatura de la superestructura según se requiera. No se debe restringir el movimiento libre de la superestructura en los apoyos móviles mediante pernos de anclaje o tuercas.

#### **564.09 Asiento de las placas de mampostería**

Se colocará el relleno o tela como material de asiento debajo de las placas de mampostería si es requerido por el contrato. Se debe usar el relleno o tela especificada y se debe instalar para proveer un apoyo completo en las áreas de contacto. Se debe limpiar muy bien las superficies de contacto del concreto y del acero inmediatamente antes de colocar el material de asiento y de instalar los apoyos o placas de mampostería. Si los materiales de asiento no están especificados, se debe cumplir con AASHTO 18.4.10 según lo indique el Contratante.

#### **564.10 Aceptación.**

Los accesorios de apoyo serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. Se debe proveer un certificado de fabricación para cada envío de accesorios de apoyo.

La instalación de los accesorios de apoyo será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### **564.11 Medición**

Se medirán los ítems de la Sección 564 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02.

#### **564.12 Pago**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 564 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.564.01</b> Accesorios de Apoyo _____	Unidad (Und)

### **Sección 565.) PILOTES DE CONCRETO PREEXCAVADOS Y COLADOS EN SITIO**

#### **565.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio.

#### **565.02 Materiales.**

Deben estar conformes con las siguientes secciones y subsecciones:

Mortero de cemento puro	725.22 (f)
Lechada mineral	725.26
Acero de refuerzo	709.01
Concreto estructural	552

#### **Requerimientos constructivos**

#### **565.03 Calificaciones y presentación de documentos.**

La siguiente información se debe presentar para su aprobación, 30 días antes del inicio de la construcción de los pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio. La aceptación del personal del Contratista, del plan de instalación y de los pilotes de prueba, no exime al Contratista de la responsabilidad de obtener los resultados requeridos.

(a) Personal

(1) Personal de construcción. Se debe emplear personal con una experiencia mínima de 3 años en la construcción de pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio. Se deben proporcionar los currículos de la experiencia laboral, descripción del proyecto, el nombre del propietario y su número de teléfono actual, el nombre del Contratista y su número de teléfono actual para el cual el empleado trabajó durante la construcción de los pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio.

(2) Personal de ensayo. Se debe encargar la realización de los ensayos de campo y la interpretación de las mediciones registradas a un ingeniero con una experiencia mínima de dos años en el método no destructivo de registros sínicos cruzados para pilotes de concreto preexcavados y colados en sitio. Se debe proporcionar un currículo de la experiencia laboral, descripción del trabajo, nombre del propietario y su número de teléfono actual. Se debe suministrar apoyo de mano de obra experimentada, necesaria para realizar de forma adecuada los ensayos requeridos.

(b) Plan de instalación. Se debe proporcionar lo siguiente:

(1) Una descripción en la cual se incluyan las capacidades del equipo propuesto para ser utilizado, tales como grúas, taladros, equipos de perforación, barrenos, cubetas y el equipo de limpieza final. Se debe incluir una explicación de la selección del equipo y una descripción de la conveniencia del equipo para el sitio y para las condiciones del subsuelo previstas. Se debe incluir un registro de los proyectos en los que se ha utilizado el equipo de perforación, que demuestre su uso exitoso en pilotes preexcavados y colados en sitio de igual tamaño o superior en condiciones similares del subsuelo.

(2) Se debe demostrar el conocimiento de las condiciones del subsuelo en el sitio. Se debe hacer referencia a la información disponible proporcionada en los registros de los sondeos del contrato y en el informe geotécnico preparado para el proyecto.

(3) Detalles de la secuencia de la construcción general y la secuencia de la construcción de los pilotes en grupos.

(4) Detalles de los métodos de excavación de los pilotes incluyendo: los métodos de perforación propuestos, los métodos para extraer los materiales de los pozos, los métodos para mantener el alineamiento horizontal y vertical correcto y un plan de disposición del material excavado.

(5) Cuando se requiera lodo mineral, se deben incluir los métodos de mezcla, circulación, uso, mantenimiento y remoción del lodo. Se debe suministrar un diseño de mezcla del lodo detallado y se debe discutir su conveniencia para las condiciones del subsuelo.

(6) Detalles de los métodos empleados para asegurar la estabilidad del pozo durante la excavación y la colocación del concreto. Se debe incluir un estudio de la conveniencia del método para las condiciones del sitio y condiciones del subsuelo previstas. Si se proponen o se requieren además, se deben proveer sus dimensiones y procedimientos detallados para la instalación permanente, para la instalación temporal y para la remoción.

(7) Detalles de la colocación del refuerzo, incluyendo el arriostamiento, alineamiento, centralizadores y los métodos de izaje y de soporte.

(8) Detalles de la colocación del concreto, incluyendo los procedimientos de operación propuestos para caída libre, tolva o bombeo.

(9) El método utilizado para formar una junta de construcción horizontal de emergencia durante la colocación del concreto.

#### **565.04 Pilotes preexcavados de prueba.**

Cuando en el contrato se requieren pilotes preexcavados de prueba, se debe realizar el trabajo de acuerdo con los requisitos de la Subsección 565.05 y lo siguiente:

Antes de realizar la perforación para la construcción de los pilotes, se debe demostrar que los métodos propuestos y el equipo son adecuados, por medio de la perforación de un pilote preexcavado de prueba adyacente a los pilotes en un sitio aprobado. La separación de centro a centro entre el pilote de prueba y los pilotes debe ser por lo menos 3 veces el diámetro del pilote o 2 veces el diámetro de la campana, el que sea mayor.

El pilote preexcavado de prueba se debe construir con el mismo tamaño y elevación de la punta que el pilote de mayor profundidad indicado en los planos. Cuando se especifica campanas para los pilotes, se debe incluir una campana en el pilote de prueba al final, para comprobar la factibilidad de hacer la campana en el estrato de soporte especificado.

Si el material se derrumba dentro del pozo perforado o se deforma excesivamente, se debe ademar la perforación. Cuando se utilice ademes, éstos se deben afianzar según sea necesario para evitar derrumbes y para permitir la extracción de agua de la excavación. Se debe extraer todo el material dentro del pozo. Se debe mantener el ademe dentro de la perforación por lo menos 4 horas, mientras se extrae el agua. Se debe llevar un registro de la razón de infiltración de agua en la excavación. Después de este período de 4 horas, se debe llenar la perforación con arena saturada para simular la operación del colado del concreto y la remoción del ademe en la construcción de los pilotes preexcavados. En los pilotes preexcavados de prueba no se requiere el concreto o el acero de refuerzo.

Si se determina que el pilote preexcavado es insatisfactorio, se deben modificar los métodos de construcción y el equipo. Se debe proponer un nuevo plan de instalación y se debe perforar un nuevo pozo de prueba, a costo del Contratista.

Una vez que se ha dado la aprobación para la construcción de los pilotes preexcavados, no se permite cambios en el plan de instalación sin aprobación previa.

#### ***565.05 Pilotes preexcavados y colados en sitio.***

(a) Excavación. Durante por lo menos 20 horas, no se deben excavar pilotes adicionales, permitir cargas de llantas excesivas o permitir vibraciones excesivas a 5 m ó 3 veces el diámetro del pilote, el que sea mayor, de un pilote recién construido. Se debe realizar la excavación de las estructuras de fundación que van a estar apoyadas sobre los pilotes y se debe construir los rellenos antes de perforar. Se deben colocar los pilotes preexcavados a menos de 75 mm de la posición requerida en un plano horizontal de la parte superior de la elevación del pilote.

Se deben excavar los pozos de acuerdo con el plan de instalación aceptado. No se permite que el alineamiento de un pozo vertical varíe con respecto al alineamiento requerido por más de 20 mm por metro de profundidad. No se permite que el alineamiento de un pozo inclinado varíe por más de 40 mm por metro de profundidad con respecto al alineamiento inclinado requerido.

Se debe proveer equipo con capacidad de excavar pozos 20 % más largos y del mismo diámetro que los indicados en los planos.

Se debe conservar un registro del material excavado del pozo que incluya la siguiente información:

- Descripción y elevación aproximada del límite superior e inferior de cada estrato de suelo o material rocoso encontrado y la fecha y hora en que fue encontrado el suelo o material rocoso.
- Elevación y tasa aproximada de infiltración o agua subterránea encontrada.
- Equipo utilizado, tiempo requerido para perforar un pilote, los cambios de las barrenas, averías y otras dificultades encontradas.
- Observaciones

Cuando se determina que las paredes de la excavación se han ablandado a causa de los métodos de excavación, han sufrido hinchamiento por las demoras en la colocación del concreto o se han degradado por la acumulación de lodo aglutinado, se deben sobreexcavar las paredes laterales como mínimo 15 mm o 75 mm como máximo dentro del material sano.

En el momento de la colocación del concreto se debe limpiar la perforación de forma que no más del 50% del fondo de cada perforación tenga más de 10mm de sedimentos y que la profundidad máxima de

sedimentos en cualquier punto del fondo del agujero no exceda 40 mm. Para los pozos secos, se debe reducir la profundidad del agua a 75mm o menos, antes de colocar el concreto.

(1) Método seco. Se debe utilizar el método seco en los sitios donde el nivel del agua subterránea y las condiciones del suelo son apropiados para construir el pilote en una excavación relativamente seca y donde las paredes y el fondo del pilote pueden ser inspeccionados visualmente antes de colocar el concreto. El método seco consiste en perforar el pozo, extraer el agua acumulada, remover el material suelto de la excavación, colocar la armadura y colocar el concreto en una excavación relativamente seca. El método de construcción seca puede utilizarse únicamente cuando en la excavación del pozo de prueba se demuestra lo siguiente:

- (a) Se acumula menos de 300 mm de agua en el fondo del pozo cuando no se permite bombeo.
- (b) Las paredes y el fondo de la perforación permanecen estables, sin socavarse, derrumbarse o sufrir hinchamiento durante un período de 4 horas después de la finalización de la excavación.
- (c) El material suelto y el agua pueden ser extraídos satisfactoriamente antes de la inspección y de colocación del concreto.

(2) Método húmedo. Se debe utilizar el método de construcción húmedo o método de construcción ademada para los pozos que no cumplen los requerimientos anteriores del método de construcción seco. El método húmedo consiste en utilizar agua o lodos minerales para mantener la estabilidad del perímetro de la perforación conforme se avanza la excavación hasta la profundidad final, en la colocación de la armadura y en la colocación del concreto del pilote.

El método húmedo implica el siguiente trabajo:

- (a) Desarenar y limpiar el lodo.
- (b) Realizar la limpieza final de la excavación utilizando cubetas, elevador neumático, bombas sumergibles u otros aparatos aprobados.
- (c) Colocar el concreto mediante una tolva o bombeo desde el fondo del pozo.
- (d) Suministrar, según se requiera, los ademes temporales para ayudar a mantener el alineamiento y posicionamiento del pilote.
- (e) Suministrar los ademes temporales para evitar el derrumbamiento de la parte superior de la excavación del pilote a menos que se pueda demostrar satisfactoriamente que no se requieren.

Cuando los pilotes preexcavados se localizan en áreas inundadas, se debe extender el ademe exterior sobre la elevación del agua y dentro del terreno, para proteger el concreto del pilote de la acción del agua durante la colocación y el curado del concreto. Se debe instalar el ademe de manera que se produzca un cierre hermético en la parte inferior del ademe, para evitar el bombeo del agua o entrada de materiales de la excavación del pilote.

(b) Lodos minerales. Se debe mezclar el lodo mineral con agua limpia de acuerdo con las instrucciones del fabricante para permitir la hidratación, antes de la introducción en la excavación del pozo. Se deben utilizar tanques de capacidad adecuada para la circulación, almacenamiento y tratamiento del lodo. No se deben utilizar hoyos excavados o la excavación del pilote para mezclar el lodo. No se permite agregar los componentes minerales directamente dentro de la excavación del pozo.

Se debe suministrar equipo para limitar el contenido de arena en el lodo a menos del 4 % por volumen en cualquier punto del pozo perforado. No se requiere desarenar para colocar los ademes temporales, los postes de las señales o para las fundaciones de los postes de iluminación.

Durante la perforación, se debe mantener la superficie del lodo dentro del pozo con un nivel de por lo menos un metro sobre el nivel piezométrico del agua y a un nivel lo suficientemente alto para evitar el derrumbe del pozo.

Cuando exista una pérdida significativa del lodo del pozo, se debe detener la perforación y se debe tomar medidas correctivas para evitar la pérdida del lodo. Se debe evitar el asentamiento del lodo en el pozo. Si en algún momento, el método de construcción con lodos no produce los resultados finales deseados, se debe suspender el uso y utilizar un método alternativo aprobado.

Durante la excavación del pozo y hasta la colocación del concreto, se debe mantener la densidad, viscosidad y pH del lodo mineral dentro de los rangos aceptables mostrados en la Tabla 565-1. Se deben extraer muestras del lodo utilizando una herramienta de muestreo aprobada. Se deben extraer muestras de la base del pozo y a 3 metros de la base del pozo. Se deben realizar 4 grupos de pruebas durante las primeras 8 horas de uso del lodo. Cuando los resultados son aceptables y consistentes se puede reducir la frecuencia de ensayos a una prueba por cada 4 horas de uso del lodo.

Tabla 565-1

**Rangos de valores aceptables para los lodos minerales**

<b>Propiedad</b>	<b>En el momento de introducir el lodo</b>	<b>En el agujero, en el momento de la colocación del concreto de prueba</b>	<b>Método</b>
Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	1030 - 1110	1030 - 1200	Balance de densidad
Viscosidad (s/L)	30 - 48	30 - 48	Cono Marsh
pH	8 - 11	8 - 11	Papel pH o medidor de pH

Nota: Los valores de densidad mostrados son para el agua dulce. Se deben incrementar los valores de densidad 30 kg/m<sup>3</sup> para el agua salada. Se deben realizar los ensayos cuando la temperatura del lodo está por encima de 4 °C. Si se requiere desarenar, el contenido de arena no debe ser mayor que 4 % por volumen en cualquier punto de la perforación de acuerdo con el ensayo de contenido de arena del Instituto Americano del Petróleo (American Petroleum Institute).

Cuando una muestra del lodo es inaceptable, se deben hacer las correcciones necesarias para hacer que se encuentre dentro de las especificaciones. No se debe colocar el concreto hasta que los resultados del nuevo muestreo y ensayo indiquen valores aceptables.

Se debe desechar el lodo en una manera ambientalmente aceptable en un lugar aprobado.

(c) Ademes. Se deben utilizar ademes de acero que sean lisos, limpios e impermeables, con la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos de manipulación e instalación y las presiones del concreto y de la tierra circundante. Todos los diámetros de los ademes indicados en los planos son los diámetros exteriores.

El diámetro de un ademe debe cumplir con las tolerancias aplicables para la tubería de acero regular del Instituto Americano de Tuberías (American Pipe Institute). El diámetro exterior del ademe no debe ser menor que el tamaño especificado del pilote.

Se deben instalar los ademes para producir un cierre hermético en el fondo que evite el bombeo de agua u otros materiales dentro o fuera de la perforación. Si se necesita extraer un ademe y sustituirlo por otro más largo o de mayor diámetro en suelos colapsables, se debe estabilizar la excavación con un lodo o relleno antes de instalar el nuevo ademe. Se puede emplear otros métodos aprobados para controlar la estabilidad de la excavación y para proteger la integridad de los suelos de la fundación.

Todos los ademes subterráneos se considerarán temporales, a menos que en el contrato se señalen



como permanentes. Se debe retirar el ademe antes de concluir la colocación del concreto en cualquier pilote que requiera ademado. Durante la extracción del ademe, el nivel del concreto fresco se debe mantener como mínimo 1,5 metros por encima del nivel del agua circundante o del fluido de perforación. Durante la extracción del ademe, se debe tener cuidado de mantener un nivel adecuado de concreto dentro del ademe, de forma que el líquido atrapado detrás del ademe sea desplazado hacia arriba y sea descargado en la superficie del terreno sin contaminar o desplazar el concreto del pilote.

Aquellos ademes temporales, que se han atascado o dañado durante la construcción del pilote y no pueden ser removidas de manera práctica, se consideran como un defecto en el pilote preexcavado. Se debe corregir los pilotes preexcavados defectuosos, usando métodos aprobados. Las acciones correctivas pueden consistir, pero no están limitadas a lo siguiente:

- (1) Remover el concreto del pilote y extender el pilote a una mayor profundidad para compensar la pérdida de la capacidad de fricción en la zona ademada.
- (2) Ampliar el pozo a ambos lados para compensar la pérdida de capacidad.
- (3) Proporcionar un pilote de reemplazo.

Cuando un ademe se designa como permanente, se debe cortar en la elevación requerida y dejarlo en el sitio.

***565.06 Acero de refuerzo para pilotes preexcavados y colocación de los tubos de acceso para la prueba de registros sínicos cruzados.***

Se debe realizar el trabajo del acero de refuerzo de acuerdo con la Sección 554. Se debe amarrar firmemente con alambre, los empalmes de contacto del acero de refuerzo. Se debe amarrar y apoyar el acero de refuerzo de manera que se mantenga dentro de las tolerancias requeridas. Se debe atar firmemente los espaciadores del concreto u otros dispositivos de espaciamiento aprobados en las quintas partes, a lo largo del perímetro de la armadura y se debe espaciar en intervalos que no excedan los 3 metros, a lo largo de la longitud de la armadura. Se deben utilizar espaciadores de un material aprobado con una calidad y durabilidad por lo menos igual a la del pilote preexcavado de concreto.

Para los tubos de acceso de la prueba de registros sínicos cruzados, se debe proveer una tubería de acero negra de peso estándar según ASTM A 53 con un diámetro interior nominal de 50 mm. Se deben instalar los tubos de acceso para cada pilote preexcavado como se muestra en Federal Lands Highways (FLH) T 521. Se debe utilizar tuberías y uniones de tuberías con un diámetro interior regular y redondeado, libres de defectos u obstrucciones, lo cual dará como resultado tubos de acceso herméticos que permiten el paso libre y sin obstrucciones de las sondas fuente y receptora. Se deben emplear tubos que estén libres de corrosión, que tengan las caras internas y externas limpias para asegurar el paso de la sonda y que exista una buena adherencia entre el concreto y los tubos. No se debe utilizar cinta adhesiva o materiales similares para sellar las juntas. No se deben utilizar dispositivos de reforzamiento tales como mandriles, en los tubos de acceso durante la colocación del concreto. Se debe ajustar una cubierta hermética en la parte inferior y una tapa desmontable en la parte superior.

Se deben fijar firmemente los tubos en el interior de la armadura. Los tubos se deben instalar siguiendo un patrón regular y simétrico de acuerdo con FLH T 521 de forma que cada tubo se encuentre espaciado la máxima distancia posible de cada tubo adyacente. Los tubos deben estar lo más paralelos posible. Se deben instalar los tubos desde 150 mm por encima de la parte inferior del pilote a por lo menos 1 metro por encima de la parte superior y por lo menos 0,6 m por encima del nivel del terreno. No se deben doblar o dañar los tubos durante las operaciones de instalación del refuerzo.

Se debe inspeccionar el pilote mediante una perforación de prueba, ensayo de penetración estándar o por medio de inspección visual. Se debe colocar la armadura de acero de refuerzo como una unidad, inmediatamente después de que la excavación del pozo se ha inspeccionado y aprobado, y antes de la colocación del concreto. Si no se coloca el concreto inmediatamente después de que se instala la armadura, se puede requerir retirar la

armadura antes de colocar el concreto para comprobar la integridad del área excavada y para garantizar que el material suelto se ha retirado del fondo de la perforación. Se deben manipular las armaduras de refuerzo de manera que se evite la distorsión o deformación transversal del acero.

Durante la colocación del concreto, se deben proveer soportes adecuados para la armadura de acero desde la parte superior. Se debe mantener la parte superior de la armadura de acero de refuerzo a no más de 150 mm por encima y a no más de 75 mm por debajo de la posición requerida. Si la armadura de acero de refuerzo no se mantiene dentro de las tolerancias indicadas, se deben realizar las correcciones oportunas y no se deben construir pilotes adicionales hasta que el método de soporte de las armaduras de acero de refuerzo haya sido aprobado.

#### ***565.07 Concreto para los pilotes colados en sitio.***

Cuando la parte superior del pilote está sobre el terreno, se debe utilizar un encofrado removible u otros medios para moldear el pilote por lo menos 0,5 m por encima del nivel del terreno terminado. Se pueden retirar los encofrados cuando se haya cumplido los requisitos de la Subsección 562.08 y el pilote de concreto no haya estado expuesto a agua salada o agua en movimiento durante 7 días. Se deben retirar los encofrados sin dañar el concreto.

Se debe retirar la porción superior del concreto del pilote colado en sitio antes de continuar con la construcción del pilote, cuando se determina que el concreto ha sido afectado por la colocación bajo el agua.

Se debe colocar el concreto inmediatamente después de completar toda la excavación y la armadura del acero de refuerzo está en su sitio.

Se deben llenar los tubos de acceso de la prueba sónica de registros cruzados 1 hora después de la colocación del concreto y se debe reemplazar la tapa del tubo. En ningún momento se debe aplicar a los tubos de acceso una torsión excesiva, martilleo u otros esfuerzos que puedan afectar la adherencia entre el concreto y el tubo.

Se deben preparar diez cilindros de concreto de 150 mm por 300 mm para realizar las pruebas de velocidad del pulso de la misma mezcla de concreto utilizada en el pilote colado en sitio.

Se debe suministrar el concreto de acuerdo con la Sección 552, excepto que aquí se indique de otra manera. Para los pilotes construidos sin fluidos de perforación, se debe usar concreto estructural clase A con un revenimiento de  $175 \pm 25$  mm. Para los pilotes construidos con fluidos de perforación, se debe utilizar concreto estructural clase A con un revenimiento de  $200 \pm 25$  mm. Se debe usar concreto de sello para la colocación bajo el agua. No se debe utilizar concreto de sello por encima de la zona de humedecimiento/secado de la perforación. Se debe colocar el concreto bajo el agua de acuerdo con la Subsección 552.11 (e), excepto por las modificaciones presentadas aquí. El método de colocación del concreto bajo el agua debe ser aprobado.

Se deben proporcionar los aditivos de acuerdo con las condiciones del proyecto para garantizar que el concreto tenga el revenimiento requerido durante por lo menos 2 horas. Se deben proveer los resultados de los ensayos de las mezclas de prueba y de la pérdida de revenimiento para el concreto, realizadas a temperaturas ambiente apropiadas para las condiciones del sitio.

Se debe colocar cada batida de concreto dentro de un período de 2 horas desde la preparación del concreto. Se puede permitir tiempos de colocación mayores si la mezcla de concreto mantiene el revenimiento mínimo requerido por más de 2 horas. No se debe remezclar el concreto que ha desarrollado su fraguado inicial.

Se debe colocar el concreto en una operación continua desde la parte inferior hasta la parte superior del pilote. Se debe continuar colocando concreto hasta que la excavación del pilote esté llena y hasta que se observe concreto de calidad aceptable en la parte superior del pilote. Antes del fraguado inicial del concreto, se debe consolidar los 3 metros superiores del concreto del pilote utilizando equipo de vibración aceptado. Se debe acabar la parte superior del pilote a  $+25$  mm o  $-75$  mm de la elevación requerida. Para las perforaciones húmedas, no se debe consolidar hasta que se haya extraído toda el agua o el lodo sobre la superficie del concreto. Se debe colocar el concreto por caída libre, tolva o bombeo.

(a) Colocación del concreto por caída libre. Se debe utilizar la colocación por caída libre, únicamente en las perforaciones secas con una caída libre máxima de 8 metros. El concreto debe caer directamente en el fondo del pilote sin tener contacto con la armadura o con las paredes de la perforación.

Se pueden utilizar conductos de descarga para dirigir la colocación del concreto por caída libre. Los conductos de descarga consisten en un tubo liso de una pieza o en secciones que se pueden agregar o quitar. Se debe colocar el concreto a través de una tolva en la parte superior del tubo o por medio de aberturas laterales conforme se extrae el conducto del pilote durante la colocación del concreto. Se debe colocar el conducto de forma que la altura máxima de caída libre del concreto medida desde el fondo del conducto sea de 8 metros. Si la colocación del concreto provoca que en la excavación del pilote se produzcan cavidades o que se derrumbe, o si el concreto golpea la armadura o las paredes, se debe reducir la altura de caída libre y se debe reducir la tasa del flujo del concreto dentro de la excavación. Si no se puede efectuar satisfactoriamente la colocación del concreto mediante caída libre, se debe utilizar una tolva o bombeo para colocar el concreto.

(b) Tolvas. Las tolvas pueden usarse para colocar concreto en pozos secos o húmedos. Una tolva consiste en un tubo de suficiente longitud, masa y diámetro para descargar concreto en la base del pozo perforado. No se permite utilizar tolvas que tengan partes de aluminio que vayan a estar en contacto con el concreto. El diámetro interno del tubo debe tener un tamaño igual a por lo menos 6 veces el tamaño máximo del agregado utilizado en la mezcla de concreto y no debe ser menor que 250 mm. Las superficies internas y externas de las tolvas deben estar limpias y lisas. La pared debe ser suficientemente gruesa para evitar dobleces o abolladuras.

Para las perforaciones húmedas, se deben utilizar tolvas herméticas de acuerdo con la Subsección 552.11 (e). Se debe construir el extremo de descarga de la tolva para permitir un flujo radial libre del concreto durante la colocación. Se debe colocar la descarga de la tolva en la elevación de la base del pilote. El concreto debe colocarse con un flujo constante. Se debe mantener la descarga de la tolva sumergida al menos 1,5 metros por debajo de la superficie del concreto fluido. Se debe mantener una carga positiva de concreto en el tubo todo el tiempo. Si en algún momento durante la colocación del concreto se retira la descarga de la tolva de la columna de concreto fluido y se descarga concreto por encima de la superficie de concreto dentro del agua desplazada, se debe retirar la armadura y el concreto, se debe completar cualquier remoción de las paredes como se indique y se debe reconstruir el pilote.

(c) Concreto bombeado. Se puede utilizar la colocación de concreto con bomba en las perforaciones secas y húmedas. Se deben emplear tubos de descarga con un diámetro mínimo de 100 mm con juntas herméticas. Se debe colocar el tubo de descarga en la elevación de la base del pilote.

Para las perforaciones húmedas, se debe emplear un tubo de descarga sellado de acuerdo con la Subsección 552.11 (e). Si se utiliza un tapón, se debe extraer de la perforación o se debe utilizar un tapón hecho de un material que evite que se produzca un defecto en el pilote en caso de que no sea removido.

Se debe colocar el concreto con flujo constante. Se debe mantener el tubo de descarga de la bomba sumergido por lo menos 1,5 metros bajo la superficie de concreto fluido. Si en algún momento durante la colocación del concreto, se retira el tubo de la columna de concreto fluido y se descarga concreto por encima de la superficie de concreto en el agua desplazada, se debe retirar la armadura de refuerzo y el concreto y se debe completar cualquier remoción de las paredes según lo indique el inspector oficial y se debe reconstruir el pilote.

#### **565.08 Pruebas de integridad.**

(a) Pruebas. Se deben realizar las pruebas de integridad de todos los pilotes perforados y colados en sitio de acuerdo con FLH T 521 Método Estándar para determinar la velocidad de pulso a través del concreto en pilotes colados en sitio (FLH T 521, Standard Method for Determining Pulse Velocity Through Concrete in Drilled Shafts). Se deben realizar las pruebas a los pilotes después de dos días y antes de 45 días desde la colocación del concreto. Antes de realizar los ensayos se debe proporcionar información precisa tal como: elevaciones de la base y de la punta del pilote, longitudes de los tubos de acceso, posiciones de los tubos inspeccionados y la fecha de

la colocación del concreto.

Se debe proporcionar equipo portátil para la prueba de registros sínicos cruzados de acuerdo con FHL T 521 y se debe suministrar lo siguiente:

(1) Una sonda fuente de ultrasonido y una o más sondas de recepción capaces de descender libremente a través de un tubo de acceso de acero lleno de agua, con un diámetro interno de 50 mm.

(2) Capacidad de amplificar y filtrar información e imprimir los registros obtenidos mediante el ultrasonido en el sitio.

(3) Una fuente de poder de corriente alterna de 110 voltios y 60 hertz estable e independiente, si se necesita.

Si los tubos de acceso no son aceptables para ser ensayados (por ejemplo: los tubos no están verticales, el tubo no retiene el agua, si no existe adherencia entre el tubo y el concreto, si existen obstrucciones en el tubo) se debe proporcionar tubos de acceso de reemplazo mediante la extracción de núcleos o se debe proponer un método de ensayo alternativo que sea aceptable para el inspector oficial. Después de que se ha completado las pruebas de integridad, la inspección y el análisis de la información y han sido aprobadas por el inspector oficial, se debe llenar desde el fondo los tubos de acceso con una lechada o mortero de cemento puro utilizando una tolva.

Se debe realizar el ensayo de velocidad del pulso a lo largo del eje diametral de los cilindros de concreto de acuerdo con la norma ASTM C 597, Método de ensayo estándar para determinar la velocidad de pulso a través del concreto (Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete). Se debe realizar la prueba de velocidad de pulso en dos cilindros de concreto para cada uno de los siguientes períodos de curado: 2 días, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días. Después de ensayar los cilindros, se deben fallar de acuerdo con la norma AASHTO T 22. Se deben reportar los resultados de las pruebas y se debe construir un gráfico de la velocidad de pulso y resistencia a la compresión con respecto al tiempo. Se debe comparar los resultados del ensayo de registros sínicos cruzados con los resultados de velocidad de pulso de la misma edad del concreto.

(b) Resultados de las pruebas e informes. Se deben presentar al inspector oficial los resultados preliminares para cada pilote ensayado antes que el personal que realizó la prueba de registros sínicos cruzados abandone el sitio. Dentro de los 5 días después de realizar la prueba, se debe entregar al inspector oficial en un disco compacto, un informe detallado de la prueba de registros sínicos cruzados y todos los datos de la prueba en formato ASCII con un encabezado donde se identifique el pilote ensayado, las coordenadas del tubo y cada columna de información. Antes de realizar cualquier construcción adicional sobre el pilote ensayado y antes de entregar el informe final escrito se debe otorgar 5 días al inspector oficial para que realice la revisión de la información.

En el reporte del ensayo de registros sínicos cruzados se debe incluir la siguiente información:

(1) Identificación del proyecto y fechas de ensayo

(2) Tabla y esquema donde se muestre los pilotes ensayados con las coordenadas del tubo y elevación del anillo.

(3) Nombres del personal que realizó e interpretó la prueba y su lugar de trabajo.

(4) Equipo utilizado.

(5) Registros de los datos.

(6) Gráficos en un sistema de coordenadas XY de los tiempos de llegada, la amplitud y la velocidad con respecto a la profundidad.

(7) Interpretación, análisis y resultados.

Se debe determinar la reducción de la velocidad comparando las velocidades alcanzadas en los pilotes preexcavados con las velocidades en los cilindros construidos a partir del mismo concreto y de la misma edad del pilote colado en sitio.

Cuando las reducciones de la velocidad son mayores que el 20 %, se debe procesar la información y se debe construir secciones transversales en dos dimensiones de fácil compresión de la sección entre los tubos e imágenes tridimensionales volumétricas para todo el pilote. Las secciones transversales deben ser imágenes

tomográficas, las cuales muestran la variación de la velocidad a lo largo del pilote mediante un código de color. Se debe identificar la ubicación y la geometría de las zonas defectuosas (aquellas en las cuales las reducciones de la velocidad son mayores que el 20 %) en imágenes tridimensionales a color y se debe proveer un análisis detallada de cada una.

#### **565.09 Aceptación.**

Se evaluará el material del lodo mineral de acuerdo con la Subsecciones 107.02 y 107.03.

Se evaluará el concreto según la Sección 552. El concreto colocado con tolva o bombeado se debe muestrear en el punto de descarga de la tolva o en la tolva de la bomba de concreto.

El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo con la Sección 554.

La construcción de los pilotes preexcavados y colados en sitio se evaluará de acuerdo con la Subsección 107.02, 107.03 y 107.04 de la siguiente manera:

(a) Los pilotes colados con reducciones de la velocidad que no exceden el 20 % son aceptables.

(b) Cuando las reducciones de la velocidad son mayores que el 20 %, se debe entregar imágenes adicionales y demás información requerida en la Subsección 565.08 (b) para permitir una evaluación más detallada del pilote. Cuando sea requerido por el inspector oficial, se deben perforar por lo menos dos núcleos para captar el efecto representado en las imágenes, y se deben obtener muestras de los núcleos de estas áreas dudosas. El inspector oficial evaluará los datos del ensayo de registros sísmicos cruzados, los datos de las imágenes y la información de los núcleos y determinará la presencia de defectos importantes.

Si se determina que un pilote tiene defectos importantes, se debe presentar un plan de acuerdo con la Subsección 107.01 para extraer y reemplazar, corregir o modificar el trabajo. Las modificaciones propuestas para los pilotes preexcavados y colados en sitio deben estar diseñadas y firmadas por un ingeniero autorizado. Se deben incluir planos firmados por un ingeniero autorizado para todos los elementos de la fundación afectados. No se debe iniciar el trabajo de reparación hasta que el inspector oficial haya aprobado el plan.

#### **565.10 Medición.**

Se deben medir los ítems de la Sección 565 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 110.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Se deben medir los pilotes preexcavados y colados en sitio desde el plano de elevación superior hasta la elevación aprobada de la punta. No se medirán las secciones del pilote que se extienden a una mayor profundidad que la aprobada.

No se debe medir el concreto o el acero de refuerzo.

Los pilotes de prueba preexcavados y colados en sitio que se han determinado como satisfactorios, se deben medir desde la elevación aprobada de la punta hasta la superficie del terreno. La medida se realiza en el centro del pilote.

#### **565.11 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago listados en el programa de licitación en la Sección 565, a excepción del precio unitario del contrato para los pilotes preexcavados, el cual se ajustará de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 110.05.

El pago de los pilotes preexcavados y colados en sitio se hará según el precio determinado, al multiplicar el precio unitario de la oferta por el factor de pago de la resistencia a la compresión.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.565.01</b> Pilotes colocados en sitio (descripción)	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.565.02</b> Pilotes de prueba colado en sitio (descripción)	Unidad (Und)
<b>CR.565.03</b> Campana	Unidad (Und)

## **Sección 566.) CONCRETO LANZADO**

### **566.01 Descripción**

Este trabajo se ocupa de la construcción de una o más capas de concreto lanzado sobre una superficie preparada.

La granulometría del agregado para el concreto lanzado está establecida en la Tabla 703-19.

Material

### **566.02 Conforme con las Subsecciones siguientes:**

Aditivo para aire entrappedo (solamente en mezcla húmeda)	711.02
Aditivos químicos (solamente en mezcla húmeda)	711.03
Agentes colorantes del concreto	711.05
Material para curado	711.01
Cemento hidráulico	701.01
Colorantes penetrantes	708.05
Puzolanas	725.04
Acero de refuerzo	709.01
Agregado para el concreto lanzado	703.18
Agua	725.01(a)

### **Requisitos para la Construcción**

### **566.03 Composición (Diseño de mezcla para el concreto lanzado).**

Diseñar y producir mezclas para el concreto lanzado de conformidad con la Tabla 566-1. Las mezclas de concreto lanzado deberán estar conformes con las especificaciones ACI siguientes:

- ACI 506R Guía para el concreto lanzado;
- ACI 506.1 Reporte del estado del arte en concreto lanzado reforzado con fibra;
- ACI 506.2 Especificaciones para la proporción y aplicación de concreto lanzado.

Verificar el diseño de la mezcla con mezclas de ensayo preparadas con agregados de la misma fuente propuesta. Someter lo siguiente para aceptación al menos 36 días antes de colocar el concreto lanzado.

- (a) Diseño propuesto para el concreto lanzado con las proporciones de la mezcla. Incluir la dosificación y el tipo de cualquier aditivo con el diseño de mezcla propuesto.

Tabla 566-1

**Composición del Concreto Lanzado**

<b>Tipo de procedimiento del concreto lanzado</b>	<b>Contenido Mínimo de Cemento (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Máxima relación A/C</b>	<b>Rango del Aire Entrapado %</b>	<b>Resistencia Mínima a 28 días (MPa)</b>
<b>Húmedo</b>	325	0,55	NA	28
<b>Seco</b>	325	0,50	NA	28
<b>Húmedo (AE)</b>	325	0,45	5 mín.	28
<b>Seco (AE)</b>	325	0,45	5 mín.	28

(b) Muestras representativas del material para el concreto lanzado, si son pedidas por el Contratante. Resultados de los ensayos al concreto lanzado previos a la construcción.

(c) Método propuesto para la aplicación del concreto lanzado.

(d) Cualquier otra información necesaria para verificar el cumplimiento con ACI 506.2.

(e) Certificaciones de los materiales para el concreto lanzado.

(f) Muestras de la fibra, si va a ser usada.

(g) Descripción del equipo propuesto para el mezclado y la aplicación del concreto lanzado. Incluir las instrucciones del fabricante, recomendaciones, literatura, desempeño y datos de ensayos. En adición, para comprobar que el equipo cumple con los requisitos de ACI 506, suministrar lo siguiente:

(1) Sistema de suministro de agua. Para mezcla seca, suministrar un sitio de trabajo con un tanque de almacenamiento de agua. Proveer una bomba de desplazamiento con una válvula reguladora que sea controlada con precisión para suministrar agua a la presión y cantidad requeridas.

(2) Mezclado. Usar equipo capaz de manejar y aplicar el concreto lanzado conteniendo el máximo tamaño de agregado y los aditivos especificados. Suministrar una manguera de aire y una boquilla para soplado a efecto de quitar el polvo y limpiar durante la aplicación del concreto lanzado.

(h) Calificación. Demostrar satisfactoriamente haber realizado completos por lo menos tres (3) proyectos comparables. Proveer un capataz con experiencia en construcción con concreto lanzado por lo menos en cinco (5) proyectos comparables. Con al menos 30 días de anticipación al inicio del trabajo con concreto lanzado, comunicar los nombres del capataz y del operador de la boquilla asignados al proyecto y remitir para aprobación un resumen de la experiencia individual de cada uno de ellos.

#### **566.04 Aditivos Estabilizantes de la Hidratación.**

Cuando se usen aditivos estabilizantes de la hidratación para extender el tiempo de entrega permisible para el concreto lanzado, incluir los aditivos al momento de diseñar la mezcla. La dosis base es el tiempo requerido para retrasar el fraguado inicial del concreto lanzado, incluyendo el tiempo de entrega y el de descarga en la obra. Incluir el tiempo límite de descarga de diseño en la dosificación sometida a aprobación. El tiempo máximo permisible de descarga es de 3,5 horas.

Usar en el sitio de descarga un activador de hidratación, compatible y aprobado, para asegurar la colocación y ensayo propios de la mezcla.

Determinar la dosis requerida para estabilizar el concreto lanzado, usando el material empleado en la

obra y mezclas de prueba en el campo. El aditivo para extender la fragua inicial deberá controlar la hidratación de todos los minerales del cemento y de la cal.

Cuando sea requerido, el fabricante de la mezcla deberá proveer los servicios de una persona calificada para asistir en el establecimiento de la dosis apropiada de aditivo para extender el tiempo de fragua y dosificar los ajustes requeridos para satisfacer los cambios en la obra debidos a las condiciones del sitio.

#### **566.05 Ensayos previos a la construcción.**

Llevar a cabo pruebas de campo del concreto lanzado previo a la construcción, antes de comenzar la producción de este material.

(a) Pruebas de campo. Construir con tableros de madera formaletas para prueba de 600 mm por 600 mm por 150 mm. Poner a cada uno de los operadores de las boquillas propuestos a producir un panel de concreto lanzado en dos formaletas de madera verticales. Curar estos paneles de prueba de acuerdo con AASHTO T 23, excepto que no se sumergirán en agua.

(b) Núcleos. Tomar seis núcleos de 75 milímetros de diámetro de cada uno de los paneles de prueba de acuerdo a AASHTO T 24. Acondicione (recorte) los extremos de los núcleos de acuerdo con AASHTO T 24 para hacerlos al menos de 75 milímetros de largo.

(c) Ensayos de resistencia a la compresión. Poner en remojo en agua los núcleos por 40 horas inmediatamente antes del ensayo. Pruebe tres núcleos de cada panel de ensayo cuatro días después de la prueba de campo y ensaye los tres núcleos remanentes 28 días después de la misma. Realizar los ensayos de acuerdo con AASHTO T 23.

(d) Aceptación de la mezcla de diseño. Someter los datos de los ensayos y la descripción visual de cada uno de los núcleos al Contratante para su aprobación. Incluir detalles concernientes a la presencia de vacíos, bolsas de arena, laminación, y otras deficiencias. La aceptación, del operador de la boquilla lanzadora y del diseño de mezcla, estará basada en las pruebas de campo realizadas antes de iniciar la construcción y en el resultado de los ensayos. La calidad visual de los núcleos no deberá ser menor que el grado 2, de acuerdo con los requerimientos de calificación de concreto lanzado establecida en ACI 506.2.

Presentar los reportes de campo de control de calidad dentro de los dos días laborables luego de realizados los ensayos. Incluir en los reportes la siguiente información:

- Identificación de la muestra incluyendo el diseño de mezcla, el número de ensayo y su ubicación en el panel de prueba.
- Fecha y hora de preparación de la muestra, incluyendo condiciones de curado y dimensiones de la muestra.
- Fecha, hora y tipo de ensayo.
- Resultados completos del ensayo, incluyendo datos de carga y deformación durante el mismo, croquis de la muestra antes y después del ensayo y cualquier incidencia inusual observada.
- Nombre y firma de la persona que realice el ensayo.
- Ubicación del acero de refuerzo, si se usó, cubierto por el concreto lanzado.
- Nombre del operador de la boquilla de aplicación.

#### **566.06 Construcción con concreto lanzado.**

Aplicar el concreto lanzado de acuerdo con ACI 506R y lo siguiente:

(a) Preparación de la superficie. Remover el compuesto de curado en el concreto lanzado previamente, colocado en las superficies a tratar, mediante chorros de arena a presión (sandblasteado). Instalar medidores de profundidad aprobados para indicar el espesor de las capas de concreto lanzado. Instalar estos medidores de profundidad en cuadros de 2 metros, longitudinal y transversalmente, con no menos de dos medidores por



incremento del área superficial que va a recibir el concreto lanzado. Humedecer todas las superficies.

(b) Temperatura y condiciones del clima. Mantener la temperatura de la mezcla de concreto entre 10 °C y 30 °C. Colocar el concreto lanzado cuando la temperatura de la superficie y del ambiente es al menos de 5 °C y está en alza. No llevar a cabo operaciones de concreto lanzado durante viento fuerte y lluvia severa.

(c) Aplicación del concreto lanzado. Usar el mismo operario de la boquilla de aplicación que haya producido paneles de prueba aceptables.

(1) Aplicar el concreto lanzado dentro de los 45 minutos de añadir el cemento a la mezcla.

(2) Limitar el espesor de la capa de cada aplicación de concreto lanzado a 50 milímetros. Aplicaciones más gruesas pueden ser aprobadas si el Contratista puede demostrar que no ocurren desprendimientos o escurrimientos. Si es requerido espesor adicional, escobillar o escarificar la superficie aplicada y permitir que la capa endurezca. Mojar la superficie antes de aplicar una capa adicional.

(3) Remover lechadas, material suelto y excesos. Remueva prontamente cualquier exceso del área de trabajo.

(4) Reduzca el espesor de la mezcla en las juntas de construcción hasta lograr un borde fino en una longitud de al menos 300 mm. Moje la superficie de la junta antes de colocar concreto lanzado adicional en la junta. No use juntas de construcción cuadradas.

(5) Acabar el concreto lanzado según sea especificado.

#### **566.07 Curado del concreto lanzado.**

Curar la superficie de acuerdo con la Subsección 552.15. Para superficies de concreto lanzado intermedias o si se requiere una superficie final con acabada o coloreado, curar el concreto lanzado de acuerdo con la Subsección 552.15 (b). Si no se requiere una superficie acabada o coloreada, aplicar un compuesto de curado en la superficie final expuesta del concreto lanzado, de acuerdo con la Subsección 552.15(c). Mantener el concreto lanzado a una temperatura sobre 5 °C hasta que el concreto lanzado haya alcanzado una resistencia a la compresión no menor a 5,2 megapascuales.

#### **566.08 Reporte de Producción.**

Preparar y remitir en cada turno de trabajo, dentro de las 24 horas de la producción y aplicación de concreto lanzado, un informe escrito. Incluir la siguiente información en el informe:

(a) Cantidad y ubicación del concreto lanzado aplicado, incluyendo croquis de las áreas donde fue colocado el material.

(b) Observaciones de sucesos o problemas de operación en el equipo, aplicación, condición final del producto y cualquier otro hecho relevante ocurrido durante la producción y aplicación.

(c) Número de tandas, si es aplicable.

(d) Nombre del operador de la boquilla de aplicación.

(e) Nombre y firma de la persona que hace el informe.

#### **566.09 Aceptación.**

Ver Tabla 566-2 para los requerimientos de muestreo y ensayo y las cualidades características para la aceptación.

Los materiales para el concreto lanzado serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03. Suministrar un certificado de producción para el cemento hidráulico. El sistema de colocación del concreto lanzado será evaluado bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los aditivos para el contenido de aire y masa unitaria del concreto lanzado serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.04. La resistencia a la compresión será evaluada bajo la Subsección 107.05. Ver Tabla 566-1 para los límites especificados.

#### **566.10 Medición**

Medir los renglones de la Sección 566 listados en la oferta de acuerdo a la Subsección 109.02 y a lo siguiente según sea aplicable.

Medir el concreto lanzado en metros cúbicos colocados en el lugar.

#### **566.11 Pago**

Las cantidades aceptadas serán pagadas al precio del contrato por unidad de medida para los renglones de pago de la Sección 566 listados en el cartel de licitación excepto que el precio unitario de la oferta para el concreto lanzado será ajustado de acuerdo con la Subsección 107.05. El pago será la compensación total para el trabajo prescrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago para el concreto lanzado será hecho al precio determinado multiplicando el precio unitario de la oferta por el factor de pago de la resistencia a la compresión.

Tabla 566-2  
Requerimientos de muestreo y ensayo

Material o producto	Tipo de Aceptación (Subsección)	Característica	Categoría	Especificaciones de los métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Punto de muestreo	Muestra cuarteada	Hora de reporte
Calidad de la fuente de agregados (703.18)	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.049)	Calidad	---	AASHTO M 80	1 por tipo de material	Fuente del material	Sí	Antes de la producción
Composición del concreto lanzado (diseño de mezcla)	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.049)	Todos	---	Subsección 566.03	1 por diseño de mezcla	Fuente del material	Sí	Antes de la producción
Producción de agregados (fino y grueso)	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.049)	Graduación	---	AASHTO T 27 & T 11	1 por tipo de material	Flujo de agregados (tolva, banda transportadora de descarga o aplamiento)	Sí, cuando se solicite	Antes de la dosificación
		Modulo de finura	---	"	---	"	"	"
	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.049)	Masa unitaria	---	AASHTO T 121	1 por carga <sup>(1)</sup>	Camión mezclador o agitador <sup>(2)</sup>	---	Al completar las pruebas
	Medida y ensayada para comprobar conformidad (107.049)	Contenido de aire	---	AASHTO T 152 o T 96	"	"	---	"
Concreto lanzado	Estadística (107.05)	Resistencia a la compresión	II	AASHTO T 24	1 conjunto por 25 m <sup>3</sup> pero no menos de 1 por día	Producción de paneles de ensayo	Nota 4	Nota 3

(1) Ver Subsección 562.09 (b)(3).

(2) Muestreo de acuerdo con AASHTO T 141.

(3) Se deben preparar los paneles de prueba de producción según la Subsección 566.07 (a). Se debe obtener dos núcleos de 75 mm de diámetro de cada panel de acuerdo con AASHTO T 24. El resultado de una prueba de resistencia a la compresión es el resultado promedio de los dos núcleos de prueba de 75 mm extraídos del mismo panel de prueba ensayados de acuerdo con la norma AASHTO T 23 a los 28 días.

(4) Se deben enviar los núcleos al laboratorio designado para los ensayos.

## **Sección 567.) JUNTAS IMPERMEABILIZANTES DEL AGUA**

### **567.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en proveer e instalar elementos impermeabilizantes del agua, en juntas de expansión y juntas de construcción.

Estas juntas pueden ser de cobre, plástico o hule.

### **567.02 Materiales.**

Aparecen descritos en las siguientes Subsecciones:

Juntas impermeabilizantes de cobre	712.06
Juntas impermeabilizantes de hule	712.07
Juntas impermeabilizantes de plástico	712.08

### **Requerimientos para la construcción**

#### **567.03 Juntas impermeabilizantes de cobre.**

Se usan láminas de cobre del espesor, ancho y forma requeridos. Se soldarán las uniones para obtener una junta continua resistente al paso de agua.

#### **567.04 Juntas impermeabilizantes de hule.**

Antes de instalarlas se presentará para aprobación lo siguiente:

- (a) Información sobre la prueba de desempeño.
- (b) Muestra de un metro de largo, de cada tipo de junta impermeabilizante requerida.
- (c) Por lo menos una unión o empalme hecho en campo, si se van a usar empalmes.

Las juntas impermeabilizantes se moldearán con una sección transversal y un espesor uniformes.

Las conexiones especiales deben tener la moldura completa de la junta impermeabilizante. Se suministrarán secciones de unión, bien curadas, densas, sin porosidad, homogéneas, y libres de defectos.

Se construirán uniones de juntas impermeabilizantes, que sean densas y homogéneas a lo largo de toda la sección transversal. Las uniones resistentes al agua, vulcanizándolas o por medios mecánicos. Se construirán uniones de juntas impermeabilizantes, de tal manera que soporten un esfuerzo a la tensión de por lo menos el 50 por ciento del esfuerzo a la tensión reportado, del hule que se use en la junta impermeabilizante.

#### **567.05 Juntas impermeabilizantes plásticas.**

Antes de la instalación, se someterá a aprobación por lo menos una muestra de la unión de una junta impermeabilizante. Se calentarán las secciones de acuerdo a las instrucciones del fabricante, para sellarlas. Se construirán uniones de tal manera que tengan una resistencia a la tensión de por lo menos el 80 por ciento de la resistencia a la tensión reportada del plástico usado en la junta impermeabilizante.

#### **567.06 Colocación de juntas impermeabilizantes.**

Se colocarán y fijarán cuidadosamente las juntas impermeabilizantes. Se tomarán precauciones para evitar que las juntas impermeabilizantes sean desplazadas o dañadas durante las operaciones de construcción, u otras actividades. Se mantendrán todas las superficies de las juntas, libres de aceites, grasas, mortero seco o cualquier otro material extraño, hasta que queden embebidas en concreto. Se asegurará, que las secciones embebidas de la junta impermeabilizante, sean cubiertas completamente con un concreto denso.

**567.07 Aceptación.**

Los materiales de junta impermeabilizante deben ser evaluados según las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La instalación de las juntas impermeabilizantes es evaluada en base a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**567.08 Medición.**

Se miden las juntas impermeabilizantes por metro o por suma global.

**567.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios de contrato por unidad de medida, para los renglones de pago de la lista que se da a continuación y que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 110.05.)

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.567.01</b> Junta impermeabilizante ___ ancho	Metro lineal (m)
<b>CR.567.02</b> Junta impermeabilizante	Suma global (gbl)

**Sección 568.) PEGAMENTOS EN CONCRETO ESTRUCTURAL**

**568.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en reparar grietas en estructuras de concreto, inyectando pegamentos epóxicos a presión.

**569.02 Materiales.**

Se refieren a ellos las siguientes Subsecciones:

Resinas adhesivas epóxicas	725.21
Morteros de polímeros	725.22

**568.03 Preparación de la grieta.**

Se informará con anticipación de por lo menos 14 días el inicio del sello de grietas. Las áreas de trabajo serán identificadas y marcadas, en la ubicación de las grietas que serán reparadas.

Se removerá toda la suciedad, lechada, y otras impurezas, del interior y exterior de las grietas. Se aplicará a ellas un material de sello temporal de superficie. Se usará un material de sello superficial suficientemente duro y adherente para confinar el material epóxico inyectado, hasta que se cure.

Se deben hacer aberturas en la superficie del sello, a lo largo de las grietas. La distancia entre las aberturas debe ser, por lo menos, del espesor del miembro estructural que se está reparando.

Después de que el adhesivo inyectado se ha curado, se removerá el sello superficial y acabará la cara de la grieta y las aberturas, nivelándola con la cara adyacente.

**568.04 Procedimientos de inyección.**

Se iniciará la inyección con adherentes epóxicos, en la abertura inferior. Se continuará la inyección en la primera entrada hasta que el epóxico empiece a fluir en la siguiente abertura. Se tapaná la abertura primera, e inyectará epóxico en la segunda, hasta que éste salga por la siguiente abertura superior. Se continuará esta secuencia, hasta que la grieta entera haya sido llenada. Se usará un material epóxico de dos componentes y se

mantendrá la relación de mezcla, de acuerdo a la recomendación del fabricante, con una tolerancia del 5 por ciento por volumen, en cualquier presión de descarga que no exceda 1,4 megapascales. No se usarán solventes para diluir el epóxico.

Se usará equipo de desplazamiento lineal, para medir, mezclar e inyectar el epóxico a presiones que no excedan de 1,4 megapascales.

(a) Prueba de la relación adecuada. Se realizará esta prueba para cada unidad de inyección, al inicio y al final de cada día en que la unidad es usada. Se desconectará de la cabeza de mezcla del equipo de inyección y se bombearán los 2 componentes del adhesivo, por medio de un accesorio de verificación de la relación, con 2 boquillas y válvulas independientes, capaces de controlar la razón de flujo y presión de cierre, abriendo y cerrando las válvulas en el accesorio de cierre. Se usará un medidor de presión capaz de medir la presión de cierre, detrás de cada válvula, para ajustar la presión de descarga a 1,4 Megapascales, para los dos componentes epóxicos. Simultáneamente, se descargarán ambos componentes epóxicos en recipientes calibrados separados. Se compararán las cantidades descargadas para determinar la relación de la mezcla.

(b) Prueba para la presión de cierre. Se realizará esta prueba para cada unidad de inyección, al inicio y al final de cada día en que la unidad es usada.

Se desconectará la cabeza de mezcla del equipo de inyección, y se unirán las líneas de salida de los dos componentes del adhesivo a un dispositivo de presión de cierre con 2 válvulas, con boquillas capaces de controlar la relación del flujo y la presión, abriendo y cerrando las válvulas. Se usará un medidor de presión capaz de medir la presión cuando sube detrás de la válvula, debido al cierre de ésta. Se cerrarán las válvulas en el accesorio de presión de cierre y se operará el equipo hasta que en el medidor de presión, en cada línea, se lea 1,4 Megapascales. Cuando las bombas se detengan, la presión no debe caer bajo 1,3 Megapascales, en los 3 minutos siguientes.

(c) Registros. Se mantendrán disponibles registros precisos y completos de las pruebas de relación de los componentes y de la presión. Pueden ser requeridas pruebas adicionales de relaciones de los componentes y de presión.

#### **568.05 Núcleos.**

Se sacará un núcleo de 50 milímetros de diámetro, de acuerdo a AASTHO T 24, cada 15 metros de grieta reparada, en las ubicaciones designadas. La reparación de grietas es aceptable si la muestra del núcleo indica que un 90 % o más de grieta ha sido reparada satisfactoriamente.

Cuando un núcleo de prueba muestre que el pegamento epóxico ha penetrado en menos del 90 % del volumen de la grieta, se rehará ese segmento de 15 metros de grieta, o el segmento representado por el núcleo, y se perforará nuevamente un núcleo de prueba. Se repetirá este procedimiento hasta que la reparación de la grieta sea aceptable.

Se rellenarán todos los agujeros de los núcleos de prueba con un mortero de polímero y se acabará la superficie a nivel con el concreto adyacente.

#### **568.06 Aceptación.**

Los materiales para adherir concreto estructural, son evaluados en las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El trabajo de adherir concreto estructural se evalúa en las Subsecciones 107.02 y 107.04. (Ver Tabla 568-1 para los requisitos de muestreo y pruebas). La reparación de grietas se evalúa de acuerdo a la Subsección 568.05.

#### **568.07 Medición.**

Se medirá la reparación de las grietas por metro o por suma global.

Se medirá el concreto estructural adherido, por metro, por litro, o por suma global.

Cuando la medida es por metro, se medirá la longitud de grieta superficial aceptablemente reparada.

Cuando la medida es por litro, se medirá el número de litros de material adherente inyectado en las grietas marcadas, que hayan sido aceptablemente reparadas.

**568.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios de contrato por unidad de medida, de acuerdo con los renglones de pago de los listados descritos en seguida y que se muestran en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.568.01</b> Adherente para concreto estructural	Metro lineal (m)
<b>CR.568.02</b> Adherente para concreto estructural	Litro (l)
<b>CR.568.03</b> Adherente para concreto estructural	Suma global (gbl)
<b>CR.568.04</b> Preparación de grieta	Metro lineal (m)
<b>CR.568.05</b> Preparación de grieta	Suma global (gbl)

*Tabla 568-1*

**Muestreo y Prueba**

Materiales o productos	Propiedades o caract.	Métodos de prueba o especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Concreto reparado	Núcleo de prueba de 50 mm de diámetro	AASHTO T 24	1 por cada 15 metros de grieta reparada	Grieta reparada

**Sección 569.) ENCOFRADOS Y ANDAMIAJE**

**569.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el diseño, construcción y remoción de encofrados y andamiaje para soporte temporal del concreto, vigas y otros elementos estructurales, hasta que la estructura se pueda autosoportar. Requerimientos para la construcción

**569.02 Planos.**

Cuando no se muestran los detalles completos de los encofrados y andamios, se prepararán y presentarán planos al Contratante, de acuerdo con la Subsección 104.03. Los planos y otros documentos mostrarán lo siguiente, según sea aplicable.

(a) Detalles para construir, en forma segura y adecuada, encofrados y andamios que provean la rigidez necesaria, soporten las cargas impuestas, y logren el alineamiento y pendientes requeridos por la estructura. (Ver Subsección 569.03 para las cargas de diseño, Subsección 569.04 para esfuerzos de diseño, cargas y deflexiones y Subsección 569.05 para piezas prefabricadas).

(b) Deben mostrar las cargas máximas aplicadas a las fundaciones que soportarán los encofrados. Se incluirá el drenaje, o se describirá cómo se protegerán las fundaciones contra la saturación, corrosión, y/o socavación. (Ver Subsección 569.06).

(c) Descripciones con detalle, de todos los materiales propuestos. Se describirán todos los materiales

que no tengan una nomenclatura común (como especificaciones AASTHO o ASTM) basándose en las pruebas del fabricante y en cargas recomendadas. Se evaluarán los materiales de andamios, y se asegurará que las condiciones físicas de los materiales pueden soportar las cargas supuestas en el diseño.

(d) Cálculos del diseño y especificaciones de materiales, que muestren que el sistema propuesto, soportará las presiones y cargas impuestas por el concreto, y otros elementos. Se proveerá la descripción de la operación propuesta de colocación del concreto, una lista del equipo, mano de obra y procedimientos que serán usados durante cada operación. Se incluirá un diagrama que muestre la secuencia de colocación del concreto y la ubicación de las juntas de construcción.

(e) La memoria de cálculo del diseño del andamiaje propuesto en el caso de puentes. Un profesional, debidamente registrado en diseño estructural, debe diseñar y firmar los planos. En los cálculos del diseño del encofrado, deben mostrarse los esfuerzos y las deflexiones en los elementos de soporte.

(f) Asentamientos o deflexiones totales previstas, de los encofrados y andamios. Se incluirá el asentamiento en las bases de los andamios. El asentamiento previsto no debe exceder de 25 mm. Se diseñará y detallará el encofrado de soporte de las losas, voladizos y vigas de los puentes, en tal forma que asegure que no habrá asentamientos diferenciales, en las vigas y encofrados de las losas, durante la colocación del concreto. Se diseñarán y construirán los encofrados con niveles que tomen en cuenta los asentamientos durante la colocación del concreto y la contraflecha o deflexión requerida para compensar la deflexión que producirá en los diferentes elementos, durante la construcción.

(g) Los sistemas de soporte de los encofrados prefabricados (paneles), que soportarán las cubiertas de la losa, y los voladizos de las vigas de los puentes.

(h) Los detalles del refuerzo y la protección de los encofrados adyacentes a carreteras y ferrocarriles, durante cada fase de la erección y remoción. (Ver Subsección 569.07).

(i) Procedimientos propuestos de erección del acero, con cálculo detallado, mostrando que la geometría de las vigas es adecuada. (Ver Subsección 569.08).

(j) Detalles del anclaje propuesto, apuntalamiento, atiesadores y separadores para los encofrados. (Ver subsección 569.10 para encofrados).

(k) Dibujos separados del andamiaje para cada estructura, excepto para estructuras idénticas, en que se mostrará el andamiaje típico y sus detalles. No se iniciará la construcción de ninguna unidad de encofrado hasta que los planos para esa unidad hayan sido revisados y aprobados.

### **569.03 Cargas de diseño.**

(a) Cargas verticales de diseño. Las cargas muertas, incluyen peso del concreto, acero de refuerzo, encofrados y andamiaje. Se considerará la superestructura entera como una masa de concreto fluido, sin ninguna posibilidad de soportarse por sí mismo. Si el concreto va a ser postensado se diseñará el andamiaje para soportar cualquier incremento de cargas causado por los esfuerzos de postensión.

Se supondrá la densidad del concreto, acero de refuerzo y encofrados en no menos de 2600 kilogramos por metro cúbico para concreto normal, y en no menos de 2100 kilogramos por metro cúbico para concreto liviano.

Se considerarán las cargas vivas del equipo que será soportado por el andamiaje, como cargas concentradas en el punto de contacto, más una carga uniforme de no menos de 1000 pascales, aplicados sobre el área soportada, más 1100 newtons por metro, aplicados en el borde exterior del voladizo del andamiaje.

La carga total vertical de diseño para el andamiaje es la suma de las cargas verticales muerta y viva. Se usará una carga total vertical de diseño no menor de 4800 pascales.

(b) Cargas horizontales de diseño. Se usará una carga horizontal supuesta, en las torres de andamios, marcos y otras estructuras de andamios para verificar la estabilidad lateral. Esa carga horizontal es la suma de la carga horizontal real del equipo, secuencia de construcción y otras causas y una provisión para el viento. Sin embargo, en ningún caso, la carga horizontal supuesta debe ser menor, del 2 % de la carga muerta total soportada



en el sitio considerado.

La provisión mínima para el viento, para cada puntal de trabajo pesado, que tenga una capacidad de carga vertical que exceda los 130 kilonewtons por pata, es la suma de los productos del área de impacto del viento, factor de forma y valor de presión de viento aplicable para cada altura, en una zona determinada. El área de impacto del viento, es el área total proyectada de todos los elementos sobre la cara de la torre normal al viento aplicado. Se supondrá un factor de forma para puntales de trabajo pesado como 2,2. Se determinará la presión de viento de acuerdo con la Tabla 569.-1.

La carga mínima de viento permitida para todos los otros tipos de andamios, incluyendo andamios soportados sobre puntales para trabajo pesado, es la suma de los productos del área de impacto y el valor de la presión de viento aplicable, para cada altura, en una zona determinada. Se usarán las presiones de viento de diseño de la Tabla 569-2.

Se diseñarán los andamios en tal forma que tengan suficiente rigidez para resistir las cargas horizontales supuestas, sin la carga muerta vertical. Se despreciarán los efectos de resistencia por fricción.

Tabla 569-1

**Presión de viento de diseño - Puntales de acero para trabajo pesado**

Altura de la zona sobre el suelo (metros)	Valor de presión de viento - Pa	
	Adyacente al tráfico	En otros sitios
0	960	720
9 - 15	1200	960
15 - 30	1450	1200
sobre 30	1675	1450

Tabla 569-2

**Presión de viento de diseño - Otros tipos de andamios**

Altura de la zona sobre el suelo (metros)	Valor de presión de viento - Pa	
	Para miembros sobre y adyacentes al tráfico	En otros sitios
0	320 Q	240 Q
9 - 15	400 Q	320 Q
15 - 30	480 Q	400 Q
sobre 30	560 Q	480 Q

Nota:  $Q = 0,3 + 0,2 W$ , pero no más de 3. W es el ancho del sistema de andamiaje en metros, medido en la dirección de la fuerza del viento que se considera.

(c) Presión lateral del fluido. Para concreto con aditivos retardadores, cenizas, u otros sustitutos puzolánicos para el cemento, se diseñarán los encofrados, los separadores, rigidizadores, y amarras para soportar la presión lateral, basándose en un concreto con densidad de 2400 kilogramos por metro cúbico. Para concreto que no contiene puzolanas o aditivos que afecten el tiempo de fragua inicial, se determinará la presión lateral del fluido basada en la temperatura y la razón de colocación de acuerdo al ACI estándar 347R, Guide for Formwork for Concrete.

#### 569.04 Esfuerzos de diseño, cargas y deflexiones.

El máximo esfuerzo de diseño y las cargas descritas en esta sección, están basados en el uso de materiales de alta calidad, sin daño alguno. Si se usara materiales de inferior calidad, se reducirán los esfuerzos permitidos y las cargas. No se excederán los esfuerzos y las cargas máximas, ni las deflexiones en el diseño de andamios.

(a) Madera.

Esfuerzo de compresión perpendicular al grano = 3100 kilopascales

Esfuerzo de compresión paralelo al grano (1) =  $3309 / (L/d)^2$  megapascales

Nota: (1) no exceda 11 megapascales

Donde:

L = Longitud sin soporte

D= La menor dimensión de una columna rectangular o cuadrada equivalente a una sección de una columna circular.

Esfuerzo de flexión = 12,4 megapascales

Nota: reducir a 10 megapascales, para miembros con un peralte nominal de 200 milímetros o menos.

Cortante horizontal = 1300 kilopascales

Tensión axial = 8,3 megapascales

Deflexión debido al peso del concreto no debe exceder 1/ 500 del claro de la pieza, si la deflexión es compensada por tirantes.

Módulo de elasticidad ( E ) para la madera = 11,7 gigapascales

Máxima carga axial para pilotes de madera = 400 kilonewtons

Diseñe las conexiones de madera de acuerdo a los esfuerzos y cargas permitidas por el National Design Specification for Wood Construction, publicado por el National Forest Products Association excepto:

(1) No aplican las reducciones permisibles requeridas, por condiciones de alta humedad y condiciones de servicio en la madera.

(2) Use el 75 por ciento de los valores de diseño tabulados, para pernos usados en conexión de dos miembros.

(b) Acero. Para grados de acero identificados, no se excederán los esfuerzos máximos de diseño especificados en el Manual of Steel Construction Publicado por AISC.

Cuando el grado de acero no se pueda identificar positivamente no se excederán los esfuerzos de diseño especificados en el Manual de la AISC para acero ASTM A 36M. o los siguientes valores:

- Tensión axial y flexión = 150 megapascales

- Compresión axial =  $110\ 000 - 2,6 (L/r)^2$  kilopascales.

Nota: L/r no debe exceder 120.

Cortante en la sección transversal del alma, de figuras de molino = 100 megapascales.

- Desgarramiento del alma para figuras de molino = 185 megapascales.

Para ningún grado de acero, se excederán los siguientes esfuerzos y deflexiones de diseño:

-Compresión, flexión(1) =  $82750$  megapascales

$Ld / b$

Nota: (1) No se excederán 150 megapascales para acero sin identificación, o acero que cumpla con ASTM A 36. No se excederán 0,6 Fy para aceros identificados.

En la expresión anterior:

L = Longitud sin soporte o arriostre.

d= Dimensión menor de una columna cuadrada o rectangular o el ancho del cuadrado de un área de sección transversal equivalente para columnas redondas o peralte de vigas.

$b$  = ancho del ala en compresión.

$t$  = Espesor del ala en compresión.

$r$  = Radio de giro de la pieza.

$F_y$  = Mínimo esfuerzo de fluencia especificado para el grado de acero usado.

- La deflexión debida al peso del concreto no debe exceder 1/500 de la luz, aunque la deflexión sea compensada por la contraflecha propuesta.

- El módulo de elasticidad ( $E$ ) para acero es de 210 gigapascales

(c) Otros requisitos. Se limitarán los claros de andamios que soportan vigas -T de puentes, a 4,3 metros más 8,5 veces el peralte total de la viga-T.

#### **569.05 Accesorios de ensamblaje.**

Para los gatos mecánicos, puntales, columnas viguetas y otros accesorios prefabricados, no se excederán las recomendaciones del fabricante, o el 40 por ciento de la capacidad última de carga del ensamblaje, basado en las pruebas del fabricante, o pruebas adicionales que hayan sido ordenadas. El límite de la deflexión, de carga muerta máxima de las viguetas es de 1/500 de su luz.

Se proveerán catálogos o información equivalente que muestre las recomendaciones del fabricante, o se realizarán pruebas, según sea necesario, para demostrar lo adecuado que es cualquier accesorio propuesto para ser usado.

#### **569.06 Fundaciones para el andamiaje.**

Se verificarán en campo todos los niveles de la fundación propuesta en su sitio, antes de diseñar.

Cuando se usen fundaciones distribuidas, se determinará la capacidad de soporte del suelo. La capacidad máxima de soporte para un material de fundación, que no sea roca, es 190 kilopascales.

No se colocará la esquina de una fundación a menos de 300 mm del hombro del talud, ni a menos de 1,2 metros de excavaciones, a menos que sea soportada adecuadamente.

Cuando se use una fundación de pilotes, debe estar de acuerdo a la Sección 551.

Se protegerá la fundación contra efectos adversos, durante su uso. Se informarán al Contratante las acciones que tomarán, para proteger la fundación.

#### **569.07 Andamiaje sobre o adyacente a carreteras y ferrocarriles.**

Se diseñarán y construirán los andamios protegidos contra impactos de vehículos.

Se proveerán accesorios adicionales para asegurar que los andamios permanecerán estables, si están sujetos al impacto de vehículos. Se usarán cargas de diseño vertical para los andamios, postes, columnas y torres (no para las fundaciones) que sean mayores o iguales que las siguientes:

(a) 150 % de la carga de diseño calculada de acuerdo a la Subsección 562.03, pero que no incluya ningún incremento o reajuste de cargas, causado por los esfuerzos de postensión.

(b) El incremento o reajuste de las cargas producidas por los esfuerzos de postensión.

Se instalarán barreras temporales de tráfico antes de erigir las torres de andamios o columnas adyacentes a una carretera en operación. Se localizarán las barreras en tal forma que las fundaciones de los andamios o pilotes, estén a por lo menos 75 milímetros, de las barreras de concreto para el tráfico, y todos los otros miembros del andamiaje, a no menos de 300 mm libres. No se removerán las barreras hasta que su retiro sea aprobado.

#### **569.08 Andamiaje para estructuras de acero.**

(a) Se usarán cargas de diseño que consistan en los pesos del acero estructural, la carga del equipo de erección y todas las otras cargas soportadas por los andamios.

(b) Se diseñarán los andamios y encofrados para el concreto soportado en estructuras de acero, en

tal forma que las cargas que se aplican al alma de la viga, caigan dentro de los 150 mm del ala de la viga o el atiesador. Se distribuirán las cargas de tal manera, que no produzcan distorsión local en el alma. No se usarán encofrados en voladizo para la losa, que requiera de agujeros taladrados en las almas de las vigas.

(c) Se colocarán puntales y separadores rigidizadores que soporten las vigas exteriores del andamiaje de las losas en voladizo, a las vigas interiores para prevenir, distorsión y sobreesfuerzos del alma de la viga exterior.

(d) No se aplicarán cargas a las estructuras existentes, nuevas, o parcialmente construidas, que excedan la capacidad soportante, de cualquier parte de la estructura, de acuerdo al factor de carga del método de diseño del AASTHO Bridge Design Specifications usando las cargas del grupo IB.

(e) Se construirán andamios de soporte de acuerdo al método propuesto de erección, sin sobrecargar el acero estructural, y produciendo una estructura con la geometría final pedida y la continuidad solicitada.

#### **569.09 Construcción de andamiajes.**

Se construirán andamios de acuerdo a los planos presentados y aprobados.

Cuando se requiera soldadura, se presentará la certificación como soldador, para cada operario de acuerdo a la Subsección 555.18.

Se dejarán contraflechas en los andamios para compensar su deflexión y la deflexión prevista de la estructura. Las contraflechas mostradas en los planos o especificadas por el Contratante se aplican solamente a la deflexión prevista de la estructura.

Se colocarán indicadores del movimiento en el encofrado de concreto, y en lugares estratégicos, en tal forma que permitan, desde tierra, determinar el asentamiento total de la estructura, durante la colocación del concreto.

No se aplicarán cargas muertas sin autorización, a otros tipos de andamios que no sean encofrados de acero.

Se detendrá la colocación del concreto y se tomarán las acciones correctivas, si se presentan imprevistos, incluyendo asentamientos, que causen desviación en los andamios de más de 10 milímetros que lo mostrado en los planos. Si no se toman acciones correctivas satisfactorias antes del fraguado inicial, se removerá todo el concreto inaceptable.

#### **569.10 Encofrados.**

Para superficies expuestas de concreto se usará madera terciada clase I para exteriores, o cualquier otro material que deje una superficie lisa y uniforme. Se usarán tableros de encofrado o paneles que estén en buena condición, sin defectos en la superficie expuesta. Si se usan tableros de encofrado que no sean de madera terciada, deben tener condiciones de trabajo igual o mejor al material especificado.

Se proveerán y colocarán los tableros de encofrado de las superficies expuestas, en anchos y altos uniformes, previa aceptación del Contratante.

Se colocarán los tableros de encofrado en forma simétrica respecto a las líneas o esquinas de la estructura. Se colocarán tableros para superficies verticales con la dimensión mayor en posición vertical y con sus juntas niveladas y continuas.

(a) Encofrados de losas permanentes. Se pueden usar encofrados permanentes solamente cuando el contrato lo permite.

Los encofrados permanentes de losas de puente y soportes, se fabricarán de acuerdo a ASTM A 653 M, designación de acabado 2600, en cualquier graduación, excepto la 340, clase 3.

Se instalarán los encofrados de acuerdo a los planos aceptados de fabricación y erección. No se soldará ningún soporte a las alas del acero que se considere que no deben soldarse, o a las partes del ala que están sujetas a esfuerzos de tensión.

(b) Encofrados sin uso. Se almacenarán los encofrados en un sitio seco, para evitar deformaciones. Se

asegurarán los encofrados, usando anclajes y atiesadores que dejen un mínimo de metal o cualquier otro material de soporte expuesto en el fondo de la losa acabada.

Se impermeabilizará la superficie exterior del encofrado. Se sellarán los extremos del encofrado en forma que el mortero no escape. Se usará relleno de hule premoldeado, de 6 milímetros de espesor, como junta alrededor del perímetro de la pieza, para permitir expansión.

(c) Encofrados metálicos. Las especificaciones del encofrado relativas al diseño, sello para mortero, ajuste de esquinas, arriostre, alineamiento, remoción, reutilización y desmoldantes, también se aplican a encofrados metálicos.

#### **569.11 Remoción de encofrados y andamios.**

Se removerán todos los encofrados, excepto lo que sigue:

(a) Pisos interiores de encofrado de vigas de losas o vigas cajón coladas en sitio.

(b) Encofrados de la parte interna de áreas vacías en el interior de miembros prefabricados.

(c) Encofrados en bastiones o pilas, cuando no hay acceso permanente dentro de las celdas o áreas vacías.

Los encofrados que no soportan la carga muerta de piezas de concreto y encofrados para barandas y barreras, pueden ser quitadas 24 horas después de que el concreto ha sido colado. Se protegerán las superficies de concreto expuesto a daños. Se curarán todas las superficies expuestas de concreto de acuerdo a la Sección 569, si los encofrados son removidos antes de 7 días después de la colocación del concreto.

No se removerán los encofrados y andamios hasta que los requisitos de resistencia y tiempo de la Tabla 569-3 se hayan alcanzado.

Se removerán los andamios de puentes de arco en forma uniforme y gradual. Se iniciará la remoción en la corona y se trabajará hacia la línea de arranque. Se quitarán los andamios de los arcos adyacentes en forma simultánea.

No se removerán los andamios de porciones post-tensadas de estructuras hasta que el acero de postensión, haya sido tensado.

No se removerán los andamios que soportan la losa de una estructura rígida, excluyendo alcantarillas de cuadro, hasta que el material de relleno haya sido colocado y compactado contra las patas verticales del marco.

**Criterio de soporte mínimo para remoción de encofrados.**

<b>Elemento estructural</b>	<b>Porcentaje de la resistencia especificada a los 28 días (<math>f'_c</math>)</b>	<b>Mínimo número de días desde la última colada</b>
a. Columnas y paredes (Sin soporte de cargas)	50	3
b. Pilas, bastiones y estribos masivos (sin soporte de carga)	50	3
c. Vigas cajón	80	14
d. Vigas simplemente apoyadas, vigas T, losas de puentes, viga cabezal de pilas, losas de concreto, alcantarillas de cuadro	80	14
e. Losas y voladizos soportados sobre viguetas de acero o vigas de concreto postensado	70	10
f. Cabezales de pilas soportados en forma continua	60	7
g. Arcos, luces continuas de puentes, marcos rígidos	90	21

Se removerán todos los materiales de andamiaje y los pilotes de andamios por lo menos hasta 0,5 metros bajo la superficie del suelo original. Cuando los pilotes de andamios fueran hincados dentro de los límites de la excavación de la zanja o canal, se removerán los pilotes por lo menos hasta 0,5 metros bajo el fondo y también los de las áreas excavadas de taludes laterales.

Se dejarán los encofrados de las fundaciones construidas dentro de presas, cuando su remoción pondría en peligro la seguridad de la presa, y cuando los encofrados no sean visibles en la estructura terminada.

Se removerán todos los otros encofrados que estén sobre o bajo el nivel de agua.

**569.12 Aceptación.**

Los encofrados y andamiaje, incluyendo diseño, construcción, y remoción, son evaluados en las Subsecciones 107.02, 107.03 y 107.04.

Cuando la instalación del andamiaje se termine, y antes que el concreto sea colocado o la remoción se inicien, se inspeccionará el andamiaje por el Contratante por medio de un ingeniero con experiencia en diseño estructural. Se certificará, en forma escrita, que la instalación está de acuerdo con el contrato, con los planos de andamiaje aprobados (incluyendo los cambios aprobados) y con las prácticas de ingeniería aceptadas. Se proveerá una copia de la certificación antes de colocar el concreto.

**569.13 Medición y pago.**

Ver Subsección 110.05

No se medirán los encofrados y los andamios para pago.

# Construcciones conexas

# División 600

## **Sección 601.) ESTRUCTURAS MENORES DE CONCRETO HIDRÁULICO**

### *601.01 Descripción.*

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras menores de concreto.

### *601.02 Materiales.*

Los materiales están determinados por las siguientes Subsecciones:

Aditivos inclusores de aire	711.02
Aditivos químicos	711.03
Agregado grueso	703.02
Material de curado	711.01
Agregado fino	703.01
Puzolanas y/o cenizas finas	725.04
Material de relleno de juntas	712.01
Cemento Portland	701.01
Cordón de caño prefabricado de concreto	725.06
Unidades de concreto prefabricado	725.11
Acero de refuerzo	709.01
Acero estructural	717.01
Agua	725.01

### **Requerimientos para la construcción**

### *601.03 Composición del concreto hidráulico.*

Debe ser de acuerdo a la Tabla 601-1. Antes de producir el concreto hidráulico, someter las proporciones propuestas de concreto, para aprobación, y como mínimo debe incluir:

- Tipo y fuente de todos los materiales propuestos a ser usados.
- Certificación de calidad, de todos los materiales propuestos.

- (c) Masa saturada superficie seca, de todos los agregados finos y gruesos, por metro cúbico de concreto.
- (d) Graduación de los materiales, gruesos y finos.
- (e) Masa del agua de la mezcla, por metro cúbico de mezcla.
- (f) Masa de cemento, por metro cúbico de concreto. Puzolanas, cenizas, escorias de altos hornos, vapores de sílice pueden presentarse por cemento, de acuerdo a la Subsección 552.03 (g).
- (g) Contenido de aire en la mezcla de concreto, en porcentaje por volumen.
- (h) Revenimiento máximo del concreto plástico, en milímetros.

Tabla 601-1

**Composición del concreto para estructuras menores**

<b>Propiedad</b>	<b>Especificación</b>
Contenido mínimo de cemento, kg/m <sup>3</sup>	362
Máxima relación agua/cemento	0,49
Revenimiento máximo, mm	125
Mínimo contenido de aire, %	4
Tamaño de agregado grueso	AASHTO M 43. con 100% pasando la malla 37,5 mm
Esfuerzo mínimo a la compresión a los 28 días, MPa	25

**601.04 General.**

Realizar los trabajos de excavación y el relleno, de acuerdo a la Sección 209. Cuando el concreto esté rajado, astillado o con escamas, remover el concreto hasta la junta más cercana.

Diseñar y construir los encofrados libres de pandeos, alabeos o abombados, y que permitan ser removidos sin dañar el concreto. Cuando el concreto contiene aditivos retardadores, cenizas, o puzolanas sustitutivas del cemento, diseñar los encofrados, para una presión lateral, igual al ejercido por un líquido que pesa 2400 kilogramos por metro cúbico.

La densidad del concreto sin aditivos se estima en 2400 kilogramos por metro cúbico, en caso de cambiar las propiedades de la mezcla, se debe determinar dicha densidad, ya que se puede presentar que esta sea mayor a los 2400 kilogramos por metro cúbico propuestos, debido a que la misma puede variar.

Usar madera, metal, o cualquier otro material adecuado para encofrados. Mantener los encofrados limpios y cubiertos con un desmoldante o aceite, antes de colocar el concreto. Colocar y amarrar el acero de refuerzo, de acuerdo a la Subsección 554.08.

**601.05 Colocación del Concreto.**

De acuerdo a la Subsección 552.10.

Humedecer los encofrados y las fundaciones inmediatamente antes de colocar el concreto (sin producir excesos de agua en la superficie). Descargar el concreto dentro de los límites de tiempo mostrados en la Tabla 552-4. Prevenir la segregación cuando se esté colocando el concreto. Consolidar o compactar con vibradores, de acuerdo a la Subsección 552.11 d. No usar tubería de aluminio, para transportar o colocar concreto.

Los intervalos entre entregas de baches para una colada en una estructura no deben exceder los 30 minutos.

Cuando llegue a la obra, el concreto deberá tener un revenimiento (AASHTO T-119) según la siguiente tabla:



Tipos de Construcción	Revenimiento (cms)	
	Máximo	Mínimo
Cimentaciones reforzadas, muros y zapatas	7.5	2.5
Zapatas simples, estribos y muros de sub-estructuras	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas	10	2.5
Losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

Se tomarán muestras al concreto fresco para someterlas a los ensayos de laboratorio requeridos conforme al Plan de Calidad.

No se debe aplicar agua al concreto plástico y/o aditivos durante las operaciones de acabado, en las que únicamente se deben emplear las disposiciones del diseño.

Al colocarse el concreto debe tenerse mucho cuidado en no dañar o mover las cimbras y el acero de refuerzo. Coloque el concreto tan cerca de su posición final como sea posible.

Empiece colocando desde las esquinas de la cimbra o, en el caso de un sitio con pendiente, desde el nivel mas bajo.

La cimbra debe resistir la presión del concreto que se vacíe en ésta.

Si se coloca el concreto directo desde un camión, se debe verter verticalmente y nunca permitir que el concreto caiga de una altura mayor a 1 ½ m. Siempre vierta el concreto nuevo sobre el concreto que ya está en su lugar. Al compactar con un vibrador, asegúrese de usarlo cuidadosamente. Nunca extienda el concreto hacia los lados con el vibrador, ya que esto puede causar segregación de la mezcla. Asegúrese siempre de vibrar el concreto de manera uniforme.

Además de los programas de trabajo exigidos en el pliego de condiciones, el Contratista presentará una secuencia detallada de la colocación de los concretos por semana y notificará al Supervisor veinticuatro (24) horas antes de cada vaciado, para que éste pueda verificar las condiciones necesarias para un vaciado satisfactorio.

El Contratista no empezará a colocar concreto hasta después de la revisión y aprobación del Supervisor.

El concreto tendrá la consistencia y disposición que permita su colocación en todas las esquinas o ángulos de las formaleas, alrededor del refuerzo y de cualquier otro elemento embebido, sin que haya segregación. El agua libre en la superficie del concreto colocado se recogerá en depresiones alejadas de la formalea y se retirará antes de colocar una nueva capa de concreto. Esta se colocará tan pronto como sea posible y nunca después de treinta (30) minutos de preparada la mezcla, a menos que haya sido dosificada con un aditivo plastificante, que garantice su colocación después de ese tiempo. Cuando se coloque concreto sobre tierra, ésta estará limpia y húmeda pero sin agua estancada en ella o corriendo sobre la misma.

No podrá colocarse concreto sobre lodo, tierra porosa seca o rellenos que no hayan sido compactados a la densidad requerida. Las superficies de roca sobre las cuales vaya a colocarse concreto se limpiarán y conservarán libres de: aceite, agua estancada o corriente, lodo, basura, polvo o fragmentos de roca blanda o semi-adheridos a ella. No se dejará caer concreto verticalmente desde una altura mayor de 1.20 m, excepto cuando la descarga

se haga dentro de moldes de altura apreciable, como las de columnas, muros, y similares, en cuyo caso la altura libre de caída puede ser hasta de 4.00 m siempre y cuando se utilice un aditivo que evite la segregación de los materiales y no se afecten las condiciones iniciales de la mezcla. En las columnas, para evitar los huecos debidos a escurrimiento del concreto fresco, se regulará la velocidad del vaciado de modo que se llene máximo 1.00 m de altura del molde en media hora. No se permitirá el uso de canales o rampas sino para una distribución local de concreto en el encofrado y ello requiere la aprobación del Interventor. Las rampas o canales tendrán una pendiente mayor de 1:2 y estarán construidas adecuadamente para evitar la segregación del concreto. El concreto será depositado cerca a su posición final en la formaleta de modo que no haya que moverlo más de dos (2) metros dentro de la misma. La colocación del concreto se efectuará en forma continua hasta llegar a la junta indicada en los planos o la aceptada por el Interventor.

El método usado para mezclar y transportar el concreto depende del Contratista. Algunas formas de transportar el concreto incluyen: un camión mezclador de concreto, una bomba de concreto, una grúa y tolva, una canaleta, una banda transportadora y un malacate, o un montacargas. En trabajos pequeños, una carretilla es la manera más fácil para transportar el concreto.

#### **601.06 Curado del Concreto.**

La reacción química entre el cemento y el agua requiere tiempo y buenas condiciones de humedad y temperatura. Mantenga húmedo el concreto y protéjalo de temperatura extremas al menos durante 7 días, contados desde su colocación. Es recomendable el riego directo unas dos veces al día, o colocarle fundas de papel o plásticos mojados, los cuales deben mantenerse húmedos mediante riego. No olvide que el concreto fresco es un material "recién nacido", y como tal es sumamente delicado.

Si se usa concreto de resistencias altas a temprana edad, se debe curar el concreto un mínimo de 3 días. Curar de acuerdo a la Subsección 552.15. Acabar las superficies de concreto expuesto de acuerdo a la Subsección 552.16 (a) o (b), según sea aplicable.

En el curso de la reacción del cemento con el agua, o hidratación del cemento, se produce desprendimiento de calor porque se trata de una reacción de carácter exotérmico. Si el calor que se genera en el seno de la masa de concreto no se disipa con la misma rapidez con que se produce, queda un remanente que al acumularse incrementa la temperatura de la masa.

El calentamiento del concreto lo expande, de manera que posteriormente al enfriarse sufre una contracción, normalmente restringida, que genera esfuerzos de tensión capaces de agrietarlo. La posibilidad de que esto ocurra tiende a ser mayor a medida que aumenta la cantidad y velocidad de generación de calor y que disminuyen las facilidades para su pronta disipación. Es decir, el riesgo de agrietamiento de origen térmico se incrementa cuando se emplea un cemento de alta y rápida hidratación y las estructuras son de gran volumen. Obviamente, la simultaneidad de ambos factores representa condiciones pésimas en este aspecto.

Consecuentemente con lo anterior, una de las medidas recomendables cuando se trata de construir estructuras voluminosas de concreto consiste en utilizar cementos que comparativamente generen menos calor de hidratación.

El curado se debe incluir en la preparación de la colada, a fin de que la mano de obra y el material necesarios estén disponibles en el tiempo deseado. Según la técnica de curado utilizada, deben tenerse a la mano carpetas, plásticos, andamiaje, productos de curado, etc., antes de comenzar el colado del concreto.

Existen diferentes técnicas:

La conservación de la cimbra en el lugar. Como materiales, se encuentran la madera, el acero, los plásticos. Los elementos de madera y los paneles sin recubrimiento deben humedecerse antes del colado del concreto y deben mantenerse húmedos cuando las condiciones son fuertemente disecantes.

El recubrimiento con carpetas aislantes o lonas de plástico (figura 6). Se trata de un método muy eficaz en la medida en que no hay corrientes de aire entre el concreto y el material de recubrimiento. Existen carpetas con diferentes capas que hay que voltear según la exposición al sol. Con la elección de un color determinado, se puede rechazar el calor (superficie de color claro o reflectante) o acumularlo (color oscuro).

La colocación de capas húmedas: toda la superficie se recubre con capas que se mantienen húmedas continuamente por pulverización. Para evitar que los materiales se vuelen, se utilizan recubrimientos de materia absorbente o de arena. En este último caso, el recubrimiento debe tener un espesor de al menos 25 milímetros.

La aplicación de agua en nebulizador: el curado por agua puede efectuarse por pulverización (rociada) constante del líquido sobre la superficie, o haciendo que las superficies horizontales queden bajo el agua. Hay que vigilar que la superficie de concreto esté completamente húmeda todo el tiempo, a fin de evitar la aparición de fisuras, especialmente en caso de vientos fuertes.

La aplicación de un producto de curado por pulverización. Los productos de curado forman una película en la superficie del concreto. Esta técnica no será eficaz si no se pulveriza en toda la superficie. A fin de facilitar el control visual de la aplicación, es preferible utilizar productos coloreados.

**601.07 Aceptación.**

Los materiales para estructuras de concreto menores, incluyendo concreto, acero de refuerzo y acero estructural, deben ser evaluadas de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03. Para confirmar los certificados del esfuerzo a la compresión AASHTO T 23, se modifica, para permitir la cura a los 28 días, en un molde sellado.

Excavación y relleno, se evaluarán de acuerdo a la Sección 209.

Construcción de estructuras menores de concreto, se evaluará de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**601.08 Medición.**

Medir el concreto por metro cúbico en la estructura, por metro cuadrado, por suma global, o por cada unidad.

**601.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió arriba, se pagarán a los precios unitarios de la unidad de medida especificada en el contrato, para los renglones de pago listados a continuación, que se dieron en los documentos de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El renglón de concreto, suma global, se pagará, basado en el progreso del trabajo, de acuerdo a esta Sección.

El pago se hará de acuerdo a los siguientes renglones:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.601.01</b> Concreto hidráulico	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.601.02</b> Concreto hidráulico	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.601.03</b> Concreto hidráulico	Suma global (gbl)
<b>CR.601.04</b> Concreto hidráulico	Unidad (und)

## **Sección 602.) ALCANTARILLADO Y DRENAJES.**

### **602.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en construir alcantarillas, drenajes y alcantarillas de caja de concreto prefabricado.

### **602.02 Materiales.**

De acuerdo a las siguientes Subsecciones:

Tubería corrugada de aleación de aluminio	707.03
Tubería de lámina en espiral, de aleación de aluminio	707.12
Tubería con recubrimiento asfáltico	707.04
Cemento bituminoso	702
Tubería de acero corrugado, con recubrimiento de concreto	707.13
Tubería de acero, recubierta de fibro-asfalto	707.09
Tubería de acero corrugado, con pavimento inferior	707.14
Relleno de juntas, sellos, y sellos de juntas premoldeados	712.01
Mortero de juntas	712.02
Tubería de acero corrugado, con recubrimiento metálico	707.02
Tubería de lámina en espiral, con recubrimiento metálico	707.11
Tubería plástica	706.08
Tubería de acero, con recubrimiento de polímeros	707.08
Tubería de cajas prefabricadas de concreto reforzado	706.07
Tubería con forma de arco de concreto reforzado	706.04
Tubería de concreto reforzado	706.02
Tubería de concreto reforzado para cargas-D	706.06
Tubería de concreto con refuerzo en forma elíptica	706.05
Tubería perforada de drenaje	707.10
Rellenos especiales de lechada	704.11
Sellos a prueba de filtraciones	712.03

### **Requerimientos para la construcción**

### **602.03 General.**

Usar los mismos materiales y revestimientos sobre todas las secciones de tubería continua, extensiones y secciones especiales, como codos y brazos de conexiones. Materiales de alcantarillados, tamaños, y ubicaciones aproximadas, según son mostrados en los planos. Determinar la ubicación final, longitud, y secciones especiales en el campo. Realizar los trabajos de excavaciones y rellenos de acuerdo a la Sección 209.

### **602.04 Colocación de tubería de concreto y de cajas de concreto reforzado prefabricadas, para alcantarillas.**

Iniciar la colocación en el sitio de la salida inferior, y colocar la campana o garganta aguas arriba. Rellenar todas las juntas de las secciones completamente. Colocar la tubería circular con acero de refuerzo elíptico, con el menor eje del refuerzo, en posición vertical. Construir las juntas de acuerdo a alguno de los siguientes métodos.

(a) Juntas de mortero. Limpiar la parte inferior, del final que recibe la tubería. Repellar el interior con suficiente mortero, de tal forma que la tubería que entra tenga su apoyo a nivel, con la tubería previamente colocada. Ajustar las secciones lo más cerca que la construcción del drenaje permita. Rellenar y sellar las juntas con mortero, por adentro y por afuera en toda su circunferencia. Limpiar el exceso de mortero de la parte interior

de la tubería. Curar el mortero de las juntas exteriores, cubriéndolo con polietileno o rociándolo con un compuesto de cura. Rellenar, mientras el mortero está en condición plástica o, si el mortero fragua antes del relleno, esperar por lo menos 24 horas antes de rellenar.

(b) Juntas con empaque. Proteger los finales de las juntas de barro, limo, grava, o cualquier otro material no deseado. Colocar las secciones de tubería con los empaques amarrados. Remover, limpiar, relubricar y relocalizar los empaques que se han movido o contaminado. Alinear las secciones de tubería. Forzar el acoplamiento de las tuberías con empaques, de acuerdo al procedimiento recomendado por el fabricante. Prevenir el deslizamiento de la última sección colocada cada día, anclándola.

#### **602.05 Colocación de tubería metálica.**

Colocar la tubería con el traslape de las juntas aguas arriba y los traslapes longitudinales colocados de cualquier forma, pero que no queden en la parte inferior de la tubería. Colocar las tuberías elongadas con el eje de mayor diámetro, con una inclinación de alrededor de 5 grados con la vertical.

Unir las secciones por medio de una banda de acople. No usar bandas planas, o acoples del tipo de camisa lisa. Limitar el uso de bandas de acoples, con proyecciones de agujeros para fijar a las secciones finales acampanadas.

Cuando aleaciones de aluminio entren en contacto con otros metales, se deberán revestir las superficies con masilla bituminosa o un compuesto de calafatear que haya sido previamente aprobado.

#### **602.06 Colocación de tubería plástica.**

Colocar tubería plástica de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

#### **602.07 Colocación de tuberías perforadas.**

Unir las secciones por medio de una banda de acople. Cubrir las perforaciones durante el relleno y pavimentación con papel asfáltico o cualquier otro material aprobado, para prevenir que se introduzcan materiales en la tubería. El relleno debe realizarse con material apropiado.

#### **602.08 Aceptación.**

Materiales suplidos como alcantarillas, drenajes, y cajas de concreto reforzado prefabricado para alcantarillas, serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La instalación de alcantarillas, drenajes, y cajas de concreto reforzado prefabricado, será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04. La excavación y el relleno serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

#### **602.09 Medición.**

La medición de tuberías y cajas de concreto reforzado prefabricados es por metro de longitud en el lado inferior.

Medir las secciones finales, codos, las conexiones en cada ramificación. Si no hay pago para codos, o para las ramificaciones, medirlas como longitud de tubería, a lo largo de la parte inferior.

#### **602.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios del contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritas a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será por la compensación total del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.602.01</b> Tubería de alcantarillado de ___ mm	Metro lineal (m)
<b>CR.602.02</b> Tubería e arco, con una luz de ___ mm y ___ mm de peralte	Metro lineal (m)
<b>CR.602.03</b> Tubería de arco, o elíptica de ___ mm de diámetro equivalente	Metro lineal (m)
<b>CR.602.04</b> Tubería de drenaje perforada de ___ mm	Metro lineal (m)
<b>CR.602.05</b> Caja de concreto prefabricado de drenajes de ___ mm de luz, ___ mm de peralte	Metro lineal (m)
<b>CR.602.06</b> Sección final de tubería de ___ mm	Unidad (und)
<b>CR.602.07</b> Sección final de tubería de arco de ___ mm de luz, y ___ mm de peralte	Unidad (und)
<b>CR.602.08</b> Sección final de tubería de arco o elíptica de diámetro equivalente de ___ mm	Unidad (und)
<b>CR.602.09</b> Codo descripción	Unidad (und)
<b>CR.602.10</b> Ramales de conexión descripción	Unidad (und)

### **Sección 603.) CHAPAS O LÁMINAS ESTRUCTURALES**

#### **603.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de tuberías de láminas estructurales, arcos, tuberías arqueadas, cajas y viaductos inferiores.

#### **603.02 Materiales.**

De acuerdo a las siguientes Subsecciones:

Láminas estructurales de aleaciones de aluminio	707.06
Láminas estructurales con recubrimiento asfáltico	707.07
Láminas estructurales de acero estructural	707.05

#### **Requerimientos para la construcción**

#### **603.03 General.**

Realizar los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209.

#### **603.04 Montaje.**

Suministrar las láminas estructurales de acero, aleaciones de aluminio, acero con recubrimiento asfáltico o aleaciones de aluminio con revestimiento asfáltico.

Suministrar una copia de las instrucciones de armado del fabricante, antes de iniciar el armado. Las instrucciones deben mostrar la posición de cada lámina y el orden de armado.

Montar las láminas estructurales de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Tener cuidado con el uso de punzones y barras de palanca, para evitar daños en las láminas estructurales y su recubrimiento. Las láminas deben ajustar apropiadamente.

Donde estén en contacto aleaciones de aluminio con otros tipos de metales, revestir las superficies de contacto, conforme con la Subsección 602.05.

Apretar los tornillos de acero, en las láminas de acero, con un momento torsional de 135 newtons metro como mínimo, y un máximo de 400 newtons metro.

Apretar los tornillos de acero y los tornillos de aluminio, en láminas de aluminio de 2,5 milímetros de espesor, con un momento torsional de 120 newtons metro como mínimo, y un máximo de 155 newtons metro.

Apretar los tornillos de acero y aluminio, en láminas de aluminio de 3 milímetros de espesor y más, con un momento torsional mínimo de 155 newtons metro, y un máximo de 180 newtons metro.

Para estructuras de luces grandes:

(a) Apretar las costuras longitudinales cuando las láminas están colocadas, a menos que las láminas estén sostenidas en su lugar por medio de cables, puntales o el relleno. Alinear adecuadamente las láminas en forma circular para prevenir distorsión permanente al diseño propuesto. Antes de rellenar, no exceder en más del 2 % de variación, de la forma del diseño.

(b) No distorsionar la forma de la estructura por motivo de operación de equipo, sobre o cerca de la estructura.

(c) Proveer un control topográfico adecuado de la estructura para verificar los movimientos de la estructura.

(d) Revisar y controlar los movimientos por deflexión de la estructura durante toda la operación de relleno. No exceder los límites recomendados por el fabricante.

(e) Contar con un representante del fabricante para verificar el montaje y el relleno de la estructura.

#### **603.05 Aceptación.**

Los materiales para láminas estructurales serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03. La instalación de las láminas estructurales, será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04. La excavación y relleno serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

#### **603.06 Medición.**

La medición de las láminas estructurales, tuberías, tuberías arqueadas, cajas y viaductos inferiores, será por metro a lo largo de la línea inferior.

Medir las láminas estructurales de arcos por metro, a lo largo del promedio de las líneas de arranque.

#### **603.07 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, y que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, por el trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se hará de acuerdo a:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.603.01</b> Láminas estructurales de tubería de ___ diámetro mm o pulgadas y ___ espesor ___ mm	Metro lineal (m)
<b>CR.603.02</b> Láminas estructurales de tubería de arco de ___ luz, ___ peralte, espesor mm	Metro lineal (m)
<b>CR.603.03</b> Láminas estructurales de paso inferior de ___ luz, ___ perlate, espesor mm	Metro lineal (m)
<b>CR.603.04</b> Láminas estructurales de tubería de arco de ___ luz, ___ peralte, espesor mm	Metro lineal (m)
<b>CR.603.10</b> Láminas estructurales de cajas de ___ luz, ___ peralte, espesor mm	Metro lineal (m)

## **Sección 604.) POZOS DE REGISTRO, TOMAS Y TRAGANTES**

### **604.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción, o ajuste, de pozos de registro, tomas, tragantes, cajas de distribución, y cámaras disipadoras de energía (quiebra gradiente.)

### **604.02 Materiales.**

Compuesta por las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto	601
Ladrillos de concreto	725.08
Bloques de mampostería	725.09
Marcos, parrillas, tapas, y escaleras de peldaños	725.12
Mortero	725.22
Relleno de juntas, sellantes, y sellos de juntas premoldeadas	712.02
Mortero de juntas	712.02
Unidades de concreto prefabricado	725.11
Acero de refuerzo	709.01
Sellos impermeabilizantes	712.03

### **604.03 General.**

Realizar los trabajos de excavación y relleno, de acuerdo a la Sección 209.

### **Requerimientos para la construcción**

#### **604.04 Construcción de concreto.**

Construir los pozos de registro, tomas y tragantes de concreto, de acuerdo a la Sección 601. Las unidades de concreto se pueden colar in situ, o pueden ser prefabricadas. Acabar la superficie de acuerdo a las Subsecciones 552.16 (a) ó (b), según sea aplicable.

Cuando una tubería entra a través de una pared existente de concreto, cortar el concreto y el acero de refuerzo, de tal manera que no se afloje el refuerzo de la pared; cortar el acero de refuerzo a tope, con la cara de la abertura de la pared.



La línea de flujo en las cajas de registro, cabezales y cámaras colectoras debe recibir un buen acabado y quedar de acuerdo a la línea de flujo de agua de la tubería.

Se deben armar las secciones de las cajas de registro de concreto prefabricado y colocar empaques impermeables flexibles, o juntas rellenas de masilla, en el extremo movable y las ranuras de las juntas. Si se usan empaques, manipular las unidades prefabricadas con cuidado, después que los empaques se han colocado, para evitar dañar o contaminar las juntas. Obtener un alineamiento adecuado antes de forzar las juntas a quedar en su lugar. Mantener soportes parciales, durante la colocación del extremo movable o espiga, para minimizar las presiones laterales desiguales en los empaques y para mantener el alineamiento, hasta que se haya quedado el empaque en posición. Si se usa masilla, aplicar relleno de masilla en las juntas, de acuerdo a la recomendación del fabricante. Colocar los marcos metálicos soportados en su totalidad en una junta de mortero.

Impermeabilizar todas las juntas y aberturas por medio de lechada o uso de sellos premoldeados. Acabar las juntas de mortero, redondeando las partes exteriores y alisando las partes internas en toda su circunferencia.

Las escaleras de peldaños deben ser de 300 mm entre centros y alineadas verticalmente. Fijar los peldaños en las paredes del concreto prefabricado mediante lechada.

#### **604.05 Construcción con bloques de mampostería.**

Construir las fundaciones de concreto de acuerdo a la Sección 601. Construir las paredes de bloques de mampostería a plomo. Construir las juntas verticales alternadas (pata de gallo), y colocar los bloques con las celdas, en posición vertical.

Humedecer los bloques para reducir la razón de absorción. Rellenar de mortero todas las juntas, tanto las cabezas de la línea de apoyo como las verticales.

Pegar los bloques con mortero en todas las caras. Construir todas las juntas alineadas, a nivel, a plomo, a ras y con un espesor de entre los 6 y 13 milímetros. Rellenar la estructura, después que la mampostería de bloque ha curado, de acuerdo a la Subsección 552.15 durante 7 días.

En lo referente a mampostería, debe respetarse lo que establece el Código Sísmico de Costa Rica en su versión vigente.

#### **604.06 Construcción en metal.**

Construir la toma del mismo material que las tuberías metálicas adyacentes.

#### **604.07 Ajustes de pendiente de estructuras existentes.**

Ajustar los marcos metálicos y las parrillas a la gradiente, antes de colocar la capa de rodadura.

Remover y limpiar los marcos, tapas y parrillas. Desbastar las paredes hasta material sólido. Reconstruir las paredes con el mismo material existente y recolocar los marcos limpios a la elevación requerida.

Cuando el marco de apoyo de la tapa, así como las paredes existentes, están en buena condición, un dispositivo aprobado puede ser usado para ajustar la tapa de la caja de registro a la elevación requerida sin reconstruir las paredes o recolocar el marco.

Cuando las cámaras colectoras y los cabezales se ajustan a las pendientes y se requiere apoyo en el concreto existente, separar las fundiciones del concreto adyacente, con una junta de expansión premoldeada no menor de 12 milímetros de espesor.

Limpia cada estructura de todo el limo, suciedad o materiales extraños acumulados.

Cuando una estructura existente es abandonada, sellar todas las tuberías que entran en la estructura con un tapón bien ajustado de concreto con un espesor no menor de 150 mm, o un tapón de mampostería sellado no menor de 200 milímetros de espesor. Triturar la base de la estructura de concreto para prevenir la entrada y retención de agua. Demoler la parte superior de la estructura a una elevación de por lo menos un metro por debajo del nivel existente del terreno y rellenar de acuerdo a la Sección 209.

#### **604.08 Aceptación**

El suministro de unidades de concreto prefabricado (incluyendo cajas de registro, cabezales, cámaras colectoras, cajas de interconexión, cajas quiebra gradiente), será evaluado de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03. El concreto para unidades coladas en sitio será evaluado de acuerdo a la Sección 601. La excavación y el relleno serán evaluados de acuerdo a la Sección 209. La instalación y el ajuste de unidades de concreto (incluyendo cajas de registro, cabezales, cámaras colectoras, cajas de interconexión y cajas quiebra gradiente), serán evaluadas de acuerdo a la Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### **604.09 Medición.**

Medir las cajas de registro por metro, desde la elevación final hasta la superficie de línea de flujo de la caja de registro, o por unidad.

Medir los cabezales, cámaras colectoras, cajas de registro y ajustes de cabezales, tapas de cajas de registro, cajas de interconexión y cajas quiebra gradiente, por unidad.

Medir los marcos metálicos y parrillas y la remoción y reinstalación de marcos metálicos y parrillas por unidad, a menos que se haya incluido en la construcción, como parte del cabezal, caja de registro, o cámara colectora. El marco y la parrilla o la tapa usada, constituyen una unidad.

#### **604.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios del contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, mostrados en el cartel de licitación.

El pago será por la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se hará de acuerdo a:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.604.01</b> Cajas de registro ___ descripción	Unidad (und)
<b>CR.604.02</b> Cajas de registro ___ descripción	Metro lineal (m)
<b>CR.604.03</b> Cabezales ___ descripción	Unidad (und)
<b>CR.604.04</b> Cámaras colectoras ___ descripción	Unidad (und)
<b>CR.604.05</b> Ajuste a cajas de registro	Unidad (und)
<b>CR.604.06</b> Ajuste a cabezales	Unidad (und)
<b>CR.604.07</b> Tapas de cabezales y cajas de registro	Unidad (und)
<b>CR.604.08</b> Cajas de interconexión	Unidad (und)
<b>CR.604.09</b> Marcos metálicos y parrillas	Unidad (und)
<b>CR.604.10</b> Cajas quiebra gradiente	Unidad (und)
<b>CR.604.11</b> Remover y reinstalar marcos metálicos y parrillas	Unidad (und)

### **Sección 605.) SUBDRENAJES**

#### **605.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en proveer e instalar subdrenajes y camas drenantes.

**605.02 Materiales.**

De acuerdo a las siguientes Subsecciones.

Tubería corrugada de aleación de aluminio	707.03
Tubería con recubrimiento asfáltico	707.04
Drenes geocompuestos	714.02
Geotextil tipo I	714.01
Relleno granular	703.03
Tubería metálica corrugada con revestimiento metálico	707.02
Tubería perforada de concreto	706.03
Tubería plástica perforada	706.08
Arena	703.15
Relleno estructural	704.04

**Requerimientos para la construcción****605.03 General.**

Usar el mismo material y recubrimiento en todas las secciones de los drenajes continuos, extensiones, codos, ramales, y otras secciones especiales. El material, tamaño, y localización aproximada, se muestra en los planos. Determinar la localización y longitud final en el campo.

Realizar los trabajos de excavación y relleno de acuerdo a la Sección 209. Si se usa geotextil o geocompuesto, afinar la superficie de la zanja, removiendo todas las proyecciones que puedan dañar el geotextil o el geocompuesto.

Reponer el geotextil o el geocompuesto dañado durante la instalación. Realizar las reparaciones al geocompuesto de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

No permitir que suelo u otros materiales extraños entren en el sistema de drenaje. Tapar el final del extremo superior de la instalación.

Proveer tubería sin perforar para desaguar el drenaje. Instalar las tuberías de salida, de acuerdo a la Sección 602. Inmediatamente colocar y asegurar una malla fabricada, de alambre galvanizado, con aberturas de 13 por 13 milímetros o 12,5 por 12,5 milímetros de abertura, en la salida de todas las tuberías de drenaje.

**605.04 Colocación de subdrenajes.**

Colocar una capa de relleno granular, de por lo menos 50 milímetros de espesor en el fondo de la zanja.

Proveer una tubería colectora de por lo menos 125 milímetros (5 pulgadas) de diámetro en todos los subdrenajes.

Unir las secciones de tubería en forma segura con los aditamentos de acople o por medio de bandas. Unir las tuberías de cloruro de polivinilo (PVC) o Estireno-butadieno-nitrilo acrílico (ABS), usando un sello flexible elastomérico o un cemento con solvente. Unir tubería de polietileno con bandas de acople, remachadas, atomilladas, de acuerdo a la recomendación del fabricante.

Rellenar y compactar todas las zanjas dentro de los límites de la calzada de la carretera, de acuerdo a la Sección 209, excepto cuando se usa material granular de relleno. Zanjas de subdrenajes con geocompuestos, dentro de los límites de la calzada de la carretera, pueden ser rellenadas también con arena limpia compactada.

Cuando se colocan subdrenajes debajo de la línea de la cuneta, prevenir la infiltración del agua superficial, colocando el material de acuerdo a AASTHO M 145, grupo de clasificación A-4, A-5, A-6, o A-7, en los 300 mm superiores de la zanja.

(a) Drenajes estándar. Cuando se requiere geotextil, colocar la dimensión larga del geotextil paralelo a la línea centro de la zanja. Poner el geotextil, sin estirar, en contacto con la superficie de la zanja. Traslapar las juntas

un mínimo de 600mm, con el geotextil que está hacia arriba del flujo, colocado sobre el que está hacia abajo del flujo.

Colocar la tubería colectora con las perforaciones hacia abajo. Colocar el relleno granular a una altura de 300 mm sobre la parte superior de la tubería colectora y compactar. No desplazar la tubería colectora. Colocar y compactar el resto del material de relleno granular, de acuerdo a la Sección 209.

Doblar el geotextil sobre la parte superior del relleno granular con un traslape mínimo de 300 mm.

(b) Drenajes geocompuestos. Extender el geotextil desde el fondo del núcleo del drenaje, alrededor de la tubería colectora. Construir uniones e instalar los accesorios de salida, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Prevenir la infiltración del suelo en el núcleo del geocompuesto. Construir el drenaje geocompuesto de tal forma, que no se impida el flujo a través del núcleo del geocompuesto.

Si la pared de la zanja es irregular, afinar la pared de la zanja, o colocar una capa de relleno granular entre el geocompuesto y la pared de la zanja. Soportar temporalmente el drenaje contra la pared de la zanja durante el relleno.

Cuando la zanja es de 500 mm de ancho o más, colocar el relleno granular o de arena limpia hasta una altura de 300 mm sobre la parte superior del tubo colector y compactar. Colocar y compactar el resto del relleno granular o de arena limpia de acuerdo a la Sección 209.

#### ***605.05 Colocación de camas filtrantes de geocompuesto.***

No colocar camas filtrantes contra un lecho de mortero con menos de 4 días de edad. Cuando un geocompuesto es usado en conjunto con una membrana a prueba de agua, instalar secciones de drenaje compatibles con la membrana, usando métodos recomendados por el fabricante de membranas. Armar y colocar el drenaje de geocompuesto contra la superficie a ser rellenada, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Unir los drenajes de geocompuestos para que el flujo a través de las esquinas sea continuo. Traslapar el geotextil un mínimo de 75 milímetros, en la dirección del flujo de agua. Para uniones verticales, traslapar el geotextil en la dirección que el relleno avanza.

Conectar los núcleos del drenaje a una tubería colectora o a los agujeros de drenaje, de tal forma que el flujo sea continuo a través del sistema. Extender el geotextil del final del núcleo del drenaje alrededor del tubo colector.

Rellenar con relleno estructural y compactar de acuerdo a las Subsecciones 208.10 y 208.11.

#### ***605.06 Colocación de subdrenajes geocompuestos en el borde del pavimento.***

Armar el drenaje de geocompuesto en el borde del pavimento y el material de la boca de salida, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante, y colocarlo en la zanja. Si la pared de la zanja es irregular, ésta debe alisarse, o colocar una capa de arena limpia entre el geocompuesto y la pared de la zanja. Soportar temporalmente el drenaje contra la pared de la zanja mientras se rellena. Cuando la zanja es de menos de 500 milímetros de ancho, rellenar la zanja usando arena limpia. No se requiere rellenar y compactar en capas. Compactar la arena con un rodillo vibratorio, utilizando un pisón mecánico, o inundándola con agua.

Cuando la zanja es de más de 500 milímetros de ancho, colocar y compactar el relleno granular, o la arena limpia, de acuerdo a la Sección 209.

#### ***605.07 Aceptación.***

Los materiales (excepto relleno granular) para subdrenajes y camas filtrantes, serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y los rellenos granulares serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver Tabla 605-1, para los requisitos de muestreo y pruebas. Excavación y relleno serán evaluados de acuerdo a la Sección 209. El geotextil será evaluado de acuerdo a la Sección 207.

Las tuberías de salida serán evaluadas de acuerdo a la Sección 602. La instalación de subdrenajes, camas filtrantes y drenajes en bordes de pavimento, serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**605.08 Medición.**

Medir por metro los sistemas de subdrenajes, sistemas de subdrenajes estándar, sistemas de subdrenajes geocompuestos y sistemas de subdrenaje en borde del pavimento. Cuando se mide un sistema, no medir el geotextil, tubos colectores, relleno, y tuberías de salida, que son parte del sistema, a menos que exista una partida de pago en el contrato.

Medir el sistema de cama filtrante por metro cuadrado en su posición final, excluyendo traslapes.

Medir las tuberías colectoras y las tuberías de salida por metro.

Medir el relleno granular y la arena limpia por metro cúbico en lugar.

**605.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, y que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsecciones 110.05.

El pago se hará de acuerdo a:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.605.01</b> Sistemas de subdrenaje	Metro lineal (m)
<b>CR.605.02</b> Sistema estándar de subdrenaje	Metro lineal (m)
<b>CR.605.03</b> Sistemas de subdrenaje de geocompuesto	Metro lineal (m)
<b>CR.605.04</b> Sistema de subdrenaje de borde de pavimento	Metro lineal (m)
<b>CR.605.05</b> Sistema de cama filtrante	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.605.06</b> Tubería colectoras de ____ mm	Metro lineal (m)
<b>CR.605.07</b> Tubería de salida de ____ mm	Metro lineal (m)
<b>CR.605.08</b> Relleno granular	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.605.09</b> Arena	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

Tabla 605-1

**Muestreo y pruebas**

<b>Material o producto</b>	<b>Propiedad o característica</b>	<b>Método de prueba o especificación</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Punto de muestreo</b>
Relleno granular	Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 por cada 500 m <sup>3</sup>	Sitio de producción o de apilamiento

**Sección 606.) VERTEDEROS DE METAL CORRUGADO**

**606.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en proveer e instalar vertederos de metal corrugado.

**606.02 Materiales.**

De acuerdo a la siguiente Sección:

Alcantarillas y drenajes

602

**Requerimientos para la construcción**

**606.03 Colocación de vertederos de metal corrugado.**

Las dimensiones y proporciones de vertederos, tomas, cabezales de salida, conexiones, pueden variar para permitir el uso de plantillas estándares del fabricante.

Instalar los cabezales de entrada como se muestra en los planos y compactar el relleno, por medio de pisón mecánico.

Colocar los vertederos a la salida de la tubería, de acuerdo a la Sección 602.

Anclar los vertederos como se muestra en los planos.

**606.04 Aceptación.**

Tuberías, accesorios de anclaje, accesorios, y otros materiales provistos por el fabricante de vertederos metálicos, serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03.

Excavación y relleno, serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

La construcción de vertederos será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**606.05 Medición.**

Medir el conjunto del vertedero, y el conjunto del anclaje de tubería por unidad.

Medir las tuberías de entrada y de salida de acuerdo a la Sección 602.

**606.06 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato y por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que figuren en el cartel de licitación. El pago será en compensación total del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se hará de acuerdo a:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.606.01</b> Conjunto de vertedero	Unidad (und)
<b>CR.606.02</b> Conjunto de anclaje de tubería de ____ mm	Unidad (und)

## **Sección 607.) LIMPIEZA, REACONDICIONAMIENTO Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EXISTENTES**

### **607.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la limpieza, el reacondicionamiento y la reparación de estructuras de drenaje existentes.

#### **Requerimientos para la construcción**

### **607.02 General.**

Botar el material de acuerdo a la Subsección 203.05.

### **607.03 Remoción y limpieza de alcantarillas.**

Remover cuidadosamente las alcantarillas y limpiar todo el material extraño que esté dentro de la alcantarilla y hasta ambos extremos.

### **607.04 Limpieza de alcantarillas.**

Remover y botar todo el material extraño dentro del cilindro y accesorios de la alcantarilla, por cualquier método que no dañe la alcantarilla.

Todo o parte de la alcantarilla, designada a limpiarse en su lugar, puede ser removida, limpiada y recolocada de acuerdo a la Sección 602.

### **607.05 Recolocación o almacenamiento de tubería rescatada.**

Recolocar la tubería removida y limpia, de acuerdo a la Sección 602. Proveer todo el material accesorio y reemplazar la tubería dañada, de acuerdo a la Sección 602. Colocar la tubería rescatada en el sitio designado de almacenamiento. Botar la tubería dañada en el sitio propuesto por el Contratista y aprobado por el Ingeniero de Proyecto.

### **607.06 Reacondicionamiento de estructuras de drenaje.**

Remover todos los escombros de la estructura designada a reacondicionar. Reparar todas las fugas y daños estructurales recolocando las partes faltantes o quebradas de metal o concreto, de acuerdo a la Sección 602.

### **607.07 Aceptación.**

Limpiar, reacondicionar, y reparar estructuras de drenaje existente, de acuerdo a la Subsección 107.02. La recolocación de alcantarillas, será evaluada de acuerdo a la Sección 602.

### **607.08 Medición.**

Medir las alcantarillas que han sido removidas, limpiadas y almacenadas, por metro de tubería colocada en el sitio de almacenamiento.

Medir alcantarillas que han sido removidas, limpiadas y recolocadas por metro, medido en la parte inferior de la tubería.

Medir las alcantarillas que se han limpiado, por metro, a lo largo de la parte inferior de la tubería. Si la tubería ha sido removida y recolocada de acuerdo al criterio del contratista, no se mide dos veces. Medir las estructuras de drenaje reacondicionado por unidad.

#### 607.09 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios del contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago será de acuerdo a:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.607.01</b> Remover, limpiar y almacenar alcantarillas	Metro lineal (m)
<b>CR.607.02</b> Remover, limpiar y almacenar alcantarillas	Metro lineal (m)
<b>CR.607.03</b> Limpiar alcantarilla en sitio	Metro lineal (m)
<b>CR.607.04</b> Reacondicionar estructuras de drenaje	Unidad (und)

### Sección 608.) REVESTIMIENTO DE CUNETAS Y CANALES

#### 608.01 Descripción.

Este trabajo consiste en el revestimiento de cunetas, canales, vertederos y similares.

Los canales abiertos pavimentados se designan como sigue:

- Tipo I Piedra bruta adherida con lechada
- Tipo II Piedra bruta adherida con mortero
- Tipo III Concreto ciclópeo.
- Tipo IV Concreto hidráulico
- Tipo V Mezcla asfáltica
- Tipo VI Empedrado suelto.

#### 608.02 Materiales.

Se describen en las siguientes Secciones y Subsecciones:

Mezclas asfálticas	404
Capa de base	704.02
Concreto	601
Relleno granular	703.03 b
Mortero	712.05
Acero de refuerzo	709.01
Roca para empedrado	705.02
Piedra bruta	620

#### Requerimientos para la construcción

#### 608.03 General.

Se realizarán los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209. Se colocará y compactará el material de la capa de base. Se compactará la capa de base con por lo menos tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo o plancha vibratoria. La superficie de la base debe quedar paralela a la superficie acabada del canal de agua.

Se apisonará cada piedra hasta que quede firme, y su cara superior se ajuste a la pendiente, al



alineamiento y a la sección transversal del canal. Se removerán y recolocarán las piedras que tengan una superficie irregular o dispareja.

Se rellenarán las juntas con material granular hasta 100 mm bajo la superficie y se les colará y cepillará, hasta que el mortero quede 13 mm por debajo de la superficie. El exceso de mortero sobre la superficie deberá ser removido.

#### **608.04 Piedra bruta unida con lechada en canales pavimentados.**

Incrustar cada piedra del pavimento con su cara plana hacia arriba y su dimensión mayor paralela a la línea del canal. Colocar piedras alternadas, de tal forma que no tengan juntas continuas, a través del canal, o paralelas a la línea de flujo.

Limitar los anchos de las juntas a 25 milímetros como mínimo y 50 milímetros máximo.

Apisonar las piedras hasta que estén firmes y tengan las caras con la pendiente, el alineamiento y la sección transversal del canal.

Rellenar las juntas con relleno granular hasta 100 mm (4 pulgadas) de la superficie. Colar y barrer la lechada de cemento dentro de las juntas, hasta 13 milímetros (½ pulgada) debajo de la superficie. Limpiar el exceso de lechada de la superficie.

#### **608.05 Piedra bruta unida con mortero en canales pavimentados.**

Se incrustará cada piedra del pavimento, con su cara plana hacia arriba y su dimensión mayor paralela a la línea del canal. Se colocarán piedras alternadas, de tal forma que no queden con juntas continuas a través del canal, o paralelas a la línea de flujo. Se limitarán los anchos de las juntas a 25 milímetros como mínimo y 50 milímetros máximo.

Se apisonarán las piedras hasta que queden firmes y tengan las caras siguiendo la pendiente, el alineamiento y la sección transversal del canal.

Se aplicará el mortero a la cara expuesta de las piedras, en cantidad suficiente para que cuando se coloquen las piedras adyacentes y se apisonen, el mortero de las juntas quede aproximadamente a 13 milímetros bajo la cara exterior de la piedra, sin sobresalir de la superficie. Se limpiará el exceso de mortero de la superficie.

#### **608.06 Piedra bruta unida con concreto en canales pavimentados.**

Se colocará el concreto de la fundación, el acero de refuerzo, y la piedra del pavimento, en una operación progresiva. Se fijará el acero de refuerzo dentro del tercio medio del espesor de la fundación de concreto. Se limpiará y humedecerá la piedra del pavimento hasta cerca de la saturación. Se incrustará en la fundación de concreto antes de que este endurezca. Se colocarán las piedras alternativamente (en tal forma que no queden juntas continuas) a lo largo del canal, o paralelas a las líneas de flujo. Se limitarán los anchos de las juntas a un mínimo de 25 milímetros y a un máximo de 50 milímetros. Se llenarán las juntas con mortero hasta 25 milímetros bajo la cara superior de la piedra.

#### **608.07 Canales revestidos de concreto hidráulico.**

Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 601.

#### **608.08 Canales revestidos con mezcla asfáltica.**

Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 404. Antes de colocar una sobrecarpeta al asfalto previamente colocado se limpiarán y sellarán las grietas, según la Sección 413.

#### **608.09 Colocación de empedrado suelto en canales.**

Se usará empedrado Clase I. Se realizará el trabajo de acuerdo con las Subsecciones 251.03 y 251.04.

### 608.10 Aceptación.

Los materiales para mortero serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. El mortero será evaluado de acuerdo con la Subsección 107.04. (Ver Tabla 608-1 para los requisitos de muestreo y prueba).

El suelo de la base y el relleno granular serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver Tabla 608-1 para los requisitos de muestreo y prueba.

La construcción de canales pavimentados, será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La construcción de canales pavimentados será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación y el relleno serán evaluados de acuerdo a la Sección 209.

El empedrado suelto según la Sección 251.

Las mezclas asfálticas de acuerdo con la Sección 401.

El concreto hidráulico según la Sección 601.

La piedra bruta de acuerdo con la Sección 620.

### 608.11 Medición.

Se medirán los canales revestidos por metro cuadrado, por metro, o por tonelada métrica. Cuando se mida por metro cuadrado, se incluirá toda el área de canal. Cuando se mida por metro lineal, lo será en la línea inferior de flujo.

### 608.12 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, de acuerdo con los renglones de pago de las listas siguientes, mostradas en el cartel de licitación. El pago será la compensación total del trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.608.01</b> Canal revestido Tipo ____	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.608.02</b> Canal revestido Tipo ____	Metro lineal (m)
<b>CR.608.03</b> Canales con revestimiento asfáltico	Tonelada métrica (Tm)

Tabla 608-1

### Muestreo y ensayos

Material o producto	Propiedades o características	Método de prueba o especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de lastre	Granulometría Limite líquido	AASHTO T27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 cada 500 m <sup>2</sup>	Sitio de producción-almacenamiento
Relleno granular	Granulometría	AASHTO T27 y AASHTO T 11	1 cada 500 m <sup>2</sup>	Sitio de producción-almacenamiento
Mortero	Fabricar especímenes de prueba, para fallarse a esfuerzo a la compresión <sup>(2)</sup>	AASHTO T 23 AASHTO T 22	1 muestra por instalación <sup>(1)</sup>	Sitio de trabajo

<sup>(1)</sup> El muestreo de material consiste de tres especímenes de prueba.

<sup>(2)</sup> El esfuerzo a la compresión será el promedio de tres especímenes de prueba.

## Sección 609.) CORDÓN Ó BORDILLO Y CUNETA

### 609.01 Descripción.

Este trabajo consiste en la construcción o el restablecimiento del cordón o bordillo, combinación de cordón y cuneta.

El cordón de piedra, será diseñado como Tipo I o II, de acuerdo con la Subsección 705.06.

### 609.02 Materiales.

Se describen las Secciones y Subsecciones siguientes:

Mezclas asfálticas	401
Capa de base	704.09
Concreto hidráulico	601
Relleno de juntas	712.01
Mortero	712.05
Cordón de concreto prefabricado	725.06
Acero de refuerzo	709.01
Piedra para cordón	705.06

### Requerimientos para la construcción

### 609.03 General.

Se realizarán la excavación y el relleno de acuerdo con la Sección 209. Se colocará y compactará el material de la capa de base. Se compactará la capa de base con por lo menos tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo o sistema vibratorio.

### 609.04 Cordón de piedra o concreto prefabricado.

Se limpiará la capa de base y se humedecerá inmediatamente antes de la colocación. Se colocará el cordón en la capa de base de tal forma que su cara y sus líneas superiores queden en línea y pendiente adecuadas. Las juntas deberán tener de 10 a 25 milímetros de ancho y serán rellenas con mortero.

Se completarán los 8 primeros metros de cordón para demostrar la capacidad para construirlo, cumpliendo con estos requisitos. No se continuará la construcción hasta que sea aprobada esta sección.

Cuando un pavimento de concreto se construya contiguo al cordón, se designarán las juntas del cordón directamente en línea con las juntas de expansión del pavimento.

Las juntas del cordón deben tener 19 milímetros de ancho y deben rellenarse con el mismo espesor nominal del relleno de las juntas del pavimento. Se rellenarán con mortero todos los vacíos entre el relleno de la junta del pavimento y la del cordón.

### 609.05 Cordón o cordón y cuneta de concreto hidráulico.

Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 601. El cordón o cordón y cuneta se pueden colar en sitio usando formaleta deslizando.

(a) Colada en sitio. Se usarán encofrados que cubran el espesor total del concreto. Se usarán encofrados curvos en curvas con un radio de 90 metros o menos.

(1) Juntas de contracción. Se construirá el cordón en secciones uniformes de 3 metros de largo con juntas de contracción de 3 milímetros de espesor usando separadores de metal. Cuando el cordón se construya adyacente al pavimento de concreto, se harán coincidir sus juntas de contracción con las del pavimento.

(2) Juntas de expansión. Se formarán las juntas de expansión cada 18 metros usando un relleno de

junta preformado de 19 milímetros de espesor. Cuando el cordón se construya, adyacente, o sobre el pavimento de concreto, se harán coincidir sus juntas de expansión con las del pavimento de concreto.

Se acabará el concreto en forma lisa y pareja con una lana de madera y se terminará con cepillo, paralelamente a la línea del cordón, de acuerdo con la Subsección 552.14 (c) 2. Cuando es requerido un acabado de agregado expuesto, se hará de acuerdo con la Subsección 552.14 (c) 4. Se dejarán los encofrados en su sitio durante 24 horas, o hasta que el concreto haya fraguado lo suficiente, de tal manera que los encofrados pueden ser removidos sin dañar el cordón.

(b) Encofrado deslizante. Se usará una máquina autopropulsada automática para cordón, o una pavimentadora con accesorios para cordón.

La máquina será lo suficientemente pesada, para obtener la consolidación sin que la máquina se eleve o monte sobre la fundación.

Si es necesario, se ajustará la graduación del agregado de concreto para producir un cordón o un cordón y cuneta, con una definición clara de la sección transversal. Se removerán y recolocarán las secciones que queden con cráteres u hormigueros de más de 5 milímetros, o cualquier otra sección que tenga defectos constructivos. La reparación con repello de secciones defectuosas no es permitida.

Después de que el concreto haya fraguado lo suficiente como para permitir cortar sin dañar, se aserrarán las juntas de contracción de acuerdo con el párrafo (1) descrito. Las juntas de expansión se dispondrán según el párrafo (2)

#### ***609.06 Cordón o bordillo de concreto asfáltico.***

Cuando se construyen cordones sobre un pavimento, se colocará una capa de liga, de acuerdo con la Sección 412, en el área bajo el cordón.

Se construirá el cordón de concreto asfáltico de acuerdo con la Sección 404.

Se usará una máquina autopropulsada automática para cordón o una pavimentadora con accesorio para cordón, que sea lo suficientemente pesada como para compactar el cordón, sin elevarse sobre la fundación. Se construirá el cordón uniformemente en textura, forma, y densidad. El cordón puede ser construido por otros medios solamente en secciones cortas o secciones con radios pequeños.

#### ***609.07 Recolocación de cordones de piedra o de concreto prefabricado.***

Se removerán cuidadosamente y se limpiarán y almacenarán los cordones. Se cortarán o ajustarán, según sea necesario, para su instalación. Se recolocarán todos los cordones dañados o destruidos de acuerdo con la Subsección 609.04.

#### ***609.08 Barrera de llanta vehicular.***

Se empernarán las barreras de llantas vehiculares con dos secciones de un (1) metro de varillas de acero de 19 milímetros de diámetro. Se recolocarán las barreras de llantas en la misma forma.

#### ***609.09 Aceptación.***

Los materiales para mortero serán evaluados de acuerdo con la Subsecciones 107.02 y 107.03. El mortero será evaluado según la Subsección 107.04. (Ver Tabla 609-1 para muestreo y pruebas).

Las unidades prefabricadas (cordones y barreras de llantas), serán evaluadas de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La capa de base será evaluada según a las Subsecciones 107.02 y 107.04. (Ver Tabla 609-1 para muestreo y pruebas).

La piedra para cordones de piedra, será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La construcción de cordón y cuneta y barreras de llantas serán evaluadas según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación y el relleno serán evaluados de acuerdo con la Sección 209 y mezclas asfálticas de acuerdo con la División 400.

El concreto será evaluado según la Sección 601.

**609.10 Medición.**

Se medirán el cordón y la combinación de cordón y cuneta, ambos nuevos y recolocados, por metro, a lo largo de la cara frontal del cordón. No se realizará ninguna deducción en longitud, por concepto de estructuras de drenaje instaladas en el cordón, o por entradas a garajes y rampas para minusválidos, que cruce la cuneta.

Se medirán las barreras de llantas tanto las nuevas como las reinstaladas, por unidad.

Se medirá la capa de material de base por tonelada métrica o por metro cúbico, en el sitio.

**609.11 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación y que se muestran en el cartel de licitación. El pago será la compensación total, de los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.609.01</b> Cordón de concreto de cemento hidráulico ___ mm o pulgadas de espesor	Metro lineal (m)
<b>CR.609.02</b> Cordón y cuneta de concreto de cemento hidráulico ___ mm o pulgadas de espesor	Metro lineal (m)
<b>CR.609.03</b> Cordón de piedra tipo ____, ___ mm o pulgadas de espesor	Metro lineal (m)
<b>CR.609.04</b> Cordón de concreto prefabricado	Metro lineal (m)
<b>CR.609.05</b> Cordón de concreto asfáltico, ___ mm o pulgadas de espesor	Metro lineal (m)
<b>CR.609.06</b> Recolocación de cordón	Metro lineal (m)
<b>CR.609.07</b> Material para capa de base	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.609.08</b> Material para capa de base	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.609.09</b> Barrera de llanta vehicular	Unidad (Und)
<b>CR.609.10</b> Remoción y recolección de barreras de llantas	Unidad (Und)

Tabla 609-1

**Muestreo y ensayos**

Material o producto	Propiedades o carater.	Método de prueba o especificaciones	Frecuencia	Punto de muestreo
Capa de base	Granulometría Límite líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 cada 500 m <sup>3</sup>	Sitio de producción o almacenamiento
Mortero	Especímenes de prueba, para esfuerzo de compresión <sup>(2)</sup>	AASHTO T 23 AASHTO T 22	1 muestra por instalación <sup>(1)</sup>	Sitio de trabajo

(1)El muestreo se ejecuta con dos especímenes de prueba

(2)El esfuerzo a la compresión será el promedio de dos especímenes de prueba.

## **Sección 610.) DRENAJES HORIZONTALES CON TUBERÍA PERFORADA**

### **610.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de drenajes horizontales con tubería perforada, incluyendo el sistema colector cuando se especifica.

### **610.02 Materiales.**

Se describen en las siguientes Subsecciones:

Tubería de acero corrugada, con recubrimiento metálico	707.02
Tubería de polietileno (PE)	725.16
Tubería de cloruro de polivinilo (PVC)	725.15
Tubería de acero	717.06

### **Requerimientos para la construcción**

### **610.03 General.**

Se proveerá la tubería y los accesorios de uno de los materiales listados en la Subsección 610.02. Se proveerá tubería perforada, con 2 filas de perforaciones, cortadas en la circunferencia de la tubería sobre dos de tres segmentos a 120 grados. Se harán perforaciones de 0,5 milímetros de diámetro, con una abertura total de perforaciones igual a 4200 milímetros cuadrados por metro de tubería.

### **610.04 Perforación de Agujeros.**

Los puntos de instalación de los drenajes horizontales, mostrados en planos, son aproximados. Las ubicaciones exactas, se determinarán en el campo.

Se perforarán agujeros con un equipo de rotación capaz de perforar agujeros de 75 a 150 mm de diámetro, en suelo o roca. Se determinará la elevación del final de arriba del agujero del drenaje horizontal completo, insertando tubos y midiendo el nivel del líquido, o por otros medios satisfactorios. Se captará el agua de perforación en tal forma que no contamine la superficie de los drenajes superficiales.

### **610.05 Instalación de drenajes horizontales.**

Se sellará la entrada de la tubería perforada con un tapón que no se extienda más de 150 mm del final de la tubería. Se insertará la tubería dentro del agujero del barreno, con las perforaciones hacia arriba. Se secarán los barrenos de tal forma que el agujero perforado quede totalmente encamisado con la tubería perforada. Se conectarán tuberías adicionales, según sea necesario, para formar un conducto continuo.

Se usará tubería sin perforar, por lo menos entre los 3 y los 6 metros finales de salida.

Se sellará el espacio entre el agujero perforado y la tubería sin perforar, en por lo menos los 3 metros finales de salida, con un material impermeable aprobado.

No se sellará el espacio entre el agujero perforado y la tubería perforada.

### **610.06 Instalación de drenajes exteriores y sistemas colectores.**

Se fijará la tubería de salida a las salidas de todos los drenes horizontales, por medio de piezas en T o codos. Se instalará un sistema colector del tipo, clase y tamaño detallados en el contrato.

### **610.07 Aceptación.**

Los materiales provistos para drenajes horizontales serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de drenajes horizontales será evaluada según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

**610.08 Medición.**

Se medirán los drenajes de tubería horizontal, incluyendo la longitud de la tubería de salida, por metro. Se medirá el sistema colector por metro o por suma global.

**610.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios del contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que aparecen en el cartel de licitación. El pago será la compensación total, de los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.610.01</b> Tubería de drenaje horizontal	Metro lineal (m)
<b>CR.610.02</b> Sistema colector	Metro lineal (m)
<b>CR.610.03</b> Sistema colector	Suma global (gbl)

**Sección 611.) RESERVADA.**

**Sección 612.) RESERVADA.**

**Sección 613.) SUPERFICIES DE MAMPOSTERÍA SIMULANDO PIEDRA.**

**613.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el uso de concreto, color/tintes, y lechada para simular la textura y el color de la mampostería de piedra natural, en el patrón de piedra que se muestra en planos. Consiste en lo siguiente:

- (a) Diseñar y proveer forros de encofrados con texturas.
- (b) Instalar los forros.
- (c) Aplicar un acabado superficial de colorante que imite el color único y la apariencia moteada de la piedra de mampostería.
- (d) Preparar una pared de prueba, con la apariencia de piedra de mampostería, demostrando el acabado de superficie antes de iniciar el trabajo.

**613.02 Materiales.**

Se describen en las siguientes Subsecciones:

Encofrados	725.27
Relleno de juntas	712.01 b
Tinte penetrante	708.05
Mortero	725.22

**Requerimientos para la construcción**

**613.03 Fabricación de forros de encofrado.**

Se tomará una impresión de la forma de la piedra, se le dará textura, y se dispondrán las juntas de mortero en la ubicación designada. Se diseñarán los forros de encofrado de acuerdo a la impresión del modelo mostrado en planos. Se someterán dibujos detallados del forro, para aprobación, de acuerdo con la Sección 104.

#### **613.04 Instalación de los forros de encofrado.**

Se fijarán los forros a los encofrados, dejando una separación de menos de tres (3) milímetros entre los forros adyacentes. No se repetirá el patrón del forro, entre juntas de expansión o en intervalos de por lo menos 6 metros, el que sea mayor.

Se encofrarán las juntas a los intervalos mostrados en planos. Mezclar las juntas dentro del patrón, y en el final de la superficie de concreto.

Se coordinarán los encofrados con los atiesadores o separadores de paredes y se colocarán los agujeros de los atiesadores en el punto más alto de la rusticación o en la junta de mortero.

Se limpiarán los forros de los encofrados quitándoles excesos de concreto, antes de ser reutilizados. Se inspeccionará visualmente cada forro buscando daños o defectos y se reparará el forro antes de la instalación.

#### **613.05 Superficie superior.**

Se hará resaltar el concreto plástico en la superficie expuesta, estampando en seco, allanando con llaneta, formando con la mano, o con una combinación de esos métodos, para simular la apariencia de mampostería de piedra con juntas de mortero. Se calzarán los patrones laterales de las juntas encofradas. Inmediatamente después de que el agua libre se evapore, y el acabado de la superficie concluya, se curará el concreto durante 7 días, de acuerdo a la Subsección 552.15 (b). No se usará membrana líquida para curación.

#### **613.06 Remoción del forro de encofrado.**

Dentro de las 24 horas después de colado el concreto se removerá o liberarán los forros de encofrado, sin causar deterioro superficial al concreto o debilitamiento al estrato. Se removerán todas los atiesadores de los encofrados, con una profundidad de por lo menos 25 milímetros bajo la cara del concreto, sin astillarlo o dañarlo.

Se curará el concreto durante 7 días, de acuerdo a la Subsección 552.12 (b). No se usarán compuestos líquidos de curación.

#### **613.07 Preparación de la superficie de concreto.**

Se acabarán todas las superficies de concreto expuesto, de acuerdo a la Subsección 552.12 (a). Se acabarán en tal forma que las juntas horizontales, verticales, y a tope, no sean visibles. Se minimizará el pulimento y cincelado para evitar que el agregado quede expuesto.

Proveer una superficie libre de manchas, decoloraciones, vacíos, y marcas de encofrado. La textura de la superficie debe ser, un patrón continuo sin cortes visuales.

#### **613.08 Aplicación del color/tinte.**

Se envejecerá el concreto, incluyendo remiendos, durante un mínimo de 30 días. Se limpiará la superficie de lechada, suciedad, polvo, grasa, y cualquier otro material extraño, por medio de métodos aprobados.

Se removerá la eflorescencia lavando con agua a presión. Para ello se usará una boquilla de soplador sostenida perpendicularmente a la superficie a una distancia de entre 0,6 y 1,0 metros con una presión de agua de por lo menos 20 megapascasles, a una razón de 12 a 16 litros por minuto. No debe usarse chorro de arena en las superficies que reciban color/tinte.

Se corregirán todas las irregularidades de la superficie creadas por la limpieza.

Se mantendrá la temperatura del concreto entre los 4 °C y 30 °C cuando se aplique color/tinte, y durante 48 horas después de aplicar un color/tinte.

Todas las superficies expuestas se pintarán con color/tinte aplicado de tal manera que se obtenga la apariencia de mampostería de piedra natural. Se usará un mínimo de tres (3) colores/tintes.



Se aplicarán lechada con color de cemento natural a cada junta de encofrado en forma suficiente para que el exceso de color/tinte no sea visible. Se dará al patrón de juntas de los encofrados una apariencia de juntas de mortero en mampostería de piedra.

Se revestirán todas las áreas que sean inconsistentes con la pared de prueba aprobada.

Las juntas de expansión se tratarán con calafateado/lechada, para combinar con la apariencia de la piedra adyacente o con la junta de mortero.

**613.09 Pared de prueba.**

Antes de iniciar el trabajo de mampostería de piedra, se construirá una pared de prueba de 1 metro de alto por 0,5 metros de ancho y 3 metros de largo, de acuerdo a la Sección 552 y estas especificaciones.

Se colará la pared de prueba en sitio usando los mismos métodos de encofrado, procedimientos, forro de encofrado, configuración del texturizado, juntas de expansión, mezcla de concreto y aplicación de color/tintes, propuestos para el trabajo final. Se demostrará que la calidad y consistencia de la pared de prueba en el tratamiento de las juntas, el tratamiento final, el método de estampado en relieve, el tratamiento posterior, y la aplicación del color/tinte es adecuada. Si la pared resulta inaceptable se construirá una nueva pared de prueba. Se iniciará la construcción de concreto estructural después de que la pared de prueba haya sido aprobada. Se iniciará la aplicación del color/tinte sólo después de que se haya aplicado en la pared de prueba y haya sido aprobado. Se demolerá la pared de prueba, una vez que se haya usado.

**613.10 Aceptación.**

Los materiales para simular superficies de mampostería de piedra son evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La instalación de los forros de encofrado según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La aplicación del color/tinte sobre todas las superficies de concreto expuesto, será evaluada, según la Subsección 107.02 y la construcción de la pared de prueba, simulando mampostería de piedra de acuerdo a la Subsección 107.02.

**613.11 Medición.**

Se medirá el tratamiento superficial para simular mampostería de piedra, por metro cuadrado y la pared de prueba, incluyendo el concreto y el acabado, por unidad.

**613.12 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, mostrados en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.613.01</b> Tratamiento superficial, simulando mampostería de piedra	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.613.02</b> Pared de prueba simulando mampostería de piedra	Unidad (Und)

## **Sección 614.) RELLENO DE CONCRETO POBRE**

### **614.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de una cama de asiento de concreto pobre.

### **614.02 Materiales.**

Se describen en las siguientes Subsecciones:

Agregados	703.16
Cemento Portland	701.01
Agua	725.01

### **Requerimientos para la construcción**

### **614.03 Composición de la mezcla.**

Se proveerán agregados con graduación uniforme de gruesa a fina, que tenga un tamaño máximo de 25 mm y no más del 10 por ciento pasando la malla de 75 micrómetros.

Se proporcionará la mezcla de agregados, el cemento, y el agua por peso o por volumen.

Se proveerá un concreto pobre de relleno que contenga entre 110 y 113 kilogramos de cemento por metro cúbico.

Se presentará previamente a aceptación lo siguiente:

- (a) Tipo y fuente(s) de agregados
- (b) Tipo y fuente de cemento
- (c) Peso o cantidad de cada agregado propuesto, para un metro cúbico de relleno de concreto pobre.
- (d) Cantidad de agua propuesta, por metro cúbico de concreto pobre.
- (e) Cantidad de cemento propuesto, por metro cúbico de concreto pobre.
- (f) Revenimiento

### **614.04 General.**

Se realizará el trabajo como se describió en la Sección 209. No se colocará concreto pobre de relleno en contacto con aluminio o estructuras con revestimiento de aluminio.

No se usará concreto sobre la parte superior de la subrasante.

### **614.05 Mezcla y colocación del relleno de concreto pobre.**

Se mezclará el concreto por medio de un tambor rotatorio, mezcladora de paletas, o cualquier otro método aprobado por el contratante, para obtener una mezcla uniforme.

Se colocará el concreto en forma uniforme, que prevenga los vacíos, o la segregación del relleno. Se colocará el relleno pobre de concreto en capas horizontales no mayores de 300 mm de espesor.

Cuando se rellene alrededor de alcantarillas y otras estructuras, se colocará el concreto de tal manera que no desplace o levante la estructura. Se rellenarán en forma pareja todos los lados de la estructura.

Cuando se cuele el concreto pobre a o bajo la temperatura de 2 °C, se realizará el trabajo de acuerdo a la Subsección 552.10 (a). Se esperarán por lo menos, 4 horas antes de rellenar sobre el concreto pobre colocado.

### **614.06 Aceptación.**

Los materiales para relleno de concreto pobre serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03 y el relleno con el concreto según la Subsección 107.02.

**614.07 Medición.**

Se medirá el concreto por metro cúbico, en el vehículo de transporte.

**614.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será la compensación total por el trabajo descrito en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.614.01</b> Relleno de Concreto Pobre	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

**Sección 615.) ACERAS, ENTRADAS A PROPIEDADES Y SENDEROS PAVIMENTADOS.**

**615.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados, las cuales deben cumplir a cabalidad con la ley 7600 de Igualdad de Oportunidades para las Personas con Discapacidad. Esto rige en todo tipo de obra del proyecto que sea de acceso a los peatones, las que pueden ser de concreto hidráulico, mezclas asfálticas y ladrillos de concreto o arcilla.

**615.02 Materiales.**

Se describen en las Secciones y Subsecciones siguientes:

Mezclas asfálticas	400
Capa de base	704.09
Ladrillos de arcilla o lajas	725.07
Concreto hidráulico	601
Ladrillos de concreto hidráulico	725.08
Material de curación	711.01
Relleno de juntas	712.01
Acero de refuerzo	709.01

**Requerimientos para la construcción**

**615.03 General.**

Se realizarán los trabajos de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209. Se colocará la capa de base en gruesos no mayores de 100 mm de espesor compactado. Se compactará cada capa con por lo menos tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo, o sistema vibratorio.

**615.04 Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto hidráulico.**

Se realizarán los trabajos de acuerdo con la Sección 601. Se usarán encofrados para el espesor total del concreto.

(a) Juntas. Se construirán juntas perpendicularmente a los bordes laterales y a otras juntas. Se ajustarán las juntas adyacentes a cordones y pavimentos y se acabarán los filos y se removerá todo el mortero libre y el concreto de las juntas.

(1) Juntas de expansión. Se construirán a intervalos no mayores de 18 metros usando un relleno de junta preformado de no más de 19 milímetros, para el espesor total de las juntas.

(2) Juntas de construcción. Se dejarán juntas de construcción a intervalos no mayores de 3 metros. Se formarán con una herramienta apropiada, o aserrando, con un espesor de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{1}{2}$  del espesor del concreto, y con aproximadamente 3 milímetros de ancho.

(3) Juntas de construcción adicionales. Se formarán juntas de construcción alrededor de todos los pozos de inspección, edificios, puentes, y de todos los accesorios de servicios públicos. Se usará una junta de expansión preformada de relleno, de 13 milímetros de espesor, con el espesor total de la junta.

(b) Acabados. Se acabarán las aceras, los filos laterales de la losa y las juntas, con una herramienta que de un radio de 6 milímetros a los filos.

(1) Acabado de aceras. Ver Subsección 552.14 (c) 2.

(2) Acabado de agregado expuesto. Ver Subsección 552.14 (c) 4. Se curará el concreto durante por lo menos 72 horas, de acuerdo a la Subsección 552.15 (b) o (c). Se protegerá el trabajo del tráfico peatonal durante 72 horas y del tráfico vehicular durante 7 días.

#### **615.05 Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto asfáltico.**

Se realizará el trabajo de acuerdo con la Sección 402 y 404.

#### **615.06 Aceras, entradas a propiedades y senderos de ladrillos.**

Se colocarán los ladrillos en forma sucesiva sobre la superficie preparada. Se colocará cada hilera de ladrillos, siguiendo la pendiente del terreno o entrada. Se rehará cualquier hilera que se desvíe de la línea recta en más de 55 milímetros en 10 metros.

Se barrerá e inspeccionará la superficie antes de colocar los ladrillos y se removerá y recolocará cualquier ladrillo con imperfecciones.

Se rellenarán las juntas con una mezcla seca de 4 partes de arena y una parte de cemento por peso y cuidadosamente se bañará la superficie con agua hasta saturar el relleno de las juntas.

#### **615.07 Aceptación.**

Los ladrillos de arcilla, ladrillos de concreto hidráulico, material de curación, relleno de juntas, y acero de refuerzo serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El material de la capa de base será evaluado según las Subsecciones 107.02 y 107.04. (Ver Tabla 615-1 para los requisitos de muestreo y pruebas).

La construcción de aceras, entradas a propiedades y senderos, será evaluada de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04 y trabajos de excavación y relleno según la Sección 209.

Las mezclas asfálticas serán evaluadas de acuerdo con la Sección 402 y el concreto según la Sección 601.

#### **615.08 Medición.**

La medición de las aceras, entradas a garajes y senderos, se hará por metro cuadrado.

#### **615.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será la compensación total de los trabajos descritos en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

Reglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.615.01</b> Acera	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.615.02</b> Entrada a garaje	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.615.03</b> Sendero	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

Tabla 615.1

**Requerimientos para muestreo y ensayo**

Material	Forma de aceptación	Características evaluadas	Categoría	Especificaciones para el método de ensayo	Frecuencia de muestreo	Lugar del muestreo	Cuarteo	Hora del reporte
Capa de base (704.09)	Medido y ensayado de conformidad con (106.04)	Granulometría	---	AASHTO T27 & T11	1 por cada 500 m <sup>3</sup>	Almacenamiento del material final de la producción o apilamiento	Si, cuando se requiera	---
		Límite líquido	---	AASHTO T 89	1 por cada 500 m <sup>3</sup>		---	

**Sección 616.) RESERVADA**

**SECCIÓN 617.) BARRERAS DE SEGURIDAD**

*617.01 Descripción.*

Este apartado se refiere a la construcción, remoción y reconstrucción de los sistemas de contención vial de tipo barreras de seguridad.

- a. Las barreras de seguridad se pueden agrupar en tres categorías de acuerdo a su comportamiento:

Flexibles

Cables de acero, poste débil

Vigas "W", poste débil

Semiflexibles o semirígidos

Vigas "W", poste fuerte

Vigas triple onda, poste fuerte

Vigas de acero revestidas en madera

Rígidos

Forma "F" y New Jersey

Muro vertical de concreto

- b. Las barreras de seguridad de acero pueden ser de los siguientes tipos:

Cubiertos de Zinc, 550 gramos por metro cuadrado

Cubiertos de Zinc, 1100 gramos por metro cuadrado

Barras pintadas

Acero resistente a la corrosión

c. El espesor de las barreras de seguridad de acero puede ser:

Espesor del metal: 2,67 mm.

Espesor del metal: 3,43 mm.

d. Las terminales de las barreras pueden ser de los tipos que se indican a continuación:

Terminal en abatimiento

Terminal desviado y anclado o enterrado en el talud de corte

Pretil de tierra

Terminal absorbente de energía.

En las Disposiciones Especiales podrán normarse aspectos como: nivel de contención, deformación y nivel de severidad.

#### **617.02 Materiales.**

Los materiales a utilizar, deben ser de acuerdo con las siguientes secciones:

Viga de sección en caja	710.07
Concreto	601
Viga de acero resistente a la corrosión	710.06 (b)
Viga de acero galvanizado	710.06 (a)
Accesorios de guardavías	710.10
Postes de guardavías	710.09
Anclajes prefabricados	725.11
Etiquetas reflectoras	718.12 (b)
Láminas retro-reflectivas tipo I o tipo II	718.01
Apoyos de acero para barreras de madera	710.08
Soldadura	555.18
Cuerda o cable	709.02
Madera estructural tratada	716.03

Si es aprobado de previo por el Ingeniero de Proyecto, se puede utilizar cualquier material siempre y cuando haya superado satisfactoriamente los pruebas de impacto a escala real, de conformidad con los requisitos establecidos en la Norma de Ensayo NCHRP Report 350 de los Estados Unidos de América o a la Norma de la Comunidad Europea EN 1317.

#### **Requerimientos para construcción**

Todo sistema de contención que se instale, debe contar con un certificado que acredite que el sistema superó con éxito el ensayo a escala real para el cual fue diseñado, de acuerdo a la norma que establezca el Contratante.

**617.03 Postes.**

Los cortes de los postes de madera deben tratarse aplicando con brocha o spray, dos manos de preservante. No coloque los cortes en contacto directo con el terreno.

Cuando la superficie del pavimento esté a 1 metro de la cara de la barrera de seguridad, instale los postes antes de colocar la carpeta asfáltica.

Los postes deben ser hincados o colocados en excavaciones de acuerdo a las instrucciones del ingeniero y en concordancia con el diseño del sistema que esta siendo colocado

Los postes deben ser protegidos de la intemperie.

**617.04 Barreras.**

Instale las vigas de las barreras de seguridad después de haber colocado el pavimento en la zona adyacente al sistema de contención. No modifique las especificaciones del fabricante del sistema.

(a) Barreras de acero.

Las vigas curvas de las barreras de seguridad deben tener radios de 45 metros o menos.

Instale las vigas de la barrera en una línea suave continua, con los traslapes en la dirección del flujo del tránsito. Use pernos que penetren al menos 6 mm., pero no más de 25 mm. a través de las tuercas. Ajuste todos los tornillos.

Pinte todos los rayones que se hagan en la superficie del metal galvanizado, con 2 capas de pintura de óxido de zinc.

Se deben cumplir las especificaciones del fabricante del sistema.

**617.05 Terminales de barreras.**

La sección final o terminal de una barrera debe diseñarse y construirse asegurando que toda la barrera a la cual está conectada, pueda contener y redirigir el vehículo para el cual fue diseñada de acuerdo a las especificaciones del sistema utilizado.

El tipo de postes, vigas, accesorios y anclaje, se determinará según el tipo de terminal especificada.

El sistema de anclaje debe ser adecuado para que permita desarrollar la fuerza de tracción total de la barrera.

Cuando se instalan anclajes de concreto, constrúyalos en sitio o coloque unidades prefabricadas. No instale las vigas de contención a los anclajes colados en sitio hasta que el concreto haya sido curado por 7 días. Instale el final de los cables de anclaje fuertemente sin dejar partes flojas.

Use anclaje de tubo de acero o de concreto en la construcción del anclaje tipo BCT (Breakaway Cable Terminal).

Cuando las especificaciones lo requieran, construya bermas de tierra de acuerdo con la sección 204.

#### **617.06 Conexiones a la estructura.**

La construcción de la conexión entre el sistema de contención y la estructura de concreto reforzado serán de acuerdo a los planos y en concordancia con lo establecido contractualmente. Las terminales de las barreras deben quedar debidamente adheridas o empotradas a los pretiles.

#### **617.07 Remoción y recolocación de las barreras.**

Remueva y almacene las vigas, postes y sus partes. Remueva y almacene los postes que están hechos de concreto. Reemplace las vigas, los postes, los accesorios dañados durante su remoción, almacénelos o vuelva a colocarlos. Rellene los agujeros que resulten de la remoción de las barreras y los anclajes con material granular de acuerdo con la sección 209.

La instalación debe hacerse de acuerdo a especificaciones del fabricante.

#### **617.08 Levantamiento de nivel de las barreras.**

Remueva las barreras existentes. Reemplace y coloque los postes según sea necesario. Reemplace las vigas, los postes y los accesorios dañados durante la remoción y levantamiento. Las barreras deben estar colocadas a una altura tal que permitan el funcionamiento efectivo del sistema, de acuerdo a las especificaciones del fabricante, principalmente cuando se hayan dado modificaciones en el nivel de rasante de los pavimentos adyacentes.

#### **617.09 Aceptación.**

Los materiales utilizados para las barreras de protección serán evaluados según las secciones 107.02 y 107.03.

La construcción del sistema de contención será evaluada de acuerdo con las secciones 107.02 y 107.04.

Las bermas de tierra deben ser evaluadas de acuerdo con la sección 204.

La excavación estructural debe evaluarse de acuerdo con la sección 209.

La soldadura será evaluada de acuerdo con la sección 555.18.

El concreto deberá cumplir lo establecido en la sección 601.

#### **617.10 Medición.**

La medida de las barreras de seguridad, excepto las de madera con refuerzo de acero y los postes de acero, se hará por metro a lo largo de la cara del poste, excluyendo las secciones finales.

La medida de las vigas de madera con refuerzo de acero y de los postes de acero será por metro a lo largo de la cara del poste, incluyendo las secciones finales.



La medida de las secciones finales será según lo anterior, excepto la medición de las siguientes secciones finales como parte de las barras:

Viga de madera con refuerzo de acero en las secciones finales

Postes de acero de las secciones finales

Anclajes tipo BCT (Breakaway Cable Terminal) contruidos como parte de un sistema CRT(Cable Releasing Terminal)

La medición de la remoción y recolocación de la barrea y su levantamiento se hará por metro a lo largo de la cara del poste incluyendo las secciones finales reutilizadas.

Se deben incluir en la medición todos los postes de reemplazo (excepto los postes de reemplazo para postes dañados por las operaciones de construcción) usados en la remoción, recolocación, o levantamiento de la barrera.

Mida cada una de las conexiones a la estructura.

Mida cada una de las transiciones de concreto reforzado.

Mida las bermas de tierra según la sección 204.

**617.11 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica abajo, serán pagadas al precio del contrato mediante la unidad de medida para los renglones de pago listados a continuación. El pago será la compensación completa por el trabajo indicado en esta sección. Vea la sección 110.05.

El pago se debe hacer de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.617.01</b> Sistema de barrera de seguridad, tipo_, clase	Metro lineal (m)
<b>CR.617.02</b> Sección final tipo_____	Cada una
<b>CR.617.03</b> Remoción y recolocación de la barrera de seguridad.	Metro lineal (m)
<b>CR.617.04</b> Levantamiento de la barrera de seguridad	Metro lineal (m)
<b>CR.617.05</b> Postes de reemplazo	Cada uno
<b>CR.617.06</b> Conexión a la estructura	Cada uno
<b>CR.617.07</b> Transición del concreto reforzado	Cada uno

Para la instalación de sistemas de contención vial ver: "Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carretera" del Ing. German Valverde González, enero de 2010, U.C.R.

**Sección 618.) BARRERAS DE CONCRETO Y PREFABRICADOS**

**618.01 Descripción.**

Consiste en la construcción o recolocación de barreras de concreto y sistemas de contención prefabricados.

#### **618.02 Materiales.**

Los materiales a utilizar deben ser de acuerdo con las siguientes secciones:

Concreto clase A (AE)	552
Accesorios del guardavías	710.10
Cemento hidráulico	701.01
Barrera de concreto prefabricado	725.11 (b)
Material de relleno preformado para juntas	712.01 (b)
Acero de refuerzo	709.01

### **Requerimientos para la Construcción**

#### **618.03 General.**

La excavación y el relleno se ejecutarán de acuerdo con la Sección 209. La instalación debe realizarse de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

Todo sistema de contención que se instale debe contar con un certificado que acredite que el sistema superó con éxito el ensayo a escala real para el cual fue diseñado, de acuerdo a la norma que establezca el Contratante.

#### **618.04 Barreras de concreto.**

Las barreras de concreto pueden ser coladas en sitio, encofrado deslizante, o prefabricadas conforme a la Sección 552. Los lados y la parte superior deben tener un acabado acorde con la Sección 552.16 (a).

(a) Colado en Sitio: El encofrado será colocado manualmente y las juntas de construcción deben tener 5mm de ancho y 50 mm de profundidad a intervalos de 6 metros. Se deben cortar las juntas tan pronto como sea posible, después de que el concreto tenga la suficiente consistencia como para que pueda pasar sierra durante el ranurado, pero antes de que aparezcan las grietas por contracción. Reduzca la profundidad del corte de sierra en el borde adyacente al pavimento para prevenir daños en el mismo.

Rellene todas las juntas con un material pre-formado a 19 mm de espesor. Corte el sobrante de relleno de la junta para llenar la sección en las estructuras y las barreras de las juntas de construcción. Construya las juntas de los bordes. Selle las juntas de acuerdo con la Subsección 552.12.

(b) Encofrado deslizante. No tocar el concreto fresco construido con formaleta deslizante, excepto para operaciones menores o remoción de excesos o afinado ligero.

Hacer ajustes en la operación para reparar los daños o irregularidades mayores de 10 mm que aparezcan en el proceso constructivo. No use agua para corregir las imperfecciones.

(c) Prefabricado. Se debe colocar las barreras prefabricadas en tramos. Ubique las juntas alineadas y conecte las secciones adyacentes de manera aceptable, la barrera de fundación no debe presentar variaciones superiores a los 6 mm en relación con un escantillón de 3 m.

#### **618.05 Barrera prefabricada de concreto.**

(a) Fabricación. Se debe suministrar al Contratante una sección de muestra del guardacaminos que va a ser usado como barrera de contención. La fabricación del guardavía deberá ser conforme a la muestra suministrada y aprobada en forma, color y textura. El guardacamino deberá cumplir lo siguiente:

- El producto prefabricado debe contar con el certificado de calidad del fabricante.
- Deberá presentarse el diseño de mezcla del concreto y las relaciones agua/cemento.
- Se usará acero de refuerzo cubierto de un agente epóxico en al menos 50 milímetros de la superficie expuesta.

(b) Sección de prueba. Se comprobará que las dimensiones del guardacaminos son las adecuadas para su colocación en el sitio mediante la fabricación de una muestra de guardacamino de 3 metros longitud a escala natural, ésta se llevará hasta el sitio de colocación para efectuar una comparación entre las dimensiones de la muestra y la fundación. Si la muestra no es razonablemente aceptable entonces se deberá de fabricar otra sección según el punto (a) del párrafo anterior. Las secciones de prueba que no calcen no deberán utilizarse en la instalación del guardacaminos.

(c) Instalación. Después de que la sección ha sido aprobada, se fabricarán las secciones del guardacaminos para toda la extensión en donde serán colocados. Se prevendrán daños de fabricación, manejo y colocación del guardacaminos. Se repararán o reemplazarán las secciones dañadas. Se preparará la fundación y colocarán las secciones. Se utilizará un sellador de juntas para hacer calzar las juntas falsas. A intervalos de 30 m y en los puntos bajos del guardacamino, se excavarán los fosos en que se colocará el guardacamino y se llenarán con agregado de 150 mm de tamaño máximo, de acuerdo con la norma AASHTO M 43 No.57.

#### **618.06 Terminales.**

Si la barrera está siendo construida cerca de los carriles de una carretera que está abierta al tránsito, se colocará una sección terminal temporal cuando termine cada jornada de trabajo.

Se deberán construir las bermas de los taludes según la Sección 204.

#### **618.07 Barreras iniciales.**

Las vigas iniciales y las secciones terminales deben estar de acuerdo a las Subsecciones 618.03 y 618.06.

#### **618.08 Aceptación.**

El material para la barrera de concreto y el Guardacaminos prefabricado (excepto el concreto y el acero de refuerzo) serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de barreras de concreto y concreto prefabricado será evaluada de acuerdo a la Subsección 107.02.

Las barreras de concreto prefabricado serán evaluadas de acuerdo a la Subsección 107.02 y 107.04.

El concreto será evaluado de acuerdo a la Sección 552.

El acero de refuerzo será evaluado de acuerdo a la Sección 554.

#### **618.09 Medición.**

Mida la barrera de concreto colado en sitio y la prefabricada desde su parte superior por metro lineal, excepto en las secciones terminales. Mida las secciones terminales una por una. Mida la barrera de inicio en la posición en que se ubica, excluyendo las secciones terminales. Mida las bermas de tierra según la Sección 204.

#### **618.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas y aprobadas, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para los renglones de pago listados abajo. El pago será por compensación del trabajo indicado en esta sección. Ver Subsección 110.05.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.618.01</b> Barrera de concreto	Metro lineal (m)
<b>CR.618.02</b> Guardacamino de concreto prefabricado	Metro lineal (m)
<b>CR.618.03</b> Sección terminal (descripción)	Unidad (Und)
<b>CR.618.04</b> Barrera inicial	Metro lineal (m)

## **Sección 619.) CERCAS, PORTONES Y GUARDAGANADO**

### **619.01 Descripción.**

Consiste en la construcción de cercas, portones, guardaganado y postes de señalamiento reflectivos; además, considera la remoción y reconstrucción de cercas.

### **619.02 Materiales.**

El material debe estar de acuerdo a las siguientes secciones y subsecciones:

Alambre de púas	710.01
Valla de cadena	710.03
Concreto	601
Portones	710.05
Postes de madera	710.04
Lechadas	725.22 (e)
Unidades de concreto prefabricado	725.11
Acero de refuerzo	709.01
Barrera temporal de plástico	710.11
Mallas	710.02

### **619.03 Cercas y portones.**

(a) General. Se limpiará a lo largo de la cerca. Se removerá y eliminarán los árboles, estacas, raíces de árboles, basura y escombros de acuerdo con la Sección 201.06. Se limpiará una franja de 3 metros para la cerca de cadena y un metro para la cerca de cable o de alambre de púas. La limpieza no será requerida excepto donde hay pequeños y abruptos desniveles en el contorno del terreno y que se requiera remover los escombros para darle la pendiente adecuada a la línea de la cerca. Se removerán o eliminarán las estacas en los límites de la franja de limpieza.

Se programará la instalación de la cerca proveyendo una cerca temporal u otros dispositivos adecuados para prevenir accidentes. En los puentes, pasos de ganado y alcantarillado, se conectarán las nuevas cercas a la estructura de modo que permitan el pasaje libre a través de ésta.

(b) Cerca de cadena y portones.

(1) Postes. Se ubicarán los postes en intervalos menores a 3 metros. Se medirá el espaciamiento entre los postes de forma horizontal. Se colocarán los postes verticalmente. Se colocarán los postes de concreto de acuerdo con la Sección 601. Donde se encuentra roca sólida sin recubrimiento vegetal, se perforarán los agujeros para los postes con una profundidad mínima de 350 milímetros; los agujeros para esquinas, portones y postes iniciales se taladrarán con una profundidad de al menos 500 milímetros dentro de la roca sólida. El diámetro o ancho del agujero debe ser de al menos 25 milímetros mayor que el ancho o diámetro del poste. Se cortará el poste a la longitud requerida antes de la instalación o perforación del agujero para darle al poste el tamaño requerido. Se colocarán los postes a plomo y se rellenará el agujero con un material adecuado (concreto pobre o suelo según sea la longitud de la perforación). Se apisonará el material de relleno y se cubrirá la parte superior para drenar el agua del poste. Donde la sección de roca sólida está cubierta con suelo o roca sólida sin recubrimiento vegetal, se deben ubicar los postes con la altura planeada o a una altura mínima dentro de la roca sólida tal como se especifica en el párrafo anterior. Cuando la roca sólida es encontrada antes de la profundidad esperada, se ubicará el poste en la zona en donde aparece la roca y se rellenará el agujero de concreto dentro de la roca sólida hasta la parte superior del suelo. Se proveerán los portones, esquinas y postes de acuerdo a los planos. Un cambio en el alineamiento de 20 grados es considerado como una esquina.

(2) Barra superior. Se instalarán las barras superiores a través de las cubiertas ornamentales de la línea

de postes, de modo que se forme un arriostre de final a final de cada cerca.

(3) Cable de tensión. Se fijará el cable de tensión en portones, esquinas o postes por medio de bandas y abrazaderas.

(4) Fabricación de cercas. Las cercas ubicadas en el derecho de la vía serán de malla y se ubicarán fuera de la carretera. Podrán utilizar otro tipo de cerca si así se establece en las especificaciones especiales. En curvas, las caras de postes de las cercas deben ubicarse del lado afuera de la curva. En las cercas residenciales y cercas fuera del derecho de vía se ubicará la cara del poste, según lo indique el Contratante.

Se ubicará la cerca a una distancia de aproximadamente 25 milímetros sobre el suelo y en línea recta entre los postes. Se excavarán los puntos altos del terreno para mantener la pendiente. No se llenarán las depresiones sin aprobación previa.

Se fijará la cerca a la línea de postes usando cables, bandas de metal u otros métodos aprobados. Se fijará la parte superior e inferior de cada cerca con los cables o las barras dispuestas para ello.

(5) Portones. Se fijarán las mallas a los postes finales del portón por medio de alambre o cables similares a las indicadas en el método anterior o por otros métodos aprobados por el Contratante.

Se deberán limpiar las conexiones de soldadura de los marcos de los portones donde el esmalte ha sido quemado por la soldadura. Se removerán los rastros de soldadura y la pérdida de esmalte. Se pintarán las áreas limpiadas con dos capas de pintura de óxido de zinc. Se proveerá una fundación de concreto para el pasador de cierre central de piso en los portones metálicos de dos puertas. Se hará un agujero para recibir el pasador de cierre a la profundidad especificada por el fabricante.

Se colocarán bisagras en los portones de manera que no puedan desarmarse sin herramientas. Los portones se colocarán para que puedan rotar libremente hacia adentro y hacia fuera por lo menos 90 grados en cada dirección.

#### (c) Portones y cercas de alambre

(1) Postes. Se excavarán agujeros para los postes, pies de apoyo y anclajes. Se ubicarán los postes en intervalos que estén de acuerdo con el tipo de barrera que se instalará. Se colocarán los postes en posición vertical. Se rellenarán los agujeros en capas de 150 mm. Se tapará y rellenará cada agujero.

Donde se encuentra roca sólida sin cubierta vegetal, se taladrarán los agujeros para los postes con una profundidad mínima de 350 milímetros; en el caso en que los postes se ubiquen en las esquinas y en portones se penetrará al menos 500 milímetros en la roca sólida. Se hará el agujero con un diámetro o ancho de al menos 25 milímetros mayor que el diámetro o ancho del poste. Se cortará el poste a la longitud requerida en su instalación o se taladrará el agujero a la profundidad requerida.

Cuando se encuentra roca sólida cubierta por suelo o un estrato rocoso, se ubicarán los postes a la profundidad especificada o a la profundidad mínima dentro de la roca sólida, se usará el caso que tenga la profundidad menor.

Instale postes esquineros en cambios de alineamiento de 30 grados o más.

(2) Arriostres. Los límites de las cercas protectoras no deberán exceder más de 200 metros entre arriostres adyacentes o arriostres de portones. Se instalarán los arriostres en intervalos uniformes para que la distancia entre ambos sea de 200 metros o menos. Se construirán los arriostres antes de colocar las barreras de fábrica y se colocarán los cables en los postes.

Arriostres de metal. Se colocarán los postes de esquina con dos arriostres, se ubicará un arriostre en cada dirección desde el poste hacia la línea principal de la cerca. Se sujetarán los arriostres metálicos a cada componente y se colocarán embebidos en concreto.

(3) Alambre de púas. Se ubicará el alambre de púas en la cara del poste opuesta a la carretera. En alineamientos curvos se ubicará el alambre en la cara que está hacia afuera de la curva.

Se aplicará la tensión de acuerdo con las recomendaciones del productor del alambre usando un dispositivo mecánico o cualquier otro dispositivo diseñado para tal efecto. No se utilizará un vehículo motor para

tensar el alambre. Cuando se utilice alambre de púas, el espaciamiento máximo entre dos postes será de 15 metros.

(4) *Instalación de portones*

(a) *Portones.* Se construirán los portones de alambre con el mismo material de la barrera. La operación de abrir y cerrar el portón deberá ser posible de ejecutarse manualmente.

(b) *Portones de metal.* Se instalarán los portones de metal y los accesorios. Se sujetarán firmemente los accesorios a los postes y portones. Se colocarán bisagras en cada portón de manera tal que no puedan desarmarse sin el uso de herramientas adecuadas. Se ubicará el portón de modo que pueda girar libremente en su espacio; en el caso de portones dobles se ubicarán en el espacio correspondiente. Los portones dobles deberán ubicarse de modo que cada una de ellos pueda girar libremente en cada dirección y deben girar al menos 90 grados en cada dirección.

Para portones dobles se proveerá un dispositivo de cerradura con fijación a una base de concreto de 300 mm de diámetro y 300 mm de profundidad.

**619.04 Barreras con conexión a tierra.**

En caso de que una línea eléctrica se cruce con una cerca, realizar una conexión a tierra; la cual deberá construirse con una varilla de cobre de 13 mm. de diámetro mínimo y 2,5 m. de longitud mínima. La varilla de cobre debe ser enterrada verticalmente, de modo que la parte superior quede cubierta por una capa de al menos 150 mm. Conecte la varilla a la cerca mediante un conductor 600-63 de 5 mm. de diámetro o su equivalente. Además limpie las conexiones o proteja con abrazaderas de un material no corrosivo.

Donde una línea eléctrica se ubica de forma paralela, cercana, o sobre la barrera, haga una conexión a tierra en cada finalización de la barrera o en cada puerta, a intervalos que no excedan los 500 m.

En donde no se pueda hacer una penetración vertical, usar un sistema equivalente en sentido horizontal.

**619.05 Reconstrucción y remoción de barreras de protección.**

Remueva la barrera existente o reconstrúyala hasta llevarla a la condición de la barrera original. Almacenar el material de la barrera removida, y el que esté en buenas condiciones utilícelo en la reconstrucción de la barrera. Cuando los postes han sido embebidos en una base de concreto, remueva el concreto anterior y replácelo. Coloque los postes de modo que queden bien firmes en el nuevo alineamiento. La ubicación de los postes y sus uniones deben ser los mismos que los de la barrera original.

**619.06 Cerca temporal.**

Cuando es necesario, coloque una barrera temporal para disminuir los riesgos por accidentes y canalizar el tráfico de forma segura. La barrera temporal debe estar en el proyecto solamente durante la construcción, luego debe ser removida.

**619.07 Sistemas de protección para el ganado.**

(a) *Excavación y relleno.* Desarrolle el trabajo según lo descrito en la Sección 209. Excavar la fundación a una profundidad suficiente para poder instalar adecuadamente el encofrado.

Cuando la barrera sea construida en un terraplén nuevo, complete y compacte el terraplén de acuerdo con la Sección 204.

(b) *Fundación de concreto.* Construya las fundaciones de concreto de acuerdo con la Sección 601. Las unidades de concreto pueden ser coladas in situ o pre-fabricadas.

(c) *Sistemas de protección para el ganado.* La fabricación de las barreras para ganado debe ejecutarse

de acuerdo con la Sección 555. Ensamble y ubique las barreras como se indica en los planos. Coloque firmemente la barrera en la fundación.

Una las bandas de acero a la barrera como se indica en los planos. Conecte las barreras y portones de acuerdo con los planos.

Los sistemas de protección para el ganado prefabricados se pueden usar solo si son aprobadas por el Contratante. Los diseños deben cumplir la norma AASHTO M 18. Los planos deben ser preparados y suministrados de acuerdo con la Subsección 104.03. La aceptación de los planos cubre los requerimientos para esfuerzos y detalles solamente. No se asumirá la responsabilidad por errores en las dimensiones.

(d) Pintura. Todas las partes de metal deben recibirse con al menos, una capa de pintura. En el campo deben ser sujetas de dos capas más. La pintura debe estar de acuerdo con la Sección 563.

**619.08 Postes.**

Se perforarán agujeros para los postes. Los postes se construirán con un material aprobado.

**619.09 Aceptación.**

El material para cercas, portones y sistemas de protección para el ganado debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03. La construcción y colocación de dichos dispositivos y de los postes deberá ser evaluada de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04. La excavación y el relleno para los sistemas de protección para el ganado deberán ser evaluadas de acuerdo con la Sección 209. El acero para este tipo de sistema deberá ser evaluado de acuerdo a la Sección 555, mientras que la pintura deberá ser evaluada de acuerdo con la Sección 563 y el concreto según la Sección 601.

**619.10 Medida.**

La medida de la cerca, su remoción y su reconstrucción se efectuará por metro, sobre la parte superior de la cerca.

La medida de portones, sistemas de protección para el ganado, paneles de entrada y postes se hará por unidad.

**619.11 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se indicó anteriormente, se pagarán por unidad de medida para los renglones de pago que se indican a continuación. El pago será la compensación total para el trabajo indicado en esta Sección. (Ver Subsección 110.05).

El pago se efectuará de la siguiente forma:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.619.01</b> Barrera (descripción)	Metro lineal (m)
<b>CR.619.02</b> Barrera (descripción)	Unidad (Und)
<b>CR.619.03</b> Barrera de ganado	Unidad (Und)
<b>CR.619.04</b> Panel de entrada	Unidad (Und)
<b>CR.619.05</b> Remoción y reconstrucción de barreras	Metro lineal (m)

**Sección 620.) MAMPOSTERÍA DE PIEDRA**

**620.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción o rehabilitación de estructuras de mampostería de piedra y en las secciones de mampostería de piedra de estructuras compuestas.

La clase de mampostería se designa de acuerdo con la Subsección 705.03 y lo siguiente:

(a) Mampostería dimensionada. Las piedras se cortan en dos o más dimensiones y se colocan sobre mortero de forma traslapada y aleatoria en tamaño.

(b) Mampostería clase A. Las piedras se forman, se ajustan con una tolerancia de 6 milímetros con respecto a una línea recta y se colocan sobre mortero.

(c) Mampostería clase B. Las piedras se forman, se ajustan con una tolerancia de 19 milímetros con respecto a una línea recta y se colocan sobre mortero.

(d) Mampostería de piedra bruta. Las piedras varían en forma y tamaño, están labradas de forma irregular y están colocadas sobre mortero en hiladas irregulares.

El acabado de las caras expuestas se designa de acuerdo con la Subsección 705.03 (f).

#### **620.02 Materiales.**

Deben cumplir con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto hidráulico	601
Mortero	725.22 (f)
Mortero para apoyos y juntas de mampostería	712.05 (a)
Roca para estructuras de mampostería	705.03

### **Requerimientos constructivos**

#### **620.03 General.**

Se debe suministrar piedra semejante a la piedra natural del sitio del proyecto. Se debe presentar al Contratante, muestras que representen el rango de colores y tamaños de piedra que se utilizarán en el proyecto, 14 días antes de iniciar el trabajo.

Se debe mantener un inventario adecuado de la piedra en el sitio para proveer a los albañiles con una amplia variedad de piedras. Cuando se incorpora piedra adicional, se debe mezclar la piedra nueva con la piedra existente siguiendo un patrón y color uniforme.

Se debe realizar la excavación y relleno según la Sección 209. Se debe preparar el terreno de cimentación en dirección normal o en escalones en dirección normal a la cara de la mampostería. Cuando se utiliza mampostería para la cimentación, se debe limpiar cuidadosamente la superficie de apoyo y se debe humedecer inmediatamente antes de extender la capa de mortero.

#### **620.04 Colocación de la piedra.**

Se debe colocar la piedra de forma que se provea un patrón y color uniforme. Se debe mantener la mampostería terminada a una temperatura superior a 4 °C durante las 24 horas posteriores a la construcción. Se debe limpiar y humedecer completamente todas las piedras, inmediatamente antes de colocarse. Se debe limpiar y humedecer la base (sisa horizontal).

Cuando se retire y reemplace la mampostería de piedra se deben utilizar herramientas manuales para limpiar el mortero de las caras expuestas de las piedras antes de restaurarlas.

Se debe extender el mortero. El espesor de las sisas horizontales y de las juntas de las piedras de revestimiento debe estar conforme con los requisitos que se muestran en la Tabla 620-1. Las juntas de los segmentos de los arcos (dovelas) en las fachadas y en los soffitos, deben tener un espesor no menor de 6 milímetros pero no mayor de 38 milímetros. La sisa de cada hilada debe tener un espesor uniforme en toda la longitud.

Las juntas en la mampostería dimensionada se deben construir verticales. En los demás tipos de mampostería, las juntas pueden tener un ángulo con respecto a la vertical entre 0 y 45 grados.



Las capas de asiento o sisas transversales de las paredes verticales deben ser horizontales (estar niveladas). Las capas de asiento o sisas de los muros inclinados pueden tener una dirección que varía desde la horizontal hasta una dirección normal a la línea inclinada de la cara del muro.

Se debe colocar las piedras con la cara más larga en dirección horizontal y la cara expuesta paralela a la cara de la mampostería. Se deben rellenar las juntas con mortero.

No se deben golpear o mover las piedras que ya se han colocado. Si alguna piedra se ha aflojado después de que el mortero ha alcanzado el fraguado inicial, se debe quitar la piedra, limpiar el mortero y colocar nuevamente la piedra utilizando mortero fresco.

Tabla 620-1

**Espesores de las sisas horizontales y juntas en la mampostería**

<b>Clase</b>	<b>Sisas horizontales (mm)</b>	<b>Juntas (mm)</b>
Piedra bruta	13 - 64	13 - 64
Clase B	13 - 50	13 - 50
Clase A	13 - 50	13 - 38
Dimensionada	10 - 25	19 - 25

**620.05 Elaboración de las juntas.**

Se debe cumplir con los siguientes requisitos:

(a) Construcción de juntas nuevas. En las juntas en las superficies superiores se debe colocar el mortero alrededor del contorno del bloque con una ligera inclinación en el centro de la mampostería para proporcionar drenaje.

Cuando se requieran juntas rebajadas se debe raspar el mortero en las juntas y sisas horizontales en la cara expuesta hasta la profundidad requerida (aproximadamente 20 mm). Cuando se requieran juntas biseladas, se debe raspar inclinadamente de forma ligera las juntas. No se debe dejar el mortero al mismo nivel que las caras de las piedras.

Se deben limpiar las manchas de mortero de las caras de las piedras mientras el mortero está fresco. Después de que el mortero ha fraguado, se deben limpiar nuevamente utilizando cepillos de alambre y ácido. Se debe proteger la mampostería del clima caliente o seco y se debe mantener húmeda durante al menos 3 días después de que se ha completado el trabajo.

(b) Restauración de juntas. Se debe remover el mortero desprendido de las juntas utilizando un cincel pequeño o una piqueta, un cincel neumático pequeño u otra herramienta para labrar juntas aprobado por el contratante. No se deben utilizar sierras mecánicas o esmeriladoras. Si se utiliza equipo mecánico se debe comprobar su competencia antes de utilizarse para remover el mortero de la estructura. Se debe retirar el mortero hasta una profundidad igual a 2 ½ veces el espesor de la junta. Se debe eliminar la suciedad o vegetación con un cepillo de alambre u otras herramientas aprobadas por el Contratante. Se debe limpiar la junta de todos los fragmentos desprendidos y del polvo con aire comprimido o agua.

Antes de rellenar la junta se deben humedecer las piedras adyacentes. No se debe colocar mortero a una profundidad mayor a 2 ½ veces el ancho de la junta. El mortero se debe colocar en capas con un espesor de aproximadamente 6 milímetros para las juntas con una profundidad mayor a 2,5 milímetros. Se deben añadir las capas sucesivas cuando el mortero ha alcanzado tal dureza que sea posible estampar la huella del dedo pulgar sin que se queden residuos en el dedo. Se debe trabajar la capa final según el acabado aprobado. Se debe construir una sección de prueba de la junta de 1 metro de longitud a lo largo de la estructura para que sea aprobada por el Contratante antes de continuar el trabajo. La sección de prueba aprobada puede incorporarse en el trabajo.

Se debe limpiar el mortero sobrante y las manchas en la mampostería de piedra utilizando un cepillo de cerdas después de que el mortero haya secado pero antes del fraguado inicial. Para la limpieza no se deben utilizar productos químicos a menos que hayan sido aprobados por el Contratante. Se deben proteger las juntas del clima caliente y seco manteniéndolas húmedas durante 3 días después de que se ha concluido el trabajo.

#### **620.06 Construcción de las paredes.**

Se debe construir una sección de pared de prueba en forma de L, con una altura no menor de 1,5 metros y 2,5 metros de largo, en la cual se muestre ejemplos de las paredes expuestas, remate de pared, método de labrado de esquinas y el método de fabricación de juntas. No se debe colocar la mampostería, aparte de la mampostería de la cimentación, antes que la muestra haya sido aprobada.

Se deben colocar las piedras de revestimiento siguiendo un patrón irregular y aleatorio para producir el efecto mostrado en los planos y que corresponda con la sección de prueba aprobada. No se deben extender las sisas horizontales en una línea continua a lo largo de más de 5 piedras y las juntas no por más de dos piedras. Se debe adherir cada piedra de revestimiento con las piedras de revestimiento contiguas por lo menos 150 mm longitudinalmente y 50 milímetros verticalmente. No se debe construir de manera que las esquinas de cuatro piedras sean adyacentes.

No se deben agrupar piedras pequeñas o piedras del mismo tamaño, color o textura. Generalmente, el tamaño de las piedras decrece desde la base hacia la parte superior del trabajo. Se deben usar las piedras grandes en las primeras hilas al pie del muro y piedras largas seleccionadas en las esquinas.

(a) Perpiaños. Cuando se requieran, se deben distribuir de forma uniforme a lo largo de las paredes de las estructuras para constituir al menos el 20 por ciento de las caras.

(b) Relleno. En la construcción del relleno no se deben utilizar piedras grandes. Las piedras individuales que forman el relleno y el núcleo se deben adherir con las piedras de la pared de fachada y entre ellas. Se deben rellenar completamente todas las aberturas e intersticios en el relleno con mortero o con fragmentos recubiertos completamente con mortero.

(c) Hilada de coronación. Las hiladas de coronación se deben construir como se muestran en los planos. Cuando no se exigen hiladas de coronación, se debe terminar la parte superior de la pared con piedras suficientemente anchas para cubrir la parte superior del muro, que tengan una longitud entre 0,5 m y 1,5 m y que sean de alturas irregulares, con una altura mínima de 150 mm. Se deben colocar las piedras de forma que la hilada superior sea parte integral del muro. Se debe alinear los remates de las hiladas superiores de piedra tanto en el plano vertical como en el plano horizontal.

(d) Parapetos. En los extremos de los parapetos y en todos los ángulos y esquinas expuestos se deben utilizar piedras seleccionadas, ajustadas, alineadas y con las cabezas labradas. Se deben entrelazar los perpiaños con la mayor cantidad de estos posibles, extendiéndose completamente a través del muro. Se deben vincular los perpiaños y los elementos de mampostería (bloques) al hilo en las dos caras del muro. Los perpiaños y los elementos de mampostería deben constituir prácticamente el volumen total del muro. Se deben rellenar completamente con mortero todos los intersticios y descantilladuras, grietas.

(e) Agujeros o hendiduras de drenaje. Se deben proveer agujeros de drenaje en todos los muros y los soportes que transmiten las cargas desde la superestructura al las fundaciones. Los agujeros de drenaje se deben ubicar en los puntos más bajos donde se pueda obtener desagües libres y el espaciamiento centro a centro no debe ser mayor de 3 metros.

#### **620.07 Revestimiento para el concreto.**

(a) Piedra colocada antes de la colocación del concreto. La superficie posterior de la mampostería debe hacerse irregular para mejorar la adherencia con el relleno de concreto.

Para anclar las piedras se debe utilizar acero de refuerzo N°10 M doblado en forma de S alargada. Se

debe empotrar cada anclaje hasta una profundidad de 50 milímetros en una capa de mortero, medidos desde la cara de las piedras. Se debe extender el otro extremo  $\pm 250$  milímetros dentro del relleno de concreto. Se debe espaciar los anclajes 0,5 m, tanto de forma horizontal como vertical.

Después de que el mortero ha alcanzado suficiente resistencia se debe limpiar la superficie de la mampostería de toda suciedad, material suelto y excesos de mortero. Se deben lavar las superficies con un chorro de agua a alta presión. Cuando se está colocando el concreto, se debe adherir mortero de cemento puro de consistencia cremosa en la parte superior del concreto y contra la mampostería. Se deben cubrir todos los intersticios en la parte de atrás de la mampostería con mortero.

(b) Concreto colocado antes de la colocación de las piedras. Se debe dejar un espesor de revestimiento según se muestra en los planos. Se deben colocar ranuras de metal galvanizado con anclajes en la superficie de concreto. Los anclajes se deben colocar con un espaciamiento vertical y horizontal menor de 600 mm. Se debe colocar un relleno temporal de fieltro u otro material para evitar rellenar las ranuras con concreto.

Cuando se esté colocando el revestimiento de piedra, se debe ajustar firmemente los anclajes metálicos en las ranuras con un espaciamiento vertical promedio de 600 mm. Al menos 25 por ciento de los anclajes se deben doblar con un ángulo recto corto para encajar un corte rebajado en la piedra. Se deben extender los anclajes 75 milímetros en la cara expuesta de la obra de mampostería.

Cuando la forma de la superficie de concreto no es adecuada para el uso de ranuras de metal se debe utilizar amarres, riostras de alambre de hierro galvanizado de 3,8 milímetros a una razón de 7 amarres, riostras por metro cuadrado de superficie expuesta. Se deben instalar los amarres, riostras después de que se ha curado el concreto utilizando una pistola neumática.

Se debe mantener la superficie de concreto húmeda durante las dos horas previas a la colocación de las piedras y se deben rellenar los espacios entre las piedras con mortero.

#### **620.08 Construcción de arcos.**

Se deben elaborar y presentar los planos de la obra falsa de acuerdo con las especificaciones de la Sección 562. Se deben estratificar las piezas del arco de forma paralela a la junta radial y se deben estratificar las demás piedras paralelas a las juntas horizontales.

Se debe disponer de una plantilla a escala natural del cuerpo del arco cerca de la cantera donde se muestren las dimensiones de las caras de cada una de las piedras del arco y el espesor de las juntas. Se debe recibir la aprobación antes de iniciar la conformación de cualquier pieza del arco y no se debe colocar ninguna pieza en la estructura hasta que todas las piezas del arco hayan sido cortadas y labradas.

Se debe construir el encofrado del arco de acuerdo con los planos aprobados. Se deben proveer las cuñas adecuadas para ajustar la elevación de los encofrados.

Se deben colocar las piezas del arco en la posición exacta y se deben mantener en su sitio por medio de cuñas de madera dura hasta que se rellenen las juntas con mortero. Cuando se requiera, se debe soportar los encofrados mediante gatos aprobados para corregir el asentamiento después de que se inicia la colocación de la mampostería. Se debe bajar el encofrado de forma gradual y simétrica para evitar producir sobreesfuerzos en el arco. El arco debe ser auto-soportante antes que se coloquen las barandas o la hilada de coronación.

Para arcos de tímpano relleno se deben retirar los encofrados antes de construir las paredes de los tímpanos para evitar obstruir las juntas de expansión. Se debe colocar el relleno de forma que el cuerpo del arco esté cargado de manera uniforme y simétrica.

#### **620.09 Muretes**

Se debe utilizar mampostería de piedra bruta. Las pantallas interiores de concreto para los muretes pueden ser coladas in situ o de unidades prefabricadas de acuerdo con la Sección 601. El concreto debe tener una resistencia mínima a la compresión a los 28 días de 25 megapascuales.

Se debe construir una sección de prueba de los muretes de 8 metros. No se debe construir muretes antes que la sección de prueba haya sido aprobada.

Se debe construir el murete vertical y uniforme a lo largo de su longitud. Ninguna piedra debe sobresalir más de 38 milímetros. Se deben fabricar las sisas horizontales de mortero y las juntas de acuerdo con la Tabla 620-1. Se debe rebajar las juntas y las sisas hasta una profundidad de 50 milímetros en los lados frontal y superior y hasta una profundidad de 38 milímetros en la parte posterior.

Se debe utilizar un coronamiento de una pieza para todo el ancho del murete en al menos el 25 por ciento de la longitud total. En la longitud restante se debe utilizar coronamiento de dos piezas con la junta ubicada a menos de 100 mm del centro del murete.

Se deben colocar todas las piedras, incluyendo las piedras de coronamiento, de forma aleatoria para evitar seguir un patrón. Las piedras se deben colocar para reflejar el ancho de las juntas de expansión. No se debe dejar un espacio o un borde de mortero en la junta de expansión. Se deben utilizar piedras de diferentes tamaños para formar o calzar las esquinas del murete.

#### **620.10 Aceptación.**

Ver en la Tabla 620-2 los requisitos de muestreo y de ensayo.

El material para elaborar el mortero se evaluará según las Subsecciones 107.02 y 107.03. El mortero será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La piedra para las estructuras de mampostería se evaluará según las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La construcción o rehabilitación de las estructuras de mampostería de piedra se evaluará según la Subsecciones 107.02 y 107.04.

La excavación y el relleno se evaluarán de acuerdo con la Sección 209.

El concreto hidráulico se evaluará según la Sección 601.

#### **620.11 Medición.**

Se deben medir los ítems de la Sección 620 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Se debe medir la mampostería de piedra por metro cúbico en la estructura.

No se deben medir las secciones de pared de prueba que no estén incluidas en el trabajo.

Se debe medir la mampostería de piedra de los muretes incluyendo las secciones terminales.

Se debe medir la mampostería removida y reconstruida por metro cúbico en la estructura después de restaurarla.

Se debe medir la reconstrucción de las juntas de la mampostería de piedra a lo largo de la línea centro de la junta.

#### **620.12 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 620 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.620.01</b> Clase mampostería, ___ acabado	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.620.02</b> Guardamuro de mampostería de piedra	Metro lineal (m)
<b>CR.620.03</b> Remoción y reconstrucción de mampostería de piedra	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

Tabla 620-2

**Requerimientos de muestreo y ensayo**

Material o producto	Tipo de aceptación	Caract.	Categ.	Especificac. de métodos de ensayo	Frecuencia de muestreo	Lugar de muestreo	Muestra cuarteada	Tiempo de reporte
Mortero (712.05)	Medir y ensayar para determinar su cumplimiento según (107.04)	Realizar especímenes de ensayos, esfuerzo de compresión	---	AASHTO T 23 & T22	1 por instalación	Sitio de trabajo	---	---

**Sección 621.) MONUMENTOS Y MARCADORES**

**621.01 Descripción**

Este trabajo consiste en la construcción de monumentos y en el mantenimiento de marcas y postes.

**621.02 Materiales**

Los materiales se describen en las siguientes Secciones y Subsecciones:

Concreto	601
Pintura	708
Acero de refuerzo	709.01

**Requerimientos para la construcción**

**621.03 Monumentos y marcadores**

Ubicar puntos permanentes, de acuerdo con la Sección 152. Desarrollar el trabajo de excavación y relleno de acuerdo con la Sección 209. Colocar cada monumento y marcador verticalmente, en la ubicación requerida y con su elevación. Los monumentos podrían ser construidos en sitio o prefabricados de acuerdo con la Sección 601. Rellenar y compactar la zona alrededor del monumento o del marcador para que quede bien firme.

**621.04 Aceptación**

El material (exceptuando el concreto y la pintura) para los monumentos y las marcas será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La construcción de monumentos y marcas deberá ser evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La ubicación de puntos permanentes será evaluada de acuerdo con la Sección 152.

La excavación estructural y el relleno serán evaluados de acuerdo con la sección 209.

El concreto hidráulico será evaluado según la Sección 601.

La pintura será evaluada según la Sección 563.

**621.05 Medida**

La medida de los monumentos y marcas se hará por unidad.

#### 621.06 Pago

La aceptación de las cantidades, medidas como se indica, será pagada al precio del contrato por unidad de medida para el pago de los renglones listados abajo. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver Subsección 110.05).

El pago se hará así:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.621.01</b> Monumento	Unidad (Und)
<b>CR.621.02</b> Marca	Unidad (Und)

### **Sección 622.) RESERVADA**

### **Sección 623.) TRABAJOS GENERALES**

#### 623.01 Descripción

Este trabajo consiste en el suministro de trabajadores, herramientas y equipo menor, para el trabajo de construcción ordenado por el Contratante del proyecto, no incluidos en el contrato original. Debiéndose respetar en todo caso las disposiciones aplicables de la normativa jurídica vigente.

#### **Requerimientos para la construcción**

#### 623.02 Trabajadores y equipo menor

Suministrar trabajadores competentes y herramientas apropiadas para el trabajo que se ejecutará.

Las jornadas de trabajo diaria y semanal deben ser aprobadas antes de iniciar labores. Se deben mantener registros diarios del número de horas laboradas. Los registros deben ser suministrados al Contratante con copias certificadas del pago efectuado.

#### 623.03 Aceptación

Las labores generales serán evaluadas de acuerdo con la Subsección 107.02.

#### 623.04 Medida

La medición del tiempo laborado se efectuará por hora. Redondear hacia arriba las fracciones de hora a la media hora más cercana. No incluir en el pago el transporte de los trabajadores al sitio de labores.

#### 623.05 Pago

Las cantidades aceptadas, medidas como se ha indicado, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida de pago, según la lista indicada a continuación. El pago será la compensación total por el trabajo indicado en esta sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se efectuará de la siguiente manera:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.623.01</b> Labores generales	Hora (hr)

## **Sección 624.) CAPA VEGETAL**

### **624.01 Descripción**

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de capa vegetal y la colocación de suelo conservado. Para realizar el tipo de labores que se describe adelante, el Contratista debe contratar a una empresa especializada en la materia o a un profesional en Agronomía, los que darán las recomendaciones pertinentes para cada caso específico, mismas que deberán ser aprobadas por el Ingeniero de Proyecto.

### **624.02 Materiales**

El material debe estar de acuerdo a las siguientes subsecciones:

Capa vegetal (Suministrada)	713.01 (a)
Capa vegetal (Conservada)	713.01 (b)

### **Requerimientos para la construcción**

### **624.03 Preparación de áreas**

Conformar todas las pendientes y áreas para ser cubiertas por capa vegetal. Construir las pendientes con una relación 1:3 o planas, en ambos casos con un espesor de 100 mm.

### **624.04 Colocación de la capa vegetal**

Anunciar con al menos 7 días de anticipación la colocación de la capa vegetal. No colocar la capa vegetal cuando el suelo está excesivamente húmedo, u otra condición que deteriore el trabajo. Mantener las superficies del camino limpias durante las operaciones de arrastre y extensión de materiales.

Extender la capa vegetal a una altura tal, que al asentarse el material, alcance la altura buscada. El suelo tiene que quedar con una textura adecuada. Remover y disponer todos los montículos que tenga la superficie, las piedras cuyo tamaño sea superior a los 50 mm, raíces, troncos y otros objetos pequeños de acuerdo con la Subsección 203.05.

Compactar la capa vegetal después de colocada usando un rodillo, un tractor, u otros equipos similares, para formar depresiones longitudinales de 50 cm de ancho, que queden perpendiculares al flujo natural del agua.

### **624.05 Aceptación**

El material para capa vegetal (suministrado) será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El material para capa vegetal (conservado) será evaluado de acuerdo con la Subsección 107.02.

La colocación del material de la capa vegetal (suministrada y conservada) será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

### **624.06 Medida**

Medir la colocación y el suministro de la capa vegetal, y la colocación de la capa vegetal conservada, por metro cúbico en el vehículo de colocación, por hectárea en la superficie, o por metro cuadrado.

### **624.07 Pago**

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica abajo, serán pagadas al precio de contrato por unidad de medida para el pago de los renglones listados abajo. El pago será la compensación total por el trabajo

indicado en esta sección. Ver Subsección 110.05.

El pago deberá hacerse por:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.624.01</b> Suministro y colocación de capa vegetal, ___ profundidad	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.624.02</b> Suministro y colocación de capa vegetal, ___ profundidad	Hectárea (Ha)
<b>CR.624.03</b> Suministro y colocación de capa vegetal	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.624.04</b> Colocación de capa vegetal conservada, ___ profundidad	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.624.05</b> Colocación de capa vegetal reciclada, ___ profundidad	Hectárea (Ha)
<b>CR.624.06</b> Colocación de capa vegetal conservada	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )

## **Sección 625.) INSTALACIÓN DEL CÉSPED**

### **625.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la preparación del suelo, el riego, la fertilización, la siembra y la colocación del recubrimiento vegetal.

Los métodos de siembra y colocación del recubrimiento vegetal se designan como método seco o hidráulico.

### **625.02 Materiales.**

Los materiales deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Calizas de uso agrícola	713.02
Fertilizante	713.03
Semillas	713.04
Cubierta vegetal	713.05
Agua	725.01

### **Requerimientos constructivos**

### **625.03 General.**

El césped se debe instalar en los taludes terminados y zanjas, dentro de los 14 días posteriores a la finalización de la construcción en la sección. No se debe sembrar cuando el clima es ventoso o cuando el terreno está excesivamente húmedo, extremadamente seco, con terrones, cuando la tierra está endurecida o el suelo no es disgregable.

### **625.04 Preparación de la zona de siembra.**

Se debe ajustar el área de siembra de acuerdo al alineamiento y a la pendiente. Se debe eliminar la maleza, trozos de madera, piedras con diámetro mayor a 50 milímetros y otros desechos perjudiciales para la colocación, crecimiento o mantenimiento del césped.

Si se requiere en el contrato, se debe emplear calizas, cal y protección contra gusanos.

Se debe arar el área que se va a sembrar hasta una profundidad mínima de 100 mm y se debe preparar una zona de siembra firme, pero disgregable, antes de plantar las semillas. No se debe cultivar las capas de agregados y suelo vegetal que fueron previamente cultivadas de acuerdo con la Sección 305.



**625.05 Riego.**

Se deben humedecer las áreas a sembrar antes de colocar las semillas y se debe mantener la humedad hasta 10 días después de la germinación.

**625.06 Fertilización.**

Se debe aplicar el fertilizante mediante los siguientes métodos:

(a) Método seco. Se incorpora el fertilizante en la parte superior de la zona de siembra antes de colocar las semillas.

(b) Método hidráulico. Se añade el fertilizante a una solución de agua suelo y otros compuestos insolubles, y se mezcla antes de añadir las semillas. Las semillas y el fertilizante se deben agregar en una sola aplicación.

**625.07 Siembra.**

Se debe sembrar según los siguientes métodos:

(a) Método seco. Se deben colocar las semillas mediante equipos mecánicos de siembra, perforadoras u otros equipos mecánicos. Los métodos de siembra manuales son satisfactorios en las áreas que son inaccesibles con el equipo mecánico. Se debe compactar ligeramente la zona sembrada 24 horas después de la siembra.

(b) Método hidráulico. Se debe utilizar equipo hidráulico capaz de proporcionar una aplicación uniforme utilizando el agua como agente de transporte. Se debe agregar al agua un material de rastro formado por madera o por recubrimiento vegetal de fibra de celulosa. Se debe colocar el material de trastero a una razón de 450 kilogramos por hectárea para que haya una evidencia visible de la aplicación uniforme. Se deben agregar las semillas a la solución de agua suelo y otros compuestos insolubles, en un periodo no mayor de 30 minutos antes de la aplicación. Se deben sembrar de forma manual las áreas que son inaccesibles con el equipo.

**625.08 Colocación de recubrimiento vegetal.**

Se debe aplicar el recubrimiento vegetal durante las 48 horas siguientes a la colocación de las semillas mediante los siguientes métodos:

(a) Método seco. Se debe extender todo el material de recubrimiento vegetal, excepto la madera y las fibras vegetales de celulosa, por medio de un aspersor que utiliza aire a presión para colocar el material de recubrimiento sobre el área sembrada. Se debe aplicar el recubrimiento vegetal de broza o paja a una razón de 3600 kilogramos por hectárea. Se debe fijar el material de recubrimiento con un adhesivo estabilizador en emulsión que sea previamente aprobado o mediante un método mecánico aprobado. No se debe marcar o dañar las estructuras, pavimentos, servicios o plantas con el adhesivo.

(b) Método hidráulico. Se debe aplicar el recubrimiento vegetal en una aplicación diferente que las semillas mediante un equipo de tipo hidráulico de acuerdo con la Subsección 625.07 (b).

Se debe colocar el recubrimiento vegetal de fibras de madera o de fibras de celulosa de broza o paja a una razón de 1700 kilogramos por hectárea.

Se debe aplicar el recubrimiento vegetal hidráulico de matriz de fibras adheridas entre sí, a una razón mínima de 3400 kilogramos por hectárea. Se debe colocar de manera que ningún agujero en la malla final formada sea mayor de 1 milímetro. Se debe disponer de manera que no haya espacios entre la matriz y el suelo.

Se debe colocar el recubrimiento vegetal de forma manual las áreas que no son accesibles con el equipo.

**625.09 Protección y cuidado de las áreas sembradas.**

Se deben proteger y cuidar las áreas sembradas, incluyendo el riego cuando se necesite, hasta la aceptación final. Se deben reparar las áreas sembradas que se encuentren dañadas resembrando, mediante una refertilización y colocando nuevamente un recubrimiento vegetal. Se deben realizar colocaciones adicionales de semillas, recubrimiento vegetal, fertilizante, cal o nitrato de amonio.

#### **625.10 Aceptación.**

Se evaluará la siembra de acuerdo con las Subsecciones 107.02, 107.03 y 713.04.

El recubrimiento vegetal, el fertilizante y demás materiales para la colocación del césped, zacate se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El trabajo de colocación del césped, zacate se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

#### **625.11 Medición.**

Se deben medir los ítems de la Sección 625 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02 y lo que se describe a continuación cuando sea aplicable.

Se debe medir la siembra y la colocación del recubrimiento vegetal por hectárea sobre la superficie del terreno o por la unidad de la mezcla en suspensión. Una unidad de la mezcla en suspensión está formada por aproximadamente 4000 litros de agua más el material necesario para que germine el césped o zacate especificado. Diez unidades de mezcla en suspensión contienen el material para cubrir una hectárea.

Se debe medir la colocación del césped o zacate y las aplicaciones adicionales por hectárea sobre la superficie del terreno.

Se debe medir el agua por metro cúbico en el vehículo de acarreo o por medición.

#### **625.12 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 625 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 109.05.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.625.01</b> Sembrado, método ____	Hectárea (Ha)
<b>CR.625.02</b> Sembrado, método ____	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.625.03</b> Sembrado, método hidráulico	Unidad de lechada (Und)
<b>CR.625.04</b> Fertilización, método seco	Tonelada métrica (Tm)
<b>CR.625.05</b> Agua	Metro cúbico (m <sup>3</sup> )
<b>CR.625.06</b> Siembra de césped	Hectárea (Ha)

### **Sección 626.) PLANTAS, ÁRBOLES, ARBUSTOS, ENREDADERAS Y SETOS**

#### **626.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro y siembra de árboles, arbustos, enredaderas, setos y otras plantas.

#### **626.02 Materiales.**

Los materiales deben estar conforme a las siguientes Subsecciones:

Fertilizante	713.03
Materiales misceláneos para siembra	713.08
Cubierta vegetal	713.05
Plantas	713.06
Suelo vegetal	713.01
Agua	725.01 (b)

## Requerimientos constructivos

### **626.03 General.**

No se debe plantar cuando el suelo está saturado, extremadamente seco, con terrones, en capas de suelo con poca permeabilidad, cuando no sea disgregable (no sea friable) o cuando presenta otras condiciones desfavorables para la siembra.

Se deben proveer cepas con un sistema de raíces cohesivo y fibroso. No se debe suministrar material cultivado en recipientes (macetas o bolsas) que tenga un tamaño mayor que el recipiente, que las raíces hayan crecido tanto que rodeen y se entrelacen alrededor del terrón de la planta o que tenga raíces que crecen fuera del recipiente.

### **626.04 Inspección y entrega.**

Se debe notificar al Contratante (CO) 30 días antes del envío del material para que tenga la posibilidad de seleccionar el material en la fuente. Se deben entregar las certificaciones comerciales y la información completa acerca de la fuente de suministro de todas las plantas al menos 15 días antes de enviar las plantas al proyecto.

### **626.05 Protección y almacenamiento temporal.**

Se deben empaquetar las plantas de forma que se protejan del clima y de la ruptura durante el transporte. Cuando el envío se realiza en un vehículo abierto se deben amarrar y cubrir las plantas para evitar el daño producido por el viento y la deshidratación. Se deben rociar las hojas de los árboles de hojas perennes y de los árboles de hojas caducas con un antitranspirante de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Cuando el envío se hace en un vehículo cerrado se debe empaquetar cuidadosamente y ventilar de forma adecuada las plantas para evitar la transpiración.

Se debe mantener todo el material de las plantas húmedo y se debe tener cuidado para evitar daños en la corteza, ramas y sistemas de raíces. Se deben reemplazar todas las plantas dañadas incluyendo las plantas que tenga los terrones agrietados o partidos.

Se debe identificar cada planta enviada al proyecto con una etiqueta impermeable en la que se muestre el nombre de la planta y la fecha de envío.

Se debe proteger de la siguiente manera las plantas entregadas pero que no está programado que se planten inmediatamente:

- (a) Se deben abrir y desenrollar los bultos de las raíces descubiertas, separar las plantas y cubrir las raíces en zanjas húmedas.
- (b) Se debe envolver el terrón de la planta con el material utilizado para transportar el almácigo, previamente se debe cubrir el terrón con un recubrimiento vegetal (paja, fibras vegetales) u otro material adecuado para mantener la humedad.

Se deben instalar las plantas recibidas en el sitio en un plazo máximo de 30 días.

### **626.06 Excavación de los hoyos y camas para las plantas.**

Por lo menos 14 días antes de efectuar la siembra se debe presentar al CO para su aprobación la ubicación de las plantas y los métodos de siembra. Se debe marcar con estacas o banderas la ubicación de las plantas. Se debe remover del sitio de siembra los terrones, maleza, raíces y otros materiales inconvenientes. Se debe excavar los hoyos para las plantas de la siguiente manera:

- (a) Ancho de la excavación.
  - (1) Para extensiones de las raíces o diámetros de terrones de hasta 1 metro se debe cavar los hoyos de forma circular con un diámetro igual a la extensión de las raíces más 0,5 m.

- (2) Para extensiones de las raíces o diámetros de terrones mayores a un (1) metro se debe excavar un agujero con un tamaño igual a 1,5 veces la extensión de las raíces.
- (b) Profundidad de excavación. Se deben cavar los hoyos con una profundidad que permita un relleno mínimo de 150 mm por debajo de las raíces o hasta las siguientes profundidades, la que sea mayor:
- (1) Árboles de hojas caducas.
- (a) Menos de 38 milímetros de espesor: 0,5 metros de profundidad.
  - (b) Más de 38 milímetros de espesor: 1 metro de profundidad.
- (2) Arbustos de hojas caducas y arbustos de hojas perennes.
- (a) Menos de 0,5 metros de altura: 0,3 metros de profundidad.
  - (b) Más de 0,5 metros de altura: 0,5 metros de profundidad.
- (3) Árboles de hojas perennes.
- (a) Menos de 1,5 metros de altura: 0,2 metros más la altura de del terrón
  - (b) Más de 1,5 metros de altura: 0,3 metros más la altura del terrón.
- (4) Enredaderas y setos pequeños. La profundidad de la excavación debe ser igual al doble del tamaño de la maceta.
- Antes de colocar la planta se debe aflojar la tierra de las paredes y en la base del hoyo hasta una profundidad de 150 mm.
- No se debe dejar los hoyos de las plantas abiertos durante la noche.

#### **626.07 Colocación de las plantas.**

No se debe plantar el material hasta que haya sido inspeccionado y aprobado por el CO. Se rechazarán las plantas que no cumplen con las especificaciones, que llegaran al sitio en una condición insatisfactoria o que muestran señales de manipulación inadecuada. Todas las plantas rechazadas se deben retirar inmediatamente del sitio, se deben desechar y reemplazar con plantas de vivero que hayan sido previamente aprobadas.

Se debe preparar una mezcla de relleno formada por 4 partes de suelo vegetal, marga o suelo escogido, con una parte de turba. Se debe colocar la mezcla de relleno en el fondo del hoyo. Se deben colocar todas las plantas aproximadamente verticales y al mismo nivel o a un nivel ligeramente más bajo que la profundidad a la cual fueron cultivadas en el vivero o recolectadas en el campo. Se deben colocar las plantas de la siguiente manera:

(a) Plantas de raíces descubiertas (sin terrón). Se deben colocar las plantas de raíces descubiertas en el centro del hoyo con las raíces extendidas en una posición natural. Se deben cortar las raíces quebradas o dañadas hasta la parte sana. Se debe colocar la mezcla de relleno alrededor y por encima de las raíces, compactar conforme se rellena el agujero y se debe regar abundantemente.

(b) Plantas con terrón envuelto o embalado en bolsa plástica. Se debe manipular las plantas por el terrón. Se deben colocar estas plantas con el terrón en los hoyos preparados sobre una mezcla de relleno compactada. Se debe rasgar o acanalar el terrón, hasta una profundidad de 25 milímetros a lo largo de toda la orilla en partes iguales sobre 4 lados. Se debe colocar un relleno alrededor del terrón de la planta hasta la mitad de este. Se debe compactar y agregar suficiente agua. Se debe cortar el envoltorio del terrón y se debe retirar de la mitad superior del terrón o aflojar la envoltura y doblarla. Si se utilizan canastas de alambre se debe cortar el alambre de la mitad superior de la canasta. Se debe rellenar el espacio restante con la mezcla de relleno.

(c) Plantas cultivadas en recipientes. Se debe retirar el envase justo antes de plantar. Se deben colocar las plantas en los hoyos preparados sobre una mezcla de relleno compactada. Se debe terminar de rellenar con la mezcla de relleno y se debe compactar.

**626.08 Fertilización.**

Se debe colocar el fertilizante utilizando alguno de los siguientes métodos:

- (a) Mezclar el fertilizante con la mezcla de relleno cuando ésta se prepara.
- (b) Extender el fertilizante de forma uniforme alrededor del área del hoyo de las plantas individuales o sobre las camas de los arbustos. Se debe colocar el fertilizante en los 50 milímetros superiores de la mezcla de relleno.

**626.09 Riego.**

Se deben construir surcos o canales de riego de 100 mm de profundidad alrededor de los árboles y de 75 milímetros alrededor de los arbustos. Se debe construir el surco con un diámetro igual al diámetro del hoyo de la planta.

Se debe regar durante e inmediatamente después de sembrar las plantas y a lo largo del período de establecimiento de las plantas. Cada vez que se riegue se debe saturar el suelo alrededor de cada planta.

**626.10 Arriostramiento y estacado.**

Cuando se especifica el arriostramiento y la colocación de estacas, en los árboles de hojas caducas se deben colocar las riostras justo debajo de las primeras ramas laterales y en los árboles de hojas perennes a la mitad de la altura del árbol. No se deben dejar las riostras ni las estacas en el árbol por más de una temporada de crecimiento.

**626.11 Poda.**

Se debe podar antes o inmediatamente después de plantar para preservar el carácter natural de cada planta. Para efectuar la poda se debe emplear personal experimentado. Se deben utilizar las prácticas de horticultura reconocidas. Se deben recubrir los cortes con un diámetro mayor de 20 milímetros con un sello de breya o un producto similar que proteja los cortes realizados en la poda de los insectos y de las enfermedades, que evite el ingreso de la humedad y el flujo excesivo de savia de las áreas podadas.

**626.12 Colocación del recubrimiento vegetal.**

Se debe colocar el recubrimiento vegetal durante las 24 horas después de plantar. Se debe colocar el material de recubrimiento sobre toda el área del hoyo o de los surcos para riego de los árboles individuales y arbustos y sobre todas las camas de los arbustos. Si se utiliza fibra de madera, se debe aplicar al material de recubrimiento nitrógeno en una proporción de 5 kilogramos por metro cúbico.

**626.13 Período de establecimiento de las plantas.**

El período de establecimiento de las plantas es un período de un año que inicia con la finalización del proyecto. Se deben emplear todos los medios necesarios para mantener las plantas en una condición de crecimiento sana durante el período de establecimiento de las plantas. El cuidado durante este periodo incluye: riego, cultivo, poda, reparación, ajuste de las riostras y estacas y el control de los insectos y de las enfermedades. Al terminar el período de establecimiento de las plantas se deben retirar todas las riostras y estacas.

**626.14 Aceptación.**

Se evaluará el material para plantar (incluyendo plantas, abono, recubrimiento vegetal y suelo vegetal) de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La siembra de los árboles, arbustos, enredaderas, coberturas vegetales y otras plantas se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04 de la siguiente manera:

Se realizará una inspección de las plantas 15 días antes del final del período de establecimiento para identificar

todas las plantas muertas, que están muriendo o que están enfermas para su remoción y reposición. Durante la siguiente temporada de siembra se debe eliminar y reemplazar todas las plantas identificadas de acuerdo a esta Sección. Una inspección final de las plantas durante los 15 días posteriores a la finalización de la reposición de las plantas será la base de la aceptación final.

**626.15 Medición.**

Se deben medir los ítems de la Sección 626 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02.

**626.16 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 626 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección. Ver Subsección 109.05. Los adelantos del pago de las plantas se realizarán de la siguiente manera:

(a) 75 por ciento del precio unitario de la oferta se pagará después de la siembra inicial.

(b) El 25 por ciento restante del precio unitario de la oferta (unit bid price) se pagará después de la inspección final.

El pago se efectuará de la siguiente manera:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.626.01</b> Nombre de la planta, tamaño	Unidad (Und)

**Sección 627.) CÉSPED**

**627.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro y colocación de césped en tepes o rollos de césped.

Se designa la colocación del césped como: en alfombras, en franjas o en bloques, cospes de acuerdo con la Subsección 627.06.

**627.02 Materiales.**

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Calizas de uso agrícola	713.02
Fertilizante	713.03
Estacas para césped	713.11
Césped	713.10
Agua	725.01

**Requerimientos constructivos**

**627.03 General.**

Se debe transportar y colocar el césped durante la estación seca y se debe colocar sobre terreno seco.

**627.04 Inspección y entrega.**

Se debe avisar por lo menos 3 días antes de cortar el césped. El Contratante aprobará el césped en su posición original antes de cortar. Se debe suministrar el césped hasta que el terreno esté preparado.

**627.05 Preparación del terreno.**

Se debe limpiar y nivelar el área en la que se colocará el césped. Se debe arar o aflojar de otra manera la explanación hasta una profundidad no menor de 100 mm. Se debe remover las piedras con un diámetro mayor de 50 milímetros, trozos de madera, troncos y otros desechos que pueden impedir la colocación adecuada o el crecimiento posterior del césped.

La preparación de la capa vegetal debe ser conforme a la Sección 624.

Se debe colocar fertilizante y calizas de uso agrícola sobre el área en la que se sembrará el césped. Se pueden utilizar distribuidores mecánicos, aspersores o sopladores. Se debe arar o introducir el abono y las calizas de uso agrícola dentro del terreno hasta una profundidad de 100 mm.

Se debe humedecer el terreno preparado.

**627.06 Colocación del césped.**

Se debe colocar el césped en un plazo máximo de 24 horas después de ser cortado o durante los 5 días posteriores si se ha conservado el césped en pacas que se han mantenido húmedas y si se ha colocado el césped de forma que quede el césped en contacto con el césped y las raíces en contacto con las raíces. Proteja el césped, de manera que este no se seque.

(a) Césped en alfombras. Se debe colocar el césped en dirección perpendicular a los flujos de drenaje. Se debe colocar las secciones de césped extremo con extremo con juntas escalonadas (como las utilizadas en la construcción de elementos de mampostería). Se debe tapar o rellenar las aberturas con suelo vegetal mezclado con semillas y con marga. Se debe apisonar o compactar el césped para eliminar las bolsas de aire y para proporcionar una superficie plana. En las pendientes con una relación 1:2 o con una pendiente mayor y en los canales se debe colocar estacas a cada 0.5 metros después de apisonar o compactar. Se debe clavar las estacas de forma que queden a nivel con la superficie de apoyo del césped.

(b) Césped en tiras o rollos. Se deben colocar las tiras en zanjas de poca profundidad formando hileras paralelas. Se debe apisonar o compactar hasta que la superficie del césped esté nivelada o esté por debajo del nivel del suelo adyacente. Se debe sembrar el terreno entre las tiras de acuerdo con las disposiciones de la Sección 625. Las áreas sembradas se deben rastrillar para cubrir las semillas.

(c) Césped en bloques, cospes. Se deben colocar los bloques de césped. Se debe apisonar o compactar los bloques hasta que las superficies con césped tengan un nivel ligeramente inferior al de la superficie del terreno adyacente.

Se deben ajustar las pendientes finales con las áreas adyacentes. Toda el área debe tener un drenaje conveniente y debe estar libre de cambios de pendiente abruptos.

**627.07 Mantenimiento de las zonas cubiertas con césped.**

Se debe regar el césped cuando se está instalando y se debe mantener húmedo. Se debe evitar la erosión durante el riego.

Se deben colocar señales de precaución y barreras para proteger las áreas en las que se ha instalado césped recientemente. No se debe permitir el paso de vehículos de ruedas sobre las áreas en las que se acaba de instalar el césped.

Se deben segar las áreas con césped y se debe reparar o reemplazar las áreas que estén dañadas o que no muestran un crecimiento del césped uniforme. Se debe dar el mantenimiento necesario a las áreas con césped y se debe reponer el césped seco hasta la aceptación final del proyecto.

**627.08 Aceptación.**

Los materiales para la instalación del césped, incluyendo la cal y el fertilizante, se evaluarán según las Subsecciones 107.02 y 107.03.

Se evaluará la colocación del césped de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

El suelo vegetal se evaluará de acuerdo con la Sección 624.

La siembra del césped se evaluará según la Sección 625.

#### **627.09 Medición.**

Se deben medir los ítems de la Sección 627 listados en el cartel de licitación de acuerdo con la Subsección 109.02 y lo que se describe a continuación según corresponda.

No se deben medir las áreas sin césped adyacentes a las tiras o bloques de césped.

Se debe medir el suelo vegetal de acuerdo con la Sección 624.

Se debe medir el agua y la siembra según la Sección 625.

#### **627.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas se pagarán de acuerdo con el precio del contrato por unidad de medida para los ítems de pago de la Sección 627 listados en el cartel de licitación. El pago será una compensación completa del trabajo prescrito en esta sección.

El pago se hará como sigue:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.627.01</b> ___ Césped	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

### **Sección 628.) PLANTACIÓN DE ESPIGAS Y ARBUSTOS PARA EVITAR LA EROSIÓN**

#### **628.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en suministrar y plantar espigas y arbustos, proporcionar y aplicar fertilizante, así como piedra caliza triturada, cuando fuese necesaria, todo en conformidad razonable con las siguientes especificaciones y para llevarse a cabo en los lugares mostrados en los planos o señalados por el Contratante.

#### **628.02 Materiales.**

Los materiales que se empleen deberán satisfacer los requisitos de las siguientes subsecciones:

Piedra caliza triturada	713.02
Fertilizante	713.03
Retenedor de humedad	713.05
Plantillas de espigas y arbustos	713.09
Agua	725.01

#### **Requerimientos para la construcción**

#### **628.03 General.**

No coloque las espigas durante la estación ventosa, o cuando el terreno esté muy seco, o excesivamente húmedo.

#### **628.04 Recolección de espigas y arbustos.**

El Contratista deberá notificar al Contratante por lo menos 5 días antes de que las espigas vayan a ser cosechadas para que el origen de las mismas sea aprobado por el Contratante antes de comenzar la cosecha.

Para comenzar la cosecha, los arbustos y las espigas deberán ser segados hasta una altura de 5 a



7,6 centímetros y todos los recortes se quitarán de allí. Entonces las espigas deberán ser aflojadas mediante una escarificación transversal de discos, arando a poca profundidad, u otros métodos aceptables. Después de aflojar las espigas de la tierra, se deberán amontonar en pilas pequeñas o camellones, se regarán y se conservarán húmedas hasta que sean plantadas.

No deberán transcurrir más de 24 horas entre cosechar y plantar las espigas, con la excepción de que, cuando el estado del tiempo u otras condiciones no controlables interrumpen el trabajo, se podrá conceder una prórroga a dicho plazo, siempre y cuando las espigas estén todavía utilizables. Las ramitas que se haya calentado en los montones, que se hayan helado o marchitado, o que en cualquier otra forma resultaran dañadas seriamente en el curso de la cosecha o de la entrega, serán rechazadas y se dispondrá de ellas según se ordene.

#### ***628.05 Preparación y limpieza completa por anticipado.***

Antes de extender el fertilizante y la piedra caliza triturada, las áreas que vayan a ser plantadas con el zacate deberán ser rastrilladas o en otra forma limpiadas de piedras que tengan un diámetro mayor de 5 centímetros, varas, tocones y otros desechos que pudiesen entorpecer la colocación de las plantillas, su desarrollo o el subsecuente mantenimiento de las áreas cubiertas por éstas. Si cualquier daño hubiese ocurrido a causa de la erosión o por otras causas después de la nivelación de las áreas, pero antes de haberse aplicado el fertilizante y la piedra caliza triturada, el Contratista deberá repararlo sin recibir compensación adicional. Esto puede incluir el trabajo de rellenar y emparejar las irregularidades del terreno, así como la reparación de cualquier otro daño concomitante.

#### ***628.06 Colocación de capa vegetal superior.***

Cuando esta clase de trabajo fuese pedida en los planos, deberá llevarse a cabo de acuerdo con los requisitos de la Sección 624.

#### ***628.07 Plantación de las espigas y arbustos.***

Este trabajo se deberá hacer únicamente dentro de los períodos estipulados en las disposiciones especiales.

No se deberá llevar a cabo en tiempo ventoso, ni cuando la tierra esté seca, excesivamente mojada, o en cualquier otro estado inadecuado para el laboreo.

Si la tierra no estuviese húmeda cuando se estén plantando las ramitas, se deberá aplicar agua hasta que la tierra se encuentre en condición laborable. Uno o más de los siguientes métodos deberán ser empleados, según lo indiquen los planos:

(a) Plantación al voleo. Las espigas deberán ser esparcidas a mano o mediante un equipo adecuado, en una capa uniforme sobre la superficie preparada con espacios entre ellas que no excedan de 15 centímetros. A continuación, las espigas deberán hincarse en la tierra hasta una profundidad de 5 a 10 centímetros, empleando una pala recta o herramienta parecida, un escarificador de discos, u otro equipo ajustado para que entierre las espigas hasta la profundidad requerida.

(b) Plantación en hileras. Deberán abrirse surcos a lo largo de las curvas de nivel a la profundidad y equidistancia indicada en los planos. Las espigas se deberán plantar sin demora en una hilera continua en el surco abierto; las espigas sucesivas estarán tocándose y deberán cubrirse inmediatamente.

(c) Plantación por puntos. Esta se llevará a cabo como se especifica en el párrafo que antecede, excepto que, en vez de plantar en hileras continuas, se pondrán grupos de cuatro o más ramitas en los surcos a una distancia de 46 centímetros entre cada grupo.

#### **628.08 Recubrimiento con retenedor de humedad y compactación.**

Una vez terminada la plantación y antes de la compactación, la superficie deberá ser despejada de piedras más grandes de 5 centímetros en cualquier diámetro, terrones, grandes raíces y otros desperdicios que hubiesen salido a la superficie durante la plantación.

Cuando en los planos se pida el recubrimiento con retenedor de humedad, el área plantada con los arbustos y las espigas deberá ser recubierta con ese material, de acuerdo con los requisitos de la Sección 625, dentro de las 24 horas siguientes a la terminación del trabajo de la plantación, siempre que las condiciones atmosféricas y de la tierra lo permitan.

Si los planos no piden dichos recubrimientos, el área plantada deberá ser ligeramente solidificada en un plazo de 24 horas después de haberse terminado la plantación y mediante el empleo de compactadoras, rodillos aplanadores u otro equipo satisfactorio que sea operado en ángulos rectos al declive del terreno y cuando las condiciones atmosféricas y las del terreno no impidan el trabajo.

La compactación del terreno no se deberá llevar a cabo cuando las condiciones de la tierra sean tales que se pegue el equipo y tampoco deberán ser compactadas las tierras arcillosas si así lo ordenase el Contratante.

El Contratista deberá proteger estas áreas contra el tránsito, por medio de señales de advertencia y/o barreras aprobadas por el Contratante. Las superficies que fuesen dañadas a causa del trabajo de plantación, deberán ser reparadas por medio de nueva nivelación y plantación en los terminos que ordene el Contratante, sin que el Contratista perciba compensación adicional. El Contratista deberá segar y regar en la forma que se le ordene y, en otra forma, cuidar las áreas plantadas de zacate de manera satisfactoria, hasta que se efectúe la inspección final y la aceptación del trabajo.

#### **628.09 Aceptación.**

El material, incluyendo la cal y el fertilizante, se deben evaluar de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La colocación de espigas y arbustos se debe evaluar de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La preparación del terreno y la tierra vegetal será evaluada de acuerdo a la Sección 624.

#### **628.10 Medición.**

La cantidad de espigas y arbustos plantados se pagará en metros cuadrados o hectáreas, medidos sobre la superficie del terreno, terminadas y aceptadas.

#### **628.11 Pago.**

La cantidad según se indica antes, se pagará al precio del contrato, por unidad de medida, por la renglón de pago que se anota a continuación, cuyo precio y pago será la compensación total por el trabajo prescrito en esta sección, con la siguiente excepción:

La capa de tierra vegetal será pagada de acuerdo con lo que se dispone en la Sección 624.

El agua será evaluada según lo dispuesto en la Sección 625.

El pago se hará como sigue:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.628.01</b> Plantación de espigas y arbustos	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.628.02</b> Plantación de espigas y arbustos	Hectárea (Ha)
<b>CR.628.03</b> Fertilización	Kilogramos (Kg)
<b>CR.628.04</b> Agua	Metro cúbico ó Litro (m <sup>3</sup> ) ó (L)

## **Sección 629.) MATERIALES PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN, REDES PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y SISTEMAS DE CONFINAMIENTO DE TIPO CELULAR**

### **629.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de dispositivos para el control de la erosión para cunetas, taludes y estabilizaciones. Esto incluye la instalación de cobertor vegetal, redes para el control de erosión, y sistemas de confinamiento de tipo celular.

Los materiales para el control de erosión se designarán como se indica a continuación:

Tipo 1 Paja, Cábanos, Yute, y papel tejido o mallas de fibras de alta resistencia.

Tipo 2 Paja, cocoteros y mantas de material vegetal

Tipo 3 Cocoteros

Tipo 4 Materiales sintéticos para el control de la erosión y mallas

Tipo 5 Materiales para reforzar el césped

### **629.02 Materiales.**

De acuerdo a las siguientes Subsecciones:

Materiales para el control de la erosión	713.07 (a)
Emulsión asfáltica	702.03
Sistemas de confinamiento de tipo celular	713.07 (c)
Redes de control de la erosión	713.07 (b)
Capa vegetal	624
Preparación del suelo para el enzacatado	625

### **Requerimientos para la construcción**

### **629.03 Materiales para el control de la erosión (tipos 1, 2, 3, 4 y 5).**

Los materiales para el control de la erosión se deberán instalar de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Los materiales para el control de la erosión deberán instalarse en superficies de suelo que estén en capa final, estables, firmes, y libres de rocas u otras obstrucciones. Colocar los materiales suavemente, sin ejercer esfuerzos sobre éstos, para asegurar un contacto directo entre el suelo y todos los puntos. Se debe desenrollar material para el control de la erosión de forma paralela a la dirección del flujo del drenaje. Construir los bordes de acuerdo con las indicaciones del fabricante. Ubicar la parte final del material con una pendiente, cuyo final será una abertura vertical de 150 mm. Llenar la abertura y compactar.

En la parte superior de las cunetas se deben construir agujeros de control a intervalos de 8 metros. Los agujeros de control deben construirse perpendiculares a la dirección del flujo.

Las áreas dañadas deben repararse inmediatamente. Restablecer el suelo en las áreas dañadas de acuerdo con la pendiente del lugar.

(a) Materiales sintéticos para el control de la erosión (tipo 4). Instalarlos después de que lo indicado en la Sección 625 (Preparación del suelo para el enzacatado), está en el sitio.

(b) Materiales para el refuerzo del zacate (tipo 5). Instalarlos antes de que lo indicado en la Sección 625 (preparación del suelo para el enzacatado) esté listo. Después de la siembra de la semilla, se debe mezclar ligeramente la capa vegetal en un rango de  $15 \pm 5$  mm dentro de los vacíos del material para llenarlos.

#### **629.04 Redes para el control de la erosión.**

Se suministrará un dispositivo automático capaz de colocar las mallas para el control de la erosión a una tasa de 0,9 kilogramos por minuto. Además, se suplirá un compresor de aire capaz de proveer 1,1 metros cúbicos por minuto de aire a  $620 \pm 70$  kilopascales.

Completar el equipo, añadiendo mangueras para suplir aire a las áreas en donde no es accesible que llegue el aire del compresor. Suministrar un distribuidor de asfalto con mangueras y un rociador de mano para las pendientes.

(a) Redes de fibra de vidrio. Se extenderá la fibra de vidrio uniformemente a una tasa de  $0,16 \pm 0,03$  kilogramos por metro cuadrado de forma aleatoria.

(b) Fibra de polipropileno. Se extenderá la fibra de polipropileno uniformemente a una tasa de  $0,08 \pm 0,03$  kilogramos por metro cuadrado de forma aleatoria.

#### **629.05 Sistemas de confinamiento de tipo celular.**

Se excavará a la profundidad del sistema de confinamiento de tipo celular, y se compactará a una suave pendiente. Expandir la geocelda en la parte inferior de la pendiente. Se conectarán las secciones de la geocelda adyacente con anillos calientes.

El sistema se anclará a través de la parte superior de cada celda.

El sistema se rellenará con suelo vegetal.

#### **629.06 Aceptación.**

El material (materiales para el control de la erosión, mallas para el control de la erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular) para el control de la erosión, cunetas, taludes y estabilizaciones será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

La instalación de materiales para el control de la erosión, mallas para el control de la erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La capa vegetal será evaluada de acuerdo a la Sección 624.

El sembrado del zacate será evaluado de acuerdo a la Sección 625.

#### **629.07 Medida.**

La medición del material para el control de la erosión, mallas para el control de la erosión y sistemas de confinamiento de tipo celular, se efectuará por metro cuadrado.

La capa vegetal se medirá de acuerdo a la Sección 625.

El sembrado de zacate se hará de acuerdo con la Sección 625.

#### **629.08 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas a los precios unitarios de contrato, por unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago se hará de acuerdo a:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.629.01</b> Tipo de material de control de la erosión	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.629.02</b> Mallas para el control de la erosión	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.629.03</b> Sistemas de confinamiento de tipo celular	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

**Sección 630.) RESERVADA**

**Sección 631.) RESERVADA**

**Sección 632.) RESERVADA**

**Sección 633.) DISPOSITIVOS DE CONTROL PERMANENTE DEL TRÁFICO**

**633.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en suministrar, construir e instalar señales de control permanente del tráfico, sus soportes, delineadores y marcadores especiales y también el proceso de eliminar y sustituir los dispositivos existentes de control permanente de tráfico. En la Sección 635 se tratarán los dispositivos o señales de control temporal del tránsito, de aplicación durante la construcción, reparación u otras labores temporales para realizar en las carreteras y necesarias para guiar al tránsito y garantizar una adecuada seguridad vial.

Los paneles de las señales pueden ser de madera contrachapada, aluminio, acero, plástico o plástico reforzado con fibra de vidrio.

Las láminas para señales retroreflectivas se designan según la Subsección 718.01.

Los postes pueden ser de madera, aluminio, acero u otros materiales alternativos; previa aprobación del Contratante y que cumplan con los estándares internacionales.

**633.02 Materiales.**

Los materiales deben satisfacer las especificaciones de las siguientes Secciones y Subsecciones:

Tableros de aluminio	718.05
Concreto	601
Pintura y objetos de demarcación retroreflectores	718.12
Tableros de aluminio extruído	718.07
Tableros de plástico reforzado con fibra de vidrio	718.06 (b)
Tornillería y aditamentos	718.10
Material aislante	556.06(e)
Letras, números, flechas, símbolos y bordes	718.11
Postes indicadores de objetos y postes delineadores	718.09
Paneles plásticos	718.06(a)
Paneles de plywood	718.03
Láminas retroreflectivas	718.01
Postes de señales	718.08
Paneles de acero	718.04

**Requerimientos para la construcción**

**633.03 Generalidades.**

Las letras, números, flechas, símbolos y bordes, y otras características o detalles del mensaje de la señal, serán del tipo, tamaño, series y colores establecidos en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA). En este Manual se describen con detalle los tipos de señales horizontales, verticales y especiales para carreteras, sus materiales y normas geométricas de construcción y colocación en la vía. Se recomienda consultar este Manual para ampliar los detalles técnicos de las Secciones siguientes. La empresa encargada de instalar o construir las señales debe presentar al Contratante la lista completa de elementos que usará, en forma previa para obtener su aprobación.

#### **633.04 Soportes.**

La ubicación precisa de las señales indicadas en los planos podrá ser modificada por el Contratante para ajustarse a las condiciones del terreno en sitio. Se determinará la longitud necesaria de los postes en el momento de su colocación de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Se deben hincar los postes con un martillo especial para esta labor o se deben colocar en agujeros perforados previamente. Se deben reemplazar todos los postes dañados por el tráfico.

Las cimentaciones se construirán de concreto de acuerdo a la Sección 601. La excavación y el relleno se realizarán conforme a la Sección 209.

#### **633.05 Paneles.**

Se utilizarán paneles retroreflectivos tipos I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X. Lo anterior de conformidad con la norma ASTM – D 4956-09. Se cortarán los paneles de acuerdo al tamaño y forma adecuados. Se construirán paneles planos y libres de deformaciones, dobleces, raspones, desastilladuras u otros defectos.

La cara de los paneles metálicos se debe limpiar y desengrasar o desbastar la cara de los paneles de madera contrachapada usando los métodos recomendados por el fabricante de las láminas retroreflectivas. Se deben tratar los bordes con un sellador aprobado para ese objetivo. Los paneles de las señales se deben empacar con una cubierta protectora y transportarlos en posición vertical.

Los paneles se deben instalar con la leyenda en forma horizontal. En los sitios donde varios de ellos se junten, se debe limitar el espacio entre paneles adyacentes a 2 milímetros. Para reducir el efecto de espejo o reflejo con las luces de los vehículos, se debe girar el panel en 3 grados en la dirección de paso de vehículos.

Se debe colocar material aislante para evitar el contacto entre aluminio y acero. Se deben usar pernos adecuados y franjas de neopreno o nylon para fijar los paneles plásticos a la señal.

No se deben perforar agujeros en ninguna parte de los paneles. Se usarán sistemas de fijación que sean seguros ante robo y vandalismo. Se deben pintar todos los pernos, cabezas de tornillos y demás accesorios expuestos en la cara de la señal. Se debe hacer coincidir el color de la pintura del fondo o el área del mensaje en el punto en que el elemento fijador queda expuesto.

Si el mensaje de una señal no es adecuado para el tránsito en ciertas ocasiones, se debe tapar completamente con una cubierta de material opaco. Se debe mantener esta cubierta en buena condición hasta que el mensaje vuelva a ser aplicable. No se debe utilizar cinta adhesiva sobre la cara de las señales. Se deben reparar o reemplazar las partes deterioradas de la señal, incluyendo las láminas.

#### **633.06 Delineadores y marcadores especiales.**

Los delineadores y marcadores especiales se deben fijar a los postes de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

#### **633.07 Eliminación y recolocación de señales permanentes de control de tráfico.**

Se deben eliminar y almacenar las señales existentes, delineadores y marcadores especiales. Se deben reemplazar todos los elementos accesorios, postes, conectores que se deterioren durante su eliminación, almacenamiento y levantamiento y todos aquellos cuya función sea sustituida por la nueva señalización vial vertical.

#### **633.08 Aceptación.**

Todos los materiales, incluyendo paneles, láminas retroreflectivas, soportes, delineadores, marcadores especiales y conectores para dispositivos de control de tránsito, serán evaluados conforme a las Subsecciones 107.02 y 107.03. La instalación de señales será evaluada conforme a las Subsecciones 107.02 y 107.04. La excavación y relleno serán evaluados conforme a la Sección 209. El concreto será evaluado conforme a la Sección 601.

**633.09 Medición.**

Las señales viales se miden por unidad instalada y completa, incluyendo su soporte respectivo debidamente cimentado.

En caso de señales especiales compuestas (si se trata de una configuración múltiple), las condiciones de pago se definirán previamente en los documentos de contratación. En general, se considerarán estas configuraciones múltiples como una sola señal. Se deben medir las labores de remoción y reinstalación de señales permanentes de control de tráfico por unidad después de que han sido reinstaladas. Se recomienda medir con base en el número final de señales reinstaladas en su posición, tal como se describió anteriormente.

**633.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas por la unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 109.05.

El pago será realizado según la lista siguiente:

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.633.01</b> Instalación de señal	Unidad (Und)
<b>CR.633.02</b> Remoción y reinstalación de señal	Unidad (Und)
<b>CR.633.03</b> Remoción de señal	Unidad (Und)

**Sección 634.) SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL PERMANENTE**

**634.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en construir o instalar señales lisas o en relieve como señalización horizontal en pavimentos terminados.

Las marcas o señales sobre el pavimento se denominan como sigue:

Tipo A: Pintura convencional para pavimento, con esferas de vidrio tipo 1

Tipo B: Pintura de base acuosa para pavimento, con esferas de vidrio tipo 1

Tipo C: Pintura de base acuosa para pavimento, con esferas de vidrio tipo 3

Tipo D: Señales epóxicas, con esferas de vidrio tipo 1

Tipo E: Señales epóxicas, con esferas de vidrio tipo 1 y tipo 4

Tipo F: Señales de poliéster con esferas de vidrio tipo 1

Tipo G: Señales de poliéster con esferas de vidrio tipo 1 y tipo 4

Tipo H: Señales termoplásticas, con esferas de vidrio tipo 1

Tipo I: Señales termoplásticas con esferas de vidrio tipo 1 y tipo 5

Tipo J: Señales de plástico preformado

Tipo K: Señales no reflectivas

**634.02 Materiales.**

Los materiales deben estar conformes con las Subsecciones del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Pintura convencional de pavimentos	718.13
Señales epóxicas	718.15
Adhesivos de resina epóxica	718.23
Esferas de vidrio	718.19
Señales de poliéster	718.16

Señales de plástico preformado	718.18
Señales de relieve para pavimento	718.20
Señales termoplásticos	718.17
Pintura de base acuosa para pavimentos	718.14

### Requerimientos para la construcción

#### 634.03 Generalidades.

Cuando las señales existentes sean idénticas a las señales finales del pavimento que se va a reparar, se deben establecer los límites de las señales existentes antes de hacer el trabajo de reparación. Después de completar la superficie final, se deben trazar las líneas de guía de las señales del pavimento para su aprobación, antes de elaborar las señales definitivas. Se deben utilizar las normas del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Se deben eliminar todas las partículas sueltas, contaminación, grasa, asfaltos u otros materiales deletéreos de la superficie que va a ser marcada. Si las señales se van a colocar en pavimentos de concreto hidráulico de menos de 1 año de edad, se debe limpiar la superficie de los residuos de compuestos de curación. Se deben sustituir las señales provisionales sobre el pavimento el mismo día en que se colocan las señales definitivas. Se deben aplicar las señales sobre una superficie seca y limpia.

Por lo menos 7 días antes de colocar las señales, se deberá entregar a la inspección una copia escrita de las recomendaciones del fabricante de señales para su instalación. La inspección puede solicitar una demostración en sitio para verificar que las recomendaciones son apropiadas.

Se debe transportar el material para construir señales en contenedores cerrados y bien marcados con detalles del material que se utiliza, tales como los siguientes:

- (a) Nombre y dirección del fabricante
- (b) Nombre del producto
- (c) Números de lote de producción
- (d) Color
- (e) Contenido neto de masa y volumen
- (f) Fecha de fabricación
- (g) Fecha de expiración
- (h) Declaración de contenido (si se necesita mezclar los componentes)
- (i) Proporciones de mezclado e instrucciones
- (j) Información de aplicación segura del producto

Se deben instalar las señales o marcas del pavimento en la dirección del tránsito de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Se construirán todas las señales necesarias para hacer un señalamiento uniforme, bien recortado y de buena apariencia, tanto de día como de noche.

El ancho de las líneas debe ser de 100 mm. ser con una razón de segmento a separación de 3 a 5 correspondientes a los segmentos de 4,5 m y 7,5 m en carreteras rurales y 3 m a 5 m en calles urbanas. 1. Las líneas intermitentes cortas de 0,5 m de largo, espaciados 1,0 m. Las líneas deben ser paralelas, separadas 150 mm entre sí.

Se deben proteger del tráfico las áreas recientemente marcadas hasta que se hayan secado completamente (que no presenten ninguna adhesividad). Se eliminarán todas las señales de guía, los residuos de señales o pintura, las señales no autorizadas y las señales defectuosas o que existían anteriormente en el pavimento.

Se debe remover cualquier tipo de señalización que pueda ser conflictiva de acuerdo a la Sección 635.



**634.04 Pintura convencional de pavimentos (Tipo A).**

Se debe aplicar la pintura solamente cuando el pavimento y las temperaturas del aire sean superiores a 4 grados centígrados. Se debe rociar una película de 0,38 mm de pintura a una tasa de riego de 2,6 m<sup>2</sup>/l de pintura, antes de colocar las microesferas.

Se deben aplicar dos capas de recubrimiento sobre pavimentos o tratamientos asfálticos nuevos. Se aplicará la primera capa con una tasa de 8,8 metros cuadrados por litro y la segunda capa con 3,7 metros cuadrados por litro

**634.05. Pintura de base acuosa para pavimentos (Tipos B y C).**

Se aplicará la pintura solamente cuando la temperatura del pavimento y del aire sea superior a 10 grados centígrados. Se debe rociar la pintura en una película de 0,38mm de espesor o con una tasa de riego de 3,7 metros cuadrados por litro hasta obtener 0,38 mm de espesor, antes de colocar las esferas de vidrio

Tipo B. Si se usa este tipo de pintura, se debe aplicar inmediatamente una dosis mínima de esferas de vidrio de 0,7 kilogramos por litro de pintura.

Tipo C. Si se usa el tipo C, se deben aplicar las esferas del tipo 3 con una tasa mínima de 1,4 Kilogramos por litro.

Sobre pavimentos o tratamientos asfálticos nuevos, se deben aplicar dos capas de recubrimiento, cada una con una tasa de 5,2 metros cuadrados por litro.

**634.06 Señales de material epóxico (Tipos D y E).**

Se deben calentar los componentes (A y B) del epóxico en forma separada, a una temperatura de 43 ± 17 grados centígrados y luego deben ser mezclados. Se desechará cualquiera de los materiales que supere 60 grados Centígrados de temperatura. Se debe aplicar el epóxico cuando la temperatura del pavimento y del aire supere los 10 grados centígrados. Se aplicará en forma de rocío a la temperatura de 43 ± 17 grados centígrados (temperatura de la pistola de aplicación), para obtener 0,38 milímetros de espesor seco de película a una tasa de 2,6 metros cuadrados por litro.

(a)Tipo D. Se deben aplicar inmediatamente las esferas de vidrio tipo 1 sobre el epóxico a una tasa mínima de riego de 1,8 kilogramos por litro de epóxico.

(b)Tipo E. Se deben usar dos dispensadores de esferas. Inmediatamente se aplicarán las esferas de vidrio tipo 4 sobre el epóxico a una tasa mínima de riego de 1,4 kilogramos por litro de epóxico, inmediatamente seguido por una aplicación de esferas de vidrio tipo 1 con una tasa mínima de 1,4 kilogramos por litro.

**634.07 Señales de poliéster (Tipo F y G).**

Se debe aplicar el poliéster cuando la temperatura del aire y del pavimento sea superior a 10 grados centígrados. Se rociará el poliéster a una temperatura de 53 ± 4 °C (temperatura de la punta de la pistola), formando una película de 0,38 milímetros de espesor o aproximadamente 2,6 metros cuadrados por litro. Se desechará todo el material calentado por encima de 66 °C. No se debe usar poliéster de secado rápido en superficies asfálticas que tengan menos de un año de edad.

(a) Tipo F. Se deben aplicar inmediatamente las esferas de vidrio de tipo 1 sobre el poliéster a una tasa mínima de riego de 1,8 kilogramos por litro de poliéster.

(b) Tipo G. Se usarán dos dispensadores de esferas. Se deben aplicar las esferas de vidrio tipo 4 sobre el poliéster a una tasa mínima de riego de 1,4 kilogramos por litro de poliéster inmediatamente seguida de una aplicación de esferas tipo 1, con una tasa mínima de 1,4 kilogramos por litro.

#### **634.08 Señales termoplásticas (Tipo H e I).**

Cuando se apliquen señales termoplásticas sobre pavimento de concreto de cemento Pórtland o pavimentos viejos de asfalto, se debe usar un sellador de resina epóxica de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del termoplástico. El sellador debe secarse completamente.

Se debe aplicar el termoplástico cuando las temperaturas del pavimento y del aire sean superiores a 10 °C. Se debe rociar o extruir el termoplástico a una temperatura de  $220 \pm 3$  °C. Para las líneas de centro y las de carriles, se debe rociar o extruir 2,3 milímetros de espesor mínimo seco o una tasa de riego de 0,44 metros cuadrados por litro. Para las líneas de borde, se deben aplicar 1,5 milímetros de espesor seco mínimo o una tasa de 0,66 metros cuadrados por litro.

(a) Tipo H. Se deben aplicar inmediatamente las esferas de vidrio tipo 1 sobre el termoplástico a una tasa mínima de riego de 0,59 kilogramos por metro cuadrado.

(b) Tipo I. Se usarán dos dispensadores de esferas. Se deben aplicar las esferas tipo 5 sobre el termoplástico a una tasa mínima de riego de 0,59 kilogramos por metro cuadrado, inmediatamente seguida de una aplicación de esferas tipo 1 con una tasa de 0,59 kilogramos por metro cuadrado. La resistencia mínima de adherencia del termoplástico sobre pavimentos de cemento Pórtland, debe ser 1,2 Megapascales.

#### **634.09 Señales de plástico preformado (Tipo J).**

Se debe instalar este material de manera que produzca una superficie durable y adherente resistente a la intemperie. Se deben usar las señales de plástico preformado de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Si se aplica este material durante la compactación final de pavimentos asfálticos, se debe hacer cuando la temperatura del pavimento sea aproximadamente de 60 °C. Se debe extender el material sobre el pavimento con un rodillo de acero. La señal terminada puede extenderse aproximadamente 0,25 milímetros sobre la superficie final.

#### **634.10 Señales no reflectivas (Tipo K).**

Se debe aplicar la pintura convencional de pavimentos, pintura de base acuosa, señales epóxicas, señales de poliéster o señales termoplásticas como se describe anteriormente, pero no se agregarán esferas de vidrio.

#### **634.11 Señales en relieve en el pavimento.**

Se instalarán las señales en relieve cuando la temperatura del aire y del pavimento sea superior a 10 °C. Se deben adherir las señales en relieve usando resina epóxica o adhesivo asfáltico.

Se deben calentar los componentes epóxicos (A y B) separadamente con calor indirecto, a una temperatura de  $21 \pm 6$  °C. Se debe desechar todo el material que haya sobrepasado de 49 grados centígrados o que se haya endurecido por polimerización.

Se deben calentar y aplicar los adhesivos asfálticos a  $211 \pm 7$  °C. Se debe desechar todo el material sobrecalentado por encima de 232 grados centígrados. Se deben separar o alinear las señales con una tolerancia de 13 milímetros. No se deben colocar señales con relieve en las juntas de losas del pavimento. La resistencia mínima de adherencia de las señales debe ser de 12 kilopascales de presión o 110 Newtons de fuerza total.

#### **634.12 Aceptación.**

Los materiales para señales permanentes del pavimento serán evaluados bajo las Subsecciones 107.02 y 107.03. La colocación de señales permanentes se evaluará conforme a la Subsección 107.02 y 107.04

**634.13 Medida.**

Se miden los renglones de la Sección 634 en los listados de licitaciones de acuerdo a la Subsección 110.02 aplicando también lo siguiente

Si se necesitan dos capas de pintura, se medirá cada capa.

(a) Cuando las señales son medidas por metro o kilómetro, se medirá la longitud de línea aplicada sobre la línea de centro de la carretera, con un ancho de 100 mm. Se medirán las líneas cortadas en algún punto, desde su principio al final. En los casos en que el ancho de la línea sea diferente a 100 mm, la medición de la longitud de la línea se ajustará mediante la razón requerida que genere una equivalencia con 100 mm de ancho.

(b) Cuando la señalización sobre el pavimento es medida en metros cuadrados, la medición del número de metros cuadrados de letras o signos se hará basándose en el área marcada indicada por el contrato, o si no se indica, se medirá el área marcada en el sitio, efectuando un ajuste al metro cuadrado más cercano.

**634.14 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas por la unidad de medida de los renglones de pago descritos en la Sección 634, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

El pago será realizado según la lista siguiente:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.634.01</b> Señalización tipo ____	Metro lineal (m)
<b>CR.634.02</b> Señalización tipo ____	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.634.04</b> Señalización tipo ____	Kilómetro (Km)
<b>CR.634.05</b> Señales rígidas sobre el pavimento	Unidad (Und)

## **Sección 635.) DISPOSITIVOS DE CONTROL TEMPORAL DEL TRÁNSITO Y EL REGLAMENTO VIGENTE**

**635.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro, colocación, mantenimiento y movilización de señales viales de uso temporal durante reparaciones u obras en la carretera, para protección de los conductores, de los obreros y maquinarias de trabajo; incluyendo las rutas alternas necesarias. El trabajo debe realizarse conforme al Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito en el que se detallan aspectos geométricos, tipos de señales y normas de colocación que deben ser cumplidos en la señalización de obras en la vía.

Las letras, números, flechas, símbolos y bordes, y otras características o detalles del mensaje de la señal, serán del tipo, tamaño, series y colores establecidos en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA).

**635.02 Materiales.**

Los materiales por utilizar deben cumplir con las Secciones siguientes de este manual.

Paneles de señales viales	633
Malla para cerca	710.02
Láminas retroreflectivas	718.01
Barreras temporales de concreto	618
Señales temporales de plástico	710.11
Barreras temporales	617

Demarcación temporal	718.21
Señales de advertencia y control del tránsito temporales	718.22
Señales en relieve sobre el pavimento	634

### Requerimientos para la construcción

#### **635.03 Suministro y colocación de las señales.**

Se deben suministrar y colocar las señales y dispositivos conforme al plan de control de tránsito que fue aprobado previamente para la obra y que cumple los requisitos del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.

Las señales y dispositivos se deben suministrar y colocar antes de iniciar los trabajos en la carretera.

Solamente se instalarán las señales aprobadas en el plan de control del tránsito para la obra y solamente las que se requieren en cada fase del proyecto.

El Contratista debe movilizar y recolocar las señales y dispositivos conforme se avanza en la obra.

Se deben eliminar las señales que dejen de ser precisas o que ya no se necesitan para no confundir a los conductores.

Se debe reemplazar cualquier señal o dispositivo que sea dañado o robado o que ya no funcione correctamente.

Toda señal o dispositivo se debe mantener limpio.

Las señales y dispositivos de seguridad no se pueden retirar hasta que las obras y maquinarias terminen su labor completamente.

Toda señal fija en la carretera, instalada para una situación temporal, debe ser eliminada en un período de 48 horas después de concluir las obras. Durante este período el rótulo deberá cubrirse con un plástico adecuado. Los conos, barriles, señales opacas y luminosas, tipo de letra, colores, barricadas, chalecos reflectivos, distancias de colocación, tipos de pintura y demás dispositivos deben ser aprobados por la inspección según Sección 156.08 antes de su uso y deben cumplir las normas del reglamento vigente. El Contratante realizará revisiones del sistema de seguridad vial para determinar el cumplimiento del plan de control de tránsito.

Los abanderados serán personas adultas entrenadas en el manejo del tránsito, que deben cumplir su labor durante toda la jornada de trabajo de la reparación. Los abanderados deben vestir chaleco de seguridad y utilizar banderas rojas o señales manuales apropiadas.

#### **635.04 Medición.**

La señalización y dispositivos de seguridad vial y el manejo del tránsito no serán objeto de pago adicional para el Contratista. La empresa debe incluir el costo de dispositivos y gestión de la seguridad vial en los rubros de costos indirectos del proyecto que cotizó. El Contratante debe revisar el cumplimiento del plan de señalización definido previamente y podrá paralizar la obra cuando no cumpla fielmente lo pactado.

#### **635.05 Pago.**

En caso de necesidad particular, el cartel de licitación puede establecer renglones de pago especiales para el uso de señales o dispositivos que se requieran en proyectos particularmente complejos. En estos renglones se pueden incluir algunos de los siguientes elementos:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.635.01</b> Señal de flecha luminosa	Hora (Hr)
<b>CR.635.02</b> Barricadas de concreto	Metro lineal (m)
<b>CR.635.03</b> Vehículo guía	Hora (Hr)
<b>CR.635.04</b> Señalización temporal sobre el pavimento	Metro lineal (m)
<b>CR.635.05</b> Amortiguadores o protectores	Unidad (Und)
<b>CR.635.06</b> Instalación de sistemas de semáforos temporales	Unidad (Und)

## **Sección 636.) SISTEMAS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO O SEÑALIZACIÓN**

### **636.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en instalar, modificar o eliminar señales luminosas de tránsito, faros intermitentes, sistemas de alumbrado para carreteras o para señales, conductos de conexión y sistemas eléctricos en general.

### **636.02 Materiales.**

Los sistemas usados en el proyecto deben cumplir con las siguientes Subsecciones:

Retenedor del material sellante	712.01(g)
Material eléctrico	721.01
Material de alumbrado	721.02
Selladores	712.01(a)

### **636.03 Regulaciones y Normas eléctricas.**

El material suministrado debe estar de acuerdo con el código eléctrico local o, en su defecto, con las especificaciones establecidas en el contrato.

El Contratista debe obtener los permisos, solicitar las inspecciones oficiales y pagar los derechos necesarios para instalar el servicio de energía eléctrica. Para conectar o desconectar cualquier sistema eléctrico o de servicio público, el Contratista debe avisar y coordinar 8 días antes, para efectos de programar sus labores con las compañías que administran los servicios eléctricos.

### **636.04 Generalidades.**

El Contratista debe presentar, en una reunión de preconstrucción, una lista de renglones de trabajo y precios correspondiente al monto cotizado como suma global. Esta lista será usada para programar el pago de acuerdo al avance de las obras.

Se debe entregar una lista de equipos y materiales por usar en el proyecto, por lo menos 15 días antes de su inicio. Esta lista debe incluir nombre del fabricante, tamaño y número de identificación de cada elemento. Se puede completar esta lista con planos a escala, catálogos y diagramas eléctricos que muestren todos los detalles del trabajo.

Se deben eliminar todos los obstáculos y obstrucciones de acuerdo con los procedimientos de la Sección 203. El Contratista debe guardar y cuidar todos los materiales aceptables para ser reutilizados en la obra. Las excavaciones y rellenos se deben hacer conforme con la Sección 209. El concreto se construirá conforme a la Sección 601.

Cuando se instalen o reparen sistemas eléctricos en funcionamiento, se debe coordinar para no desconectarlos sin tener antes el sistema alternativo listo para funcionar, de tal modo que no se produzcan congestión ni accidentes de tránsito debido a su desconexión.

**636.05 Conducto eléctrico.**

Los conductos eléctricos deben cortarse en forma lisa. Debe colocarse un aditamento de expansión cuando la tubería cruce por una junta de expansión de la estructura en que se apoya. Las tuberías deben ser continuas entre salidas de conexiones, de tal modo que se use una cantidad mínima de conectores. Se debe eliminar la tubería deformada o rota del sistema. Deben mantenerse las tuberías limpias y secas y protegidas en sus extremos mediante acoples apropiados.

Las cajas de acceso deben ser colocadas apropiadamente para facilitar la acción de jalar los cables eléctricos.

**636.06 Período de prueba.**

Antes de conectar la energía eléctrica al sistema, se debe demostrar que la nueva red está libre de cortocircuitos, circuitos abiertos o contactos a tierra. Se deben reemplazar o reparar los circuitos defectuosos. Después de conectar la energía, se debe demostrar que todos los componentes funcionan correctamente. Se recomienda que el periodo de prueba de los sistemas se extienda por 30 días continuos. Si algún componente falla, se debe reemplazar y volver a probar el sistema durante 30 días continuos en forma independiente.

**636.07 Garantías e instrucciones.**

Al concluir la obra, el Contratista debe entregar al Contratante todas las garantías y listas de componentes, y hojas de instrucción en la inspección final. También debe suministrar un plano final que contenga los cambios y detalles definitivos del sistema instalado.

**636.08 Aceptación.**

El material de los sistemas eléctricos se evaluará conforme a las Subsecciones 107.02 y 107.03 y su instalación, conforme a las Subsecciones 107.02 y 107.04. La excavación y relleno se evaluarán conforme a la Sección 209 y el concreto conforme a la Sección 601.

**636.09 Medida.**

La instalación y reparación de sistemas eléctricos y de alumbrado se evaluará preferentemente por suma global o precio alzado. Los conductores eléctricos serán medidos por metro lineal. Las lámparas, postes y cajas de acceso serán medidas por unidad de cada tipo. La reubicación de componentes será medida por unidad y sin tomar en cuenta las líneas adicionales para la nueva localización.

**636.10 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas por la unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

Se pagará de la siguiente manera:

(a) Un 75 por ciento del monto global cotizado conforme el avance de la obra según la lista o tabla de pagos.

(b) El 25 por ciento restante cuando se complete el periodo de prueba de todo el sistema eléctrico construido.

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.636.01</b> Instalación de señales	Suma golbal (gbl)
<b>CR.636.02</b> Instalación de iluminación	Suma golbal (gbl)
<b>CR.636.03</b> Instalación eléctrica	Suma golbal (gbl)
<b>CR.636.04</b> Sistema de cruce de ferrocarril	Suma golbal (gbl)
<b>CR.636.05</b> Relocalizar (descripción) ____	Suma golbal (gbl)
<b>CR.636.06</b> Tubería portacables (conduit) ____ mm (descripción)	Metro lineal (m)
<b>CR.636.07</b> Conductores eléctricos (descripción)	Metro lineal (m)
<b>CR.636.08</b> Lámparas (descripción)	Unidad (Und)
<b>CR.636.09</b> Postes (descripción)	Unidad (Und)
<b>CR.636.10</b> Cajas de registro	Unidad (Und)

### **Sección 637.) SERVICIOS E INSTALACIONES DE OBRA**

#### **637.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en suministrar, instalar, construir, mantener y finalmente eliminar, las oficinas de obra en sitio, los laboratorios de campo y las instalaciones para vivienda de uso exclusivo del personal de inspección por parte del Contratante.

#### **Requerimientos de construcción**

#### **637.02 General.**

Cuando el tamaño del proyecto lo requiera las instalaciones y servicios deben empezar a funcionar 14 días antes de iniciar labores en el proyecto y deben concluir 21 días después de su aceptación final. Estas instalaciones serán propiedad del Contratista al concluir el contrato.

El Contratista debe realizar el trabajo de preparación del sitio y conexión de servicios de las instalaciones o bien utilizar contenedores en buenas condiciones como sitio de trabajo. Las edificaciones serán inspeccionadas y evaluadas para su aceptación por parte del Contratante. Su ubicación debe ser cercana al proyecto y aprobada por el Contratante.

#### **637.03 Instalaciones.**

Se deben suministrar instalaciones amplias, seguras, salubres y que cuenten con servicio eléctrico, de agua potable, servicio y drenaje sanitarios conforme a los códigos de construcción vigentes. Pagar las cuentas (agua y electricidad) para todas las instalaciones. Se deben proveer líneas de teléfono y equipos de cómputo, cuando el contrato los especifique. Además, las instalaciones deben considerar los siguientes aspectos, según lo considere el contrato:

(a) Para el suministro y mantenimiento de las oficinas en sitio se deben incluir los requisitos de las Tablas 637-1 y 637-2.

(b) Para laboratorio se deben cumplir los requisitos de la Tabla 637-1 y 637-2. Cuando la unidad sea parte de un área de construcción más grande, se deberán separar las unidades con una distribución y suministros separados y con puertas aseguradas por fuera.

Si se requiere la ejecución de ensayos en concreto hidráulico, se debe construir un tanque de curación de acuerdo con la norma AASHTO M 201, con una capacidad mínima para 50 probetas cilíndricas de 150 x 300 mm. Este tanque debe localizarse en un cuarto de 14 metros cuadrados de superficie o mayor. El tanque debe tener calentador y circulador, así como una salida de drenaje y un sistema de suministro de agua.

(c) Para las instalaciones de vivienda se deben cumplir los requisitos de la Tabla 637-1 y 637-2.

Tabla 637-1

**Requisitos mínimos para instalaciones y servicios de obra**

<b>Característica</b>	<b>Oficina en sitio</b>	<b>Laboratorio en obra</b>	<b>Viviendas</b>
Superficie (m <sup>2</sup> )	37	28	46
Ventanas con cierre de seguridad	2	2	3
Escalera con huella antideslizante y pasamanos	(1)		(1)
Área total de ventanas (m <sup>2</sup> )	2,8	1,4	5,6
Altura de cielo (2,1 m)	√	√	√
Aposentos con servicio sanitario incluido	4	2	5 (2)
Área mínima de aposento (m <sup>2</sup> )	9	28	9
Armarios (1,2 m <sup>3</sup> )			2
Estantes, 30 cm de profundidad (m <sup>2</sup> )	1,1		1,1
Alumbrado eléctrico	√		√
Aire acondicionado	Sí	Sí	opcional
Tomacorrientes adecuados	√		√
Protectores de corriente eléctrica	√		√
Electricidad adecuada (110 y/o 220 V)	√		√
Sistema eléctrico polarizado	Sí	Sí	No
Suministro de agua potable	√	√	√
Lavatorio o pila	No	Sí	Sí
Suministro de agua caliente y fría			√
Ducha	No	Sí	Sí
Escritorios	Sí	Sí	No
Archivadores	Sí	Sí	No
Parqueo para 3 vehículos en una superficie de grava	√		√
Barrera de 1,8 m de altura con puerta de acceso alrededor del edificio y en la zona de parqueo	√		√

(1) Requisito.

(2) Incluye 2 cuartos.



Tabla 637-2

## Suministro mínimo en las instalaciones y servicios

Propiedad	Oficina en sitio	Vivienda
Mesa ___ 750 m de ancho x 2,4 m de largo x 750 mm de alto	1	
Archivador, con 2 gavetas, resistente al fuego, de metal, con seguro	1	
Archivador, con 4 gavetas, de metal	1	
Escritorio ___ 1,1 m <sup>2</sup>	2	
Escritorio con lámpara	2	
Silla de oficina	5	
Gabinete de almacenaje, 1,8 m de largo x 900 mm de ancho x 450 mm de alto	1	
Extintores	1	2
Refrigerador, 0,28 m <sup>3</sup>		1
Cocina con horno, estándar de 900 mm		1
Mesa de cocina con 2 sillas		1 juego
Sofá, 1,8 m		1
Desayunador		1
Sillón		1
Mesa auxiliar		1
Lámpara de mesa		1
Cama doble		2
Mesa de noche		2
Lámpara para mesa de noche		2
Cómoda, con 4 gavetas, de 900 mm		2

**637.04 Aceptación.**

Las instalaciones serán evaluadas por el Contratante y según las Subsecciones 107.02 y 107.04

**637.05 Medida.**

Se medirá cada oficina, cada laboratorio y cada instalación destinada a vivienda, por unidad. Según lo expuesto en la Subsección 110.02.

**637.06 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas como se describió anteriormente, serán pagadas por la unidad de medida de los renglones de pago descritos a continuación, que se mostraron en el cartel de licitación. El pago será en compensación total, del trabajo descrito en esta Sección. Ver Subsección 110.05.

La forma de pago será como sigue:

- Un 60 % del monto al completarse satisfactoriamente cada instalación con sus servicios completos, una vez aprobado por la inspección.
- El 40 % restante después de la aceptación final de la instalación o cuando ya no se la necesite.

Renglón de pago	Unidad de medida
<b>CR.637.01</b> Oficina en sitio	Unidad (Und)
<b>CR.637.02</b> Laboratorio de campo	Unidad (Und)
<b>CR.637.05</b> Vivienda	Unidad (Und)



# Drenaje y protección de la plataforma

# División 650

## **Sección 651.) ALCANTARILLAS DE TUBOS DE CONCRETO**

### **651.01 Descripción y alcances.**

Esta sección se refiere al suministro y colocación de tubos de concreto sin refuerzo y con refuerzo, corrientes y de alta resistencia, circulares y de base plana, para construir alcantarillas, sifones, desagües y otros conductos, de los diámetros señalados en el Contrato.

### **651.02 Materiales.**

#### (a) Tuberías de concreto sin refuerzo.

La fabricación y características generales de las tuberías circulares de concreto convencional y de alta resistencia, circulares y de base plana (sin armar), se deberán ajustar a lo establecido en la Sección 706; deberán llevar marcado el nombre o la marca registrada del fabricante en forma legible e indeleble, mediante un procedimiento que no altere la forma ni las resistencias mecánicas de los tubos.

El Contratista deberá informar previa y oportunamente al Contratante, sobre la procedencia de los tubos que pretende utilizar en la obra, debiendo proporcionarle, además, los antecedentes y certificados que acrediten que el fabricante se ajusta a los requisitos de fabricación, resistencias y tolerancias establecidos en Sección 706. No obstante, el Contratante podrá ordenar la ejecución de ensayos para verificar la calidad de los tubos, los que se efectuarán a cargo y costo del Contratista. El muestreo y los ensayos que ordene el Contratante se realizarán de acuerdo a las Subsecciones 153 y 154 y al plan de muestreo aleatorio, aprobado por el Contratante, que define el tamaño de la muestra para que ésta sea estadísticamente representativa.

Se tendrá especial cuidado en el transporte y almacenamiento de los tubos. No se aceptará el uso de tubos destruidos, despuntados o con otros desperfectos que comprometan la estabilidad y duración de la estructura.

#### (b) Tuberías de concreto reforzado.

La fabricación y características generales de las tuberías de concreto reforzado circulares y de base plana se ajustarán a lo establecido en la Sección 706; deberán llevar marcado el nombre o la marca registrada del fabricante en forma legible e indeleble, mediante un procedimiento que no altere la forma ni las resistencias mecánicas de los tubos.

El Contratista deberá informar previa y oportunamente al Contratante, sobre la procedencia de los tubos que pretende utilizar en la obra, debiendo proporcionarle, además, los antecedentes y certificados que acrediten que el fabricante se ajusta a los requisitos de fabricación, resistencias y tolerancias establecidos en Sección 706. No obstante, el Contratante podrá ordenar la ejecución de ensayos para verificar la calidad de los tubos, los que se efectuarán a cargo y costo del Contratista. El muestreo y los ensayos que ordene el Contratante se realizarán de acuerdo a las Subsecciones 153 y 154 y al plan de muestreo aleatorio, aprobado por el Contratante, que define el tamaño de la muestra para que ésta sea estadísticamente representativa.

Se tendrá especial cuidado en el transporte y almacenamiento de los tubos. No se aceptará el uso de tubos destruidos, despuntados o con otros desperfectos que comprometan la estabilidad y duración de la estructura.

Los espesores de pared y cuantía de acero de los tubos variarán conforme a la altura de terraplén o cargas dinámicas a que serán sometidos.

(c) Tuberías de otros tipos de materiales.

Alternativamente, con previa autorización del Contratante se podrán emplear tuberías de otros materiales que no estén contemplados en las Secciones 651 y 652, tales como cloruro de polivinilo y polietileno, entre otros. Estas tuberías deberán satisfacer lo establecido en las Secciones 706 y 707 o en su defecto en las normas ASTM o AASHTO, según corresponda.

El uso de estas tuberías deberán satisfacer lo establecido en la Sección 651 y las mismas deberán soportar adecuadamente los requerimientos estructurales e hidráulicos a que serán sometidas, lo anterior en beneficio de la seguridad y durabilidad del Proyecto. El Contratista deberá someter a aprobación por parte del Contratante todos los Procedimientos de Trabajo cuando se utilicen las tuberías a que se refiere la Subsección 651.02.(c). La medición y el pago se realizarán de acuerdo con lo establecido en la Subsección 651.04.

#### **651.03 Procedimientos de trabajo.**

(a) Excavación de zanjas y preparación del sello de fundación.

Los tubos de concreto de sección circular o de base plana, se deberán instalar en zanjas previamente excavadas para dicho efecto, según se estipula más adelante. Las excavaciones de las zanjas se ajustarán a lo especificado en esta sección y en lo pertinente, a lo establecido en la Sección 208, Excavación y relleno para estructuras mayores y Sección 204 Excavación y terraplenado, prestándose atención a lo que respecta a mantener sin corte el flujo de agua y conducir o desviar las aguas fuera de la zona de las obras.

En el caso del reemplazo de alcantarillas en un camino existente, y nuevos ductos a instalar donde la corona de éstos queda bajo el terreno natural, el ancho de las zanjas será el mínimo necesario para que las tuberías puedan ser colocadas y sus juntas selladas adecuadamente. A no ser que en el contrato se estipule de otra manera, este ancho no será mayor al diámetro exterior de la tubería más 0,50 m a ambos lados de ésta, pudiendo presentar una tolerancia de 10 % en el sobre ancho de excavación. En caso de sobrepasar esta tolerancia, el Contratista deberá presentar ante el Contratante una memoria de cálculo que garantice la estabilidad del tubo bajo las nuevas condiciones de instalación. Se exceptúa de lo anterior la construcción de sifones, cuyos trabajos se registrarán por lo establecido en la Subsección 651.03.(c).

En la construcción de alcantarillas donde la corona de éstas quedara por sobre la superficie del terreno natural, las zanjas deberán excavar después de haberse construido el nuevo terraplén, o en su defecto, después de haberse construido un prisma de terraplén en la zona de la alcantarilla a construir. Previo a iniciar la excavación para la instalación de la tubería, la superficie del terraplén o del prisma deberá alcanzar una altura de aproximadamente 0,30 m por sobre la corona de las tuberías a instalar. La mínima longitud del prisma en su parte superior, será igual al diámetro exterior de la estructura más cinco veces esta dimensión a ambos lados de la misma. El ancho de las zanjas para la instalación de las alcantarillas se ajustará a lo estipulado en la sección precedente.

En cualquier tipo de construcción, las zanjas se excavarán hasta una profundidad mínima de 0,12 m por

debajo de la base de las alcantarillas, de manera de dar cabida a una cama de apoyo de material granular sobre la cual se colocarán las tuberías. El sello de dichas excavaciones se perfilará con una tolerancia de  $\pm 20$  mm con respecto al plano de fondo establecido, y se compactará en una profundidad mínima de 0,20 m, hasta alcanzar como mínimo el 90 % de la densidad máxima teórica determinada según el Método del Proctor Modificado de acuerdo con las normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557. En el caso de que la fundación sea sobre roca, la profundidad mínima de excavación será de 0,15 m por debajo de la base de la alcantarilla. En ambos casos, dependiendo del tamaño del tubo, la cama de apoyo podrá estar constituida por material granular que cumpla con lo estipulado en la Sección 208, incluso su compactación. En la eventualidad de encontrar suelos no aptos para fundación en el fondo de las excavaciones, mas allá de los 0,12 m descritos anteriormente, se excavará, removerá y reemplazará el material en la profundidad que determine el Contratante. La remoción y reemplazo se ajustará a lo establecido en la Sección 208. Los procedimientos que se apliquen para efectuar las excavaciones requeridas, deberán ajustarse en lo pertinente, a las disposiciones estipuladas por el Contratante en los documentos de prevalencia establecidos.

Las obras descritas anteriormente con respecto a excavaciones, formación de terraplenes o prismas, la construcción de la cama de apoyo y eventuales rellenos con material granular para reemplazar suelos no aptos para fundación, se registrarán por lo estipulado en las Secciones 208 y 209, donde se efectuará su medición y pago. Asimismo, los procedimientos aquí descritos registrarán en lo pertinente para la construcción de cajones de concreto, salvo que la cama de apoyo sea de concreto, según lo establecido en las Secciones 602 y 614.

(b) Instalación de las alcantarillas.

Para manejar, bajar e instalar los tubos dentro de la zanja, sólo deberán emplearse equipos y procedimientos adecuados. No se deberán usar cables pasados por el interior del tubo que, eventualmente podrían dañar sus extremos. En general, deberán utilizarse horquillas rígidas que tomen el tubo por un extremo, o vigas rígidas pasadas por todo el interior del tubo, tomadas por los extremos fuera de la longitud del tubo.

La colocación de las tuberías se deberá iniciar por el extremo de aguas abajo de la obra, de manera que cada sección quede con su unión de campana (cazoleta) o muesca hacia aguas arriba enfrentando el flujo. Las tuberías circulares con armadura elíptica se deberán colocar con el eje mayor de la elipse en posición horizontal, por lo cual, ese eje deberá estar marcado en forma claramente visible. Los bordes de acoplamiento deberán limpiarse prolijamente de manera que se produzca un perfecto encaje de las secciones que conforman la estructura.

Todas las juntas de unión deberán ser selladas para prevenir posteriores filtraciones de agua o introducción de materiales indeseables. El sellado interior de las uniones, cuando se realicen con mortero, se deberá efectuar con un mortero de proporción 1:1 en peso de cemento y arena sobre las uniones previamente humedecidas. El cemento utilizado deberá cumplir con lo establecido en la norma ASTM C150, los agregados deben pasar un 100 % por el tamiz 5mm (ASTM N°4). El mortero en exceso se deberá eliminar de las juntas de unión. Para el sellado exterior de las uniones, el mortero será de proporción 1:3 en peso de cemento y arena, debiéndose construir un cordón que cubra todo el perímetro exterior de la tubería. Este cordón tendrá un ancho igual o mayor al 20 % del diámetro interior del tubo y un espesor igual o mayor al 12 % de dicho diámetro.

El mortero deberá ser usado dentro de los primeros 30 minutos de habersele agregado el agua y no podrá ser reavivado agregándole cemento. Las zonas de las juntas deberán ser protegidas y curadas por un periodo mínimo de 24 horas antes de comenzar con el relleno de la zanja. Por el mismo lapso señalado, se deberá evitar que escurra agua tanto por la zanja como por el interior de las tuberías.

En el caso de tuberías con diámetro igual o inferior a 0,60 m, el relleno de las juntas de unión se efectuará a medida que se coloquen los tubos, especialmente en lo que se refiere al sellado interior de las uniones. El método será propuesto por el Contratista y deberá ser aprobado por el Contratante. Al respecto, lo usual es colocar mortero en la mitad inferior de la campana o espiga del tubo ya colocado y sobre la mitad superior del enchufe recto o con lengüeta del tubo que se va a colocar. Luego se introduce este último fuertemente y se elimina el exceso de mortero de la unión. El sellado exterior de las juntas de unión se efectuará de acuerdo a lo señalado en las secciones precedentes.

Cuando las uniones se realicen con junta de goma, ésta deberá ser lubricada antes de su instalación para facilitar las maniobras de montaje y colocada en el lado de la espiga.

Para diámetro sobre 0,60 m, el acoplamiento de los tubos se realizará a través de maquinaria evitando arrastrar el tubo por la cama de apoyo para evitar el despunte de éste.

Cualquier orificio de fábrica que tuviera el tubo para facilitar el montaje, será rellenado con mortero de proporción 1:1 en peso de cemento y arena, una vez terminada su instalación.

En el caso de que la cama de apoyo fuese de arena, se tendrá especial cuidado de evitar que ésta quede en contacto con la goma.

El método de instalación de tuberías deberá ser propuesto por el Contratista y aprobado por el Contratante.

(c) Construcción de sifones.

Las excavaciones y la instalación de tuberías para sifones se regirán en lo pertinente, según lo establecido en las Subsecciones 651.03.(a) y 651.03.(b), y lo que se especifica a continuación.

Los sifones se deberán construir, en general, con tubos de concreto de sección circular, de diámetro mínimo 0,80m para facilitar las labores de limpieza. El diámetro será señalado en los documentos del Proyecto.

Las tuberías se revestirán en toda su longitud con un dado de concreto de 250 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia mínima. El ancho del dado será igual al diámetro exterior de los tubos más 0,15 m a cada lado; su altura será igual al ancho. A no ser que en los documentos del Proyecto se indique de otra manera, en la parte superior e inferior del dado se colocará una malla de acero con barras de diámetro 8 mm separadas cada 20 cm. El Contratista deberá demostrar que este refuerzo satisface lo establecido en el Código Sísmico de Costa Rica vigente. El colado del dado se efectuará contra el terreno natural de la excavación, incluso su base, previa colocación de un polietileno de 0,1 mm de espesor.

El ancho de la excavación sobre la superficie del dado de concreto, se regirá por lo establecido en la Subsección 651.03.(a). El resto de la excavación se ajustará al ancho del dado de concreto; cualquier sobreexcavación debida a procesos constructivos deberá rellenarse con concreto conjuntamente con el dado proyectado, por cuenta del Contratista. En estas instalaciones no será necesario construir la cama de apoyo de material granular descrita en la Subsección 651.03.(a).

El concreto y su curado se regirán por lo establecido en la Sección 701 y 703, donde se efectuará su medición y pago. La malla de acero deberá tener una resistencia mínima de 630 kg/cm<sup>2</sup> y con una fluencia máxima y mínima de 580 kg/cm<sup>2</sup> y 420 kg/cm<sup>2</sup>, respectivamente (Grado 60), se ajustará a lo estipulado en la Sección 709, donde se cuantificará para efectos de pago.

(d) Relleno estructural.

El material de relleno estructural, incluso su colocación y compactación, se regirá por lo establecido en la Sección 208. El límite superior del relleno será el definido en los documentos del Proyecto. En su defecto, éste alcanzará una altura de 0,30 m sobre la corona de la estructura, o la altura que establezca el Contratante. El material se medirá para efectos de pago en la Sección 204, incluso el material necesario para construir la cama de apoyo de las tuberías y para reemplazar eventuales remociones de suelos no aptos para fundación de alcantarillas.

(e) Colocación de tuberías en terraplenes con alturas mayores a 10 m sobre la corona de las estructuras.

A no ser que en los documentos del Proyecto se disponga de otra manera, cuando deban colocarse rellenos de más de 10m de altura sobre la corona de las tuberías, se procederá como se especifica a continuación:

a) Se construirá el terraplén proyectado hasta una altura mínima de 0,30 m por encima de la corona de la tubería a instalar, según lo establecido en la Subsección 651.03.(a);

b) La alcantarilla se construirá con los procedimientos antes señalados en la Subsección 651.03.(a). El relleno estructural del terraplén deberá alcanzar hasta una altura mínima de 0,30 m por sobre la corona de la estructura terminada;

c) Una vez aprobadas las obras antes señaladas, se continuará con la construcción del terraplén hasta alcanzar una altura adicional, igual al diámetro exterior de las tuberías colocadas;

d) Terminado y compactado el terraplén hasta la altura antes indicada, se procederá a excavar una zanja con paredes verticales y cuyo ancho deberá ser igual al ancho exterior de los tubos más 0,30 m a cada lado, y que deberá alcanzar hasta descubrir la corona de los tubos;

e) La zanja así formada se rellenará con el material señalado en los documentos del Proyecto; en su defecto se utilizará el mismo material excavado, colocado en la condición más suelta posible; y,

f) Una vez completado el relleno de dicha zanja, se continuará con la construcción del terraplén hasta alcanzar la altura proyectada, de acuerdo con los procedimientos y requisitos normales que se especifiquen para esa obra.

(f) Protección de tuberías colocadas.

Se deberá tener presente que para no imponer tensiones indeseables a las tuberías colocadas debido al paso de vehículos, éstas se deberán proteger recubriéndolas con suelos compactados cuyo espesor sobre la corona no será inferior a 1/8 del diámetro horizontal y con un mínimo de 0,30 m, siempre que las cargas máximas no superen los pesos por eje autorizados en carreteras. Si en las actividades se utilizan vehículos o equipos con mayores pesos en los ejes, sobrecargados o cuando el tránsito por sobre la estructura se inicia antes de estar totalmente terminada la sección transversal proyectada, las tuberías deberán protegerse colocando un relleno adicional, cuyo espesor y características deberán establecerse mediante el correspondiente estudio. La preparación del referido estudio, así como la colocación y posterior retiro del relleno adicional, serán de responsabilidad y cargo del Contratista.

Toda alcantarilla, tubería o sifón deberá poseer estructuras de entrada, salida y disipación de energía. Estas estructuras deberán proteger a las alcantarillas, las tuberías, los sifones y los terraplenes de los efectos de socavación, degradación y colmatación. Deberán además facilitar en forma segura el flujo adecuado del agua hacia el cuerpo receptor. Sus especificaciones y configuración deberán estar claramente establecidas en los documentos del Proyecto.

Cualquier daño causado a las tuberías por el incumplimiento de lo especificado, deberá ser reparado por cuenta y cargo del Contratista, incluso el reemplazo de tuberías si fuese necesario.

(g) Unión de alcantarillas nuevas con existentes.

En cada unión de alcantarillas nuevas con existentes, ya sean estas últimas de concreto, de metal corrugado o de otro material, incluso de distinto diámetro, se deberá construir un collar de concreto armado de las dimensiones y características señaladas en los documentos del Proyecto. El concreto a emplear deberá tener una resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup> y un agregado con tamaño máximo nominal de 8 mm, el que se cuantificará para efectos de pago, en la Sección 601, y cuando corresponda el acero Grado 60, deberá cumplir lo establecido por la norma ASTM A-615 y ASTM A-706.

(h) Medidas de seguridad.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista tomará todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, de los peatones y del personal de la jornada, de acuerdo a lo dispuesto en la Subsección 635 y 156.08, Supervisión del tránsito y de la seguridad.

#### **651.04 Medición.**

Las obras que se describen en esta Sección, por formar parte de los trabajos necesarios para la instalación de tuberías de concreto, se cuantificarán para efectos de pago en sus respectivas Secciones. Estas son:

Excavación y relleno para estructuras mayores	208
Excavación y terraplenado	204
Relleno permeable	210
Mortero para juntas	712.02
Cubrejunta impermeable	712.03
Acero de refuerzo	709.01

#### **651.05 Pago.**

(a) Tubos circulares de concreto sin refuerzo

Este punto deberá desagregarse en las subsecciones que sean necesarias, de manera de agrupar las tuberías por diámetro interior y demás características iguales.

Incluye el suministro y colocación de los tubos, el sellado interior y exterior de las juntas de unión, el cordón de mortero alrededor del perímetro exterior de las juntas, juntas de goma si es el caso, y demás actividades y trabajos que sean necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo circular de concreto sin refuerzo colocado, según su diámetro interior. La medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por el Contratante. En la construcción de sifones, el dado de concreto y la malla de acero se cuantificarán para efectos de pago en sus Secciones respectivas, de acuerdo a lo establecido en la Sección 651

(b) Tubos de base plana de alta resistencia de concreto sin refuerzo

Este ítem incluye todo lo estipulado en las dos primeras secciones del punto (a).

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo de base plana de alta resistencia colocado, según su diámetro interior, y la medición se efectuará a lo largo del tendido, en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por el Contratante.

(c) Tubos circulares de concreto con refuerzo

Se incluye lo descrito en la primera sección del punto (a).

Este ítem incluye el suministro y colocación de los tubos, uniones de juntas de goma y demás actividades, materiales y trabajos que sean necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo circular de concreto con refuerzo colocado, según su diámetro interior, y la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por el Contratante.

(d) Tubos de base plana de concreto con refuerzo

Este ítem incluye lo descrito en las dos primeras secciones del punto (c).

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo de base plana de concreto con refuerzo colocado, según su diámetro interior, y la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido en las longitudes requeridas por los planos y aprobadas por el Contratante

### **Sección 652.) ALCANTARILLAS DE TUBOS DE METAL CORRUGADO**

#### **652.01 Descripción y alcances.**

Esta Sección se refiere al suministro e instalación de ductos de metal corrugado, circulares, elípticos y de sección abovedada, de las dimensiones y espesores de plancha señalados en los documentos del Proyecto, con sus correspondientes accesorios.

#### **652.02 Materiales.**

(a) Ductos colocados en zanja.

Los ductos de metal corrugado que se instalen de acuerdo con lo que aquí se especifica, deberán estar constituidos por planchas acanaladas de acero galvanizado, de los espesores que se indiquen en el Proyecto y que cumplan con lo establecido en la norma ASTM A 885. El recubrimiento de zinc en ambas caras, será el especificado en el Proyecto, y deberán seguir lo normado en ASTM A 123 y ASTM A 153, dependiendo del tipo de pieza, cuyas mediciones se tomarán en no menos de 5 o 10 lecturas, realizadas según tamaño y tipo de pieza, a criterio del ente que requiera la inspección.



Los remaches, pernos, tuercas, sujetadores, ganchos y pernos de argolla, deberán ser de Clase D para diámetros iguales o inferiores a 10 mm, y Clase C para diámetros superiores a 10 mm; en el que su recubrimiento será según la Tabla 652-1.

Tabla 652-1.

**Peso y uniformidad de recubrimiento de zinc para clases de materiales**

Clase del Material	Masa mínima de la capa de Znen g/m <sup>2</sup>		Espesor mínimo de la capa de Zn en micrones		Cantidad mínima para ensayo de uniformidad en SO <sup>4</sup> CU	
	Promedio del muestreo	Espécimen individual	Promedio del muestreo	Espécimen individual	Densidad 1,19	
<b>Clase A:</b> Piezas fundidas en hierro y en acero						
	610	550	87	78	7	
<b>Clase B:</b> Piezas de acero laminadas, prensadas y forjadas excepto las clases C y D						
<b>B:1</b>	Espesor > 5 mm	610	550	87	78	7
	Longitud > 200 mm					
<b>B:2</b>	Espesor > 5 mm	460	380	65	54	6
	Longitud > 200 mm					
<b>B:3</b>	Espesor > Cualquiera	400	340	56	48	6
	Longitud > 200 mm					
<b>Clase C:</b> Tornillos, bulones diam. > 9 mm Arandelas de espesor: 5 a 7 mm						
	380	305	54	46	5	
<b>Clase D:</b> Tornillos, bulones, calvos, etc. De diam. > 9 mm arandelas de espesor < 5 mm						
	305	260	43	37	4	

\* El espesor de la capa de Zinc varía de acuerdo al tipo de acero que se galvanice. A menor presencia de carbono y de otros elementos de aleación en el material virgen, mayor será el espesor de la capa de zinc; requiriendo menor tiempo de inmersión para lograr el espesor óptimo.

Fuente: <http://www.galvasa.com.ar/normas.htm>

Antes de iniciar la instalación de los ductos, el Contratista solicitará la conformidad del Contratante en cuanto a la calidad y estado de los elementos. Sólo se aceptarán ductos que se ajusten a lo establecido en las normas ASTM A 239 con respecto a la uniformidad, ASTM A 123 y A 153 para las capas de recubrimiento de zinc, ASTM A 143 (control de la fragilidad), además de encontrarse sin desperfectos que comprometan la estabilidad y duración de la estructura; deberán cumplir además con lo que se especifica a continuación:

La relación entre el diámetro efectivo y el diámetro nominal de los tubos circulares no variará en más de un 5 % para diámetros de hasta 1 000 mm, un 3 % para diámetros mayores que 1 000 mm y hasta 1 800 mm, y un 2 % para diámetros superiores que 1 800 mm;

a) El espesor mínimo de las láminas de acero y el recubrimiento de zinc, serán los especificados en los documentos del Proyecto;

b) Los tubos no presentarán bordes mellados o rasgados;

c) El galvanizado no presentará soldaduras, escamas o resquebraaduras;

d) Las perforaciones no tendrán rebabas; y,

e) Los pernos tendrán sus cabezas bien moldeadas.

(b) Ductos colocados en túnel.

Las planchas que constituyan los tubos de acero corrugado para ser colocados en túnel, deberán cumplir con lo establecido en estas especificaciones.

### **652.03 Procedimientos de trabajo.**

(a) Excavación de zanjas y preparación del sello de fundación.

Los ductos de metal corrugado del tipo y espesor de plancha definidos en los documentos del Proyecto, se deberán instalar en zanjas previamente excavadas para dicho efecto, tanto en caminos existentes como de nueva construcción. Las actividades de excavación de dichas zanjas y la preparación del sello de sus fundaciones, se regirán por lo establecido en la Subsección 651.03.(a), Alcantarillas de Tubos de Concreto, a excepción del ancho de zanja a excavar, la que deberá ser igual a dos veces el diámetro del ducto a instalar.

Los terraplenes o prismas a construir, para luego proceder con la excavación de las zanjas, se cuantificarán para efectos de pago en la Sección 204. Las excavaciones requeridas, incluso las necesarias para dar cabida a la cama de apoyo de material granular y las relacionadas con las eventuales remociones de material no apto para fundación, se medirán y pagarán en la Sección 204. El material granular para la construcción de la cama de apoyo y para el reemplazo de material no apto para fundación, se cuantificará para efectos de pago en la Sección 704. El tamaño máximo para el material de la cama de apoyo será de 19 mm.

Los procedimientos que se apliquen para efectuar las excavaciones requeridas, deberán ajustarse en lo pertinente, a las disposiciones establecidas en este documento y a los reglamentos de seguridad ocupacional vigentes.

(b) Instalación de ductos.

Una vez terminados y aprobados los trabajos señalados en la Subsección precedente, el Contratista podrá proceder con la instalación de los ductos.

El armado de los ductos se iniciará en el punto bajo del tendido, colocando inicialmente el menor número posible de pernos para unirlos. Sólo después de haber montado una sección completa de tubos con apernado parcial, se deberá iniciar la colocación de los pernos restantes, apretando primeramente las tuercas a mano. Siempre se deberá trabajar desde el centro de la costura hacia los bordes. Una vez colocados todos los pernos de una sección, y comprobado que las partes estén bien alineadas y encajadas, se procederá a apretarlos. El apriete deberá alcanzar a 400 Nm, con  $\pm 40$  Nm de tolerancia.

Antes de iniciar el relleno, deberán peraltarse a modo de contraflecha todos los tubos circulares de 1,0 m o más de diámetro. Los tubos de diámetros menores al señalado, sólo se deberán peraltar cuando así se disponga en los documentos del Proyecto.

El peraltamiento consistirá en incrementar el diámetro vertical en un 5 % de su valor a todo lo largo de la tubería, lo que podrá realizarse en terreno o venir preparado de fábrica. El peraltamiento en terreno podrá efectuarse mediante la colocación de cimbras adecuadas u otro procedimiento aprobado por el Contratante.

Las amarras, puntales y otros elementos que se usen para peraltar las tuberías, no deberán removerse sino hasta después de construido el terraplén en toda su altura; en todo caso, deberán ser retirados antes de la construcción de muros de boca u otras estructuras de entrada y salida.

(c) Construcción de Sifones.

Las excavaciones y la instalación de alcantarillas para sifones se regirán en lo pertinente, a lo establecido

en las Subsecciones 652.03.(a) y 652.03.(b), y lo que se especifica a continuación.

Para facilitar las labores de limpieza, los sifones se deberán construir en lo posible con tubos de diámetro igual o mayor a 0,80m. En todo caso, el diámetro será el señalado en los documentos del Proyecto.

Las tuberías se revestirán en toda su longitud con un dado continuo de concreto con resistencia mínima de 250 kg/cm<sup>2</sup>. El ancho del dado será igual al diámetro exterior de los tubos más 0,15 m a cada lado; su altura será igual al ancho. A no ser que en los documentos del Proyecto se indique otra cosa, en la parte superior e inferior del dado se colocará una malla de acero con barras de diámetro 8 mm separadas cada 20 cm. El Contratista deberá demostrar que este refuerzo satisface lo establecido en el Código Sísmico de Costa Rica vigente. El colado del dado se efectuará contra el terreno natural de la excavación, incluso su base, previa colocación de polietileno de 0,1 mm de espesor.

El ancho de la excavación sobre la superficie del dado de concreto proyectado, se regirá por lo estipulado en la Subsección 652.03.(a); el resto de la excavación se ajustará al ancho del dado. Cualquier sobreexcavación debida a procesos constructivos deberá rellenarse con concreto conjuntamente con el dado, por cuenta del Contratista. En estas instalaciones no será necesario construir la cama de apoyo de material granular, descrita en la Subsección 652.03.(a).

El concreto, su curado y multas, si corresponde, se regirán por lo establecido en la Sección 601 y conforme con ella se efectuará su medición y pago. La malla de acero de Grado 60 se ajustará a lo establecido en las normas ASTM A-615 y ASTM A-706 y lo dispuesto en la Sección 709 donde se cuantificará para efectos de pago.

(d) Relleno estructural.

El material de relleno estructural, incluso su colocación y compactación, se regirá por lo establecido en la Sección 704 y lo que se especifica a continuación:

a) Cuando deban efectuarse rellenos de secciones abovedadas, se deberá tener presente que estas estructuras tienen la tendencia a desplazarse hacia un costado o deformarse hacia arriba. En estos casos, el relleno deberá cubrir primero la bóveda en un tramo hasta taparla completamente, para luego continuar de la misma manera hasta completar el relleno de la obra.

b) El límite superior del relleno será el definido en los documentos del Proyecto; en su defecto, éste alcanzará la altura mínima que establezca el fabricante según las distintas dimensiones de los ductos sobre la corona de la estructura, o la altura que establezca el ingeniero responsable. El material se medirá para efectos de pago en la Sección 704, incluso el material necesario para reemplazar eventuales remociones de suelos no aptos para fundación de alcantarillas.

(e) Protección de tuberías colocadas.

Se deberá tener presente que para no imponer tensiones indeseables a las tuberías colocadas debido al paso de vehículos, se requiere que ellas estén recubiertas por suelos compactados cuyo espesor sobre la corona no sea inferior a la establecida por el fabricante para cada ducto, 1/8 del diámetro horizontal y con un mínimo de 0,30 m, siempre que las cargas máximas no superen los pesos por eje autorizados en carreteras. Si en las faenas se utilizan vehículos o equipos con mayores pesos en los ejes, sobrecargados, o cuando el tránsito por sobre la estructura se inicia antes de estar totalmente terminada la sección transversal proyectada, las tuberías deberán protegerse colocando un relleno adicional, cuyo espesor y características deberán establecerse mediante el correspondiente estudio. La preparación del referido estudio, así como la colocación y posterior retiro del relleno adicional, serán de responsabilidad y correrán a cargo del Contratista.

Toda alcantarilla, tubería o sifón deberá poseer estructuras de entrada, salida y disipación de energía. Estas estructuras deberán proteger a las alcantarillas, las tuberías, los sifones y los terraplenes de los efectos de socavación, degradación y colmatación. Deberán además facilitar en forma segura el flujo adecuado del agua hacia el cuerpo receptor. Sus especificaciones y configuración deberán estar claramente establecidas en los documentos del Proyecto.

Cualquier daño causado a las tuberías por el incumplimiento de lo especificado, deberá ser reparado por cuenta y cargo del Contratista, incluso el reemplazo de tuberías si fuere necesario.

(f) Unión de ductos nuevos con existentes.

En cada unión de ductos nuevos con existentes, ya sean estos últimos de metal corrugado, de concreto o de otro material, incluso de distinto diámetro, se deberá construir un collar de concreto armado de las dimensiones y características señaladas en los documentos del Proyecto. El concreto a emplear tendrá una resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup> y cuando corresponda el acero será de Grado 60 y deberá cumplir con las normas ASTM A-615 y/o ASTM A-706, los que se cuantificarán para efectos de pago, en la Sección 552, para el concreto y en la Sección 709, para el acero de refuerzo.

(g) Medidas de seguridad.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista tomará todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, de peatones y del personal de la jornada, de acuerdo a lo dispuesto en la Sección 635 y en la Subsección 156.08.

#### **652.04 Medición.**

Las obras que se describen en esta Sección, por formar parte de los trabajos necesarios para la instalación de ductos de metal corrugado en zanja, se cuantificarán para efectos de pago en sus respectivas Secciones. Estas son:

Excavación y relleno para estructuras mayores	208
Excavación y terraplenado	204
Relleno permeable	210
Eliminación de caminos o calles existentes	211
Alcantarillas de tubos de metal corrugado	652
Acero de refuerzo	709.01

#### **652.05 Pago.**

(a) Tubos circulares de metal corrugado.

En este ítem deberán desagregarse las partes que sean necesarias, de manera que se agrupen las tuberías por diámetro interior y demás características iguales. Una parte incluye el suministro de los tubos y sus accesorios correspondientes, su instalación y demás actividades y trabajos necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo circular colocado, según su tipo, y la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante. En el caso de sifones, el dado de concreto y la malla de acero se cuantificarán para efectos de pago en sus Secciones respectivas, de acuerdo a lo establecido en la Subsección 652.04.

(b) Tubos de sección elíptica de metal corrugado.

Este punto deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de manera que sea posible agrupar las tuberías por dimensiones y características iguales. Se incluye el suministro de los tubos y todos sus accesorios correspondientes, su instalación y demás actividades y trabajos necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo elíptico instalado, según su tipo, y la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.

(c) Tubos de Sección abovedada de metal corrugado.

En este punto se incluye todo lo estipulado en el punto (a).

Se cuantificará por metro (m) lineal de tubo abovedado instalado, según su tipo, y la medición se

efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.

### **Sección 653.) ALCANTARILLAS EN TUNEL**

#### **653.01 Descripción y alcances.**

Esta Sección se refiere al suministro e instalación de alcantarillas de acero corrugado construidas mediante túneles tanto en obras nuevas como reemplazo de existentes. Los túneles se realizarán bajo proceso de revestimiento de protección con planchas especiales para este tipo de obras. Esta técnica es válida para túneles de diámetro o dimensiones mayor o igual a 1,20 m.

#### **653.02 Materiales.**

Las planchas serán de acero y la calidad de éste será tal, que la tensión de fluencia no deberá ser inferior a 200 MPa y la tensión de rotura no inferior a 300 MPa, de espesor mínimo de 2,50 mm, con pestañas conformadas en frío de tal forma que el ancho máximo no exceda de 457 mm. Las pestañas deben permitir realizar la unión apernada desde el interior y tanto la sección de dichas planchas como las juntas longitudinales apernadas con traslape, deben cumplir con las propiedades indicadas en la siguiente tabla.

*Tabla 653-1*

#### **Propiedades de las planchas de acero con 2 pestañas**

<b>Espesor plancha (mm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>/cm)</b>	<b>Momento de Inercia <sup>(1)</sup> (cm<sup>2</sup>/cm)</b>	<b>Resistencia Junta Longitud (kg/cm)</b>
2,5	0,32	0,75	410
3,0	0,39	0,91	555
3,5	0,45	1,08	690
4,0	0,52	1,25	790
4,5	0,59	1,41	905
5,0	0,65	1,58	1 160
5,5	0,72	1,74	1 335
6,0	0,78	1,91	1 370

(1) Deberá ser uniforme en toda la sección de la plancha.

Las planchas contarán con un galvanizado por inmersión en caliente con un recubrimiento de zinc mínimo de 915 g/m<sup>2</sup>.

Las planchas se apernarán entre sí con pernos y tuercas de # 5 x 3,18 cm, también galvanizadas.

Todos los pernos, tuercas y arandelas tendrán un recubrimiento de zinc de 380 g/m<sup>2</sup> mínimo.

#### **653.03 Procedimiento de trabajo.**

Mediante un levantamiento topográfico del sector, se realizará el replanteo en terreno, definiendo el eje del túnel a ejecutar, así como los puntos de inflexión de las bocas de inspección, cámara, etc.

En caso que el perfil del terraplén permita el ataque directo, se mantendrán tres anillos fuera del talud, respetando la nivelación del Proyecto. Este conjunto se bloqueará lateralmente para impedir su desplazamiento. Luego, se efectuará la excavación del frente de ataque dando inicio a la instalación. De no ser posible este

procedimiento, será necesario el empleo de piques de ataque verticales. En este caso, se ubicarán puntos convenientes para los pozos de ataque para materialización del túnel. Estos serán revestidos y apuntalados perimetralmente en los casos en que, a juicio del Contratante, se encuentre comprometida la estabilidad de las paredes del pozo. Esta estructura debe proporcionar un área suficiente como para alojar en posición adecuada el volumen de material excavado, permitiendo la extracción vertical del mismo. Además, la estructura tendrá pórticos de sustentación para las vías metálicas, que permitirán el transporte vertical del material desde el fondo del pozo con una noria eléctrica especial como transporte horizontal hasta el lugar específico de carga de los camiones.

De ser necesario, en el fondo del pozo se excavará un reservorio donde se colocará una bomba para extraer el agua subterránea, si existiese. Como el pozo se situará en la cota más baja, el agua de infiltración fluirá hacia el reservorio desde las paredes del pozo y el tramo del túnel. La bomba tendrá una llave automática con disyuntor a nivel, para conectarla y desconectarla automáticamente a medida que el nivel del agua de infiltración se eleve en el reservorio existente en el fondo del pozo.

Los tramos de túnel se ejecutarán a partir de los pozos de ataque, aproximadamente uno cada 100 m, de ser necesario, siguiendo el alineamiento del Proyecto. A medida que se realiza la excavación manual o mecanizada, se comenzará presentando en el frente de excavación, un anillo metálico con la forma de la estructura. El techo del anillo soportará la bóveda de tierra proveniente de la excavación y servirá de guía para el montaje de un nuevo anillo del túnel. La remoción del material de excavación, podrá efectuarse por medio de vagonetes que descarguen en un balde para ascenso vertical.

Durante el montaje del nuevo anillo, la cámara de trabajo queda con el frente apuntalado por la plancha y el techo de la excavación sustentado por la parte superior del anillo a modo de encofrado. Después de montado el anillo del túnel, la repetición de nuevas series de operación permitirá montar nuevos anillos y así sucesivamente. Cada anillo tendrá un ancho de 0,457 m y se compondrá de determinado número de planchas de acero corrugado galvanizado según las dimensiones de la Sección de la alcantarilla.

El túnel deberá tener un diámetro mínimo de 1,2 m y satisfacer lo establecido en el Código Sísmico y en el Código de Cimentaciones de Costa Rica en versiones vigentes. Los anillos se sujetarán a los adyacentes por medio de pernos y tuercas galvanizadas de # 5 x 3,18 cm, distribuidos a lo largo de las pestañas laterales de los anillos. Las planchas de cada anillo se unirán con pernos y tuercas de la misma medida. Los pernos serán de cuello cuadrado y se proveerán con arandela de presión para mantener el cuello cuadrado del tornillo en la perforación de la plancha, también cuadrada, permitiendo apretar la tuerca desde el interior.

El espesor de la plancha será determinado por los documentos del Proyecto, de modo de resistir carga móvil tipo HS-20 según las especificaciones AASHTO Estándar, además de la carga muerta debida a la cuña de suelo sobre la generatriz superior del túnel.

Las planchas para armar el conducto serán de tipo pestañado simple. Las planchas llevan pestañas en un solo extremo. Las planchas se colocarán según el plano de armado que deberá proveer el fabricante del material.

Se colocarán los pernos de cabeza cuadrada en el extremo plano de las planchas con la cabeza hacia afuera y se mantendrán en posición presionando la arandela plana. En el perno correspondiente al agujero central de cada unión de plancha se colocará, a los efectos de que la tuerca se apoye sobre una superficie plana, una arandela media caña según planos del Proyecto. Una vez completado el armado del primer anillo, se comenzará con el armado del segundo anillo, de la misma manera pero desplazado respecto del anterior en una longitud equivalente a dos espacios de separación entre agujeros, de la brida de unión entre anillos. De esta forma las costuras longitudinales quedarán alternadas. El tercer anillo se coloca en la misma posición que el primero. Los pernos con cabeza hexagonal se colocarán en los agujeros de las bridas. A efecto de poder acomodar las planchas, los pernos, no deberán ajustarse a fondo hasta no haberse armado cuatro anillos.

El armado de la estructura se deberá realizar en forma escalonada, comenzando por las planchas superiores. Dicho escalonamiento tendrá que seguir el talud natural de carga cuidando que nunca se exceda de 4 anillos sin completar.

Si durante la ejecución de las obras se encontrasen obstáculos de cualquier tipo o características no previstas que dificultasen la instalación normal de los módulos o secciones, exigiendo procedimientos especiales para su extracción, el Contratista deberá proponer al Contratante, un método distinto u obras complementarias, que permitan continuar con la instalación.

Para un correcto funcionamiento final de la estructura, se deberá llenar con un mortero, todos los intersticios entre las paredes de la excavación y la estructura metálica cada cuatro anillos a lo más. Esta operación es fundamental para una adecuada transmisión de esfuerzos. Se tendrá especial cuidado en perfilar lo más exacto posible la geometría del anillo de planchas de manera de minimizar las cantidades de mortero necesarias para este trabajo. Se proveerán planchas cada 2 anillos, con un agujero para inyección de 38,1 mm de diámetro, en coincidencia con el tercio superior del anillo. El mortero se inyectará a través de estos agujeros. Para la inyección, se deberá utilizar una bomba con presión máxima de inyección de 0,3 MPa. También, se rellenarán los huecos eventualmente existentes entre la superficie externa del revestimiento metálico y el fondo.

El mortero de inyección tendrá una composición de 13 kg de cemento, 54 litros de agua, 200 cm<sup>3</sup> de plastificante y 237 kg de arena para un volumen de mortero terminado de 250 litros.

Finalizada la construcción del túnel se dispondrá, de una protección inferior de concreto con una resistencia de 100 kg/cm<sup>2</sup>, en una longitud al menos igual a un cuarto del diámetro del anillo en el fondo del túnel, de altura tal que no sobresalga la corrugación de la plancha.

La etapa de ejecución del túnel y previo a la inyección de mortero, deberá ir rigurosamente acompañada por verificaciones de nivel, alineamiento y control de forma, ya que una vez materializada la inyección, el conducto quedará en su posición definitiva, siendo muy difícil cualquier corrección posterior.

El personal encargado del montaje deberá realizar mediciones en terreno, por medio de instrumentos simples, en cada segmento de túnel ya ejecutado. En una segunda etapa, con un desfase nunca superior a 10 segmentos de anillo, el Contratista realizará un estudio y un levantamiento planimétrico del eje del túnel en ejecución, registrando esos valores para control y orientación.

Los trabajos de preparación del terreno para la construcción de la obra, ya sea mediante ataque directo o a través de pozos, se considerarán incluidos en el Precio Unitario del pago.

Finalmente, el Contratista deberá restituir los frentes de ataque del túnel a su condición original, incluyendo rellenos compactados y toda otra actividad necesaria a plena satisfacción del Contratante.

#### **653.04 Bases de medición y pago.**

(a) Tubos de metal corrugado en túnel.

La unidad de medida será el metro (m) lineal de alcantarilla en túnel instalada, la medición se efectuará a lo largo del eje del tendido, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante. El ítem incluye el suministro de planchas, accesorios y pernos; extracción del material de excavación, incluyendo las labores de agotamiento si fuera necesario; remoción y retiro de alcantarilla existente, si corresponde; provisión y rellenos con mortero y todos los trabajos necesarios para cumplir con lo especificado.

En este punto se deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de acuerdo a los diámetros o dimensiones de los tubos utilizados, según defina el Contratante.

### **Sección 654.) DRENAJES**

#### **654.01 Descripción y alcances.**

Esta Sección se refiere a los trabajos de construcción de subdrenajes destinados a interceptar flujos de aguas subterráneas, disminuyendo hasta un nivel determinado el nivel freático presente en suelos naturales o en rellenos artificiales. Se incluye además, la construcción de drenajes longitudinales al borde de pavimentos de concreto, con el objeto de interceptar y eliminar de la sección estructural, las aguas que se infiltran a través de la

superficie del camino.

Los subdrenajes y drenajes estarán constituidos por una zanja angosta que es rodeada por una tela del tipo geotextil, y rellena posteriormente con material permeable. En los subdrenajes para abatir el nivel freático, solamente se instalarán tubos en toda la longitud de la zanja cuando así lo estipule el Proyecto. Sin embargo, se deberán instalar tubos de drenaje en las zanjas de todos los drenajes longitudinales al borde del pavimento.

#### 654.02 Materiales.

(a) Telas del tipo geotextil.

Las telas del tipo geotextil para drenaje deberán estar conformadas por fibras de poliéster, polipropileno o de una combinación de ellas, que se ajusten a la norma AASHTO M 288 y a los requisitos indicados en la Tabla 654-1.

Tabla 654-1.

**Requisitos de los geotextiles para drenaje**

Ensayo	Norma ASTM	Unidad	Requisitos		
			$\epsilon_r < 50\%$	$\epsilon_r < 50\%$	$\epsilon_r < 50\%$
Resistencia a tracción longitudinal	D 4632	N	800		500
Costurado	D 4632	N	720		450
Punzonamiento <sup>(1)</sup>	D 4833	N	300		180
Corte trapezoidal	D 4533	N	300		180
Resistencia al reventado	D 3786	kPa	2 100		950
% que pasa tamiz 0.08 mm					
			< 15%	15% a 50%	≥ 50%
Permitividad	D 4491	s <sup>-1</sup>	0,5	0,2	0,1
Abertura aparente de poros (AOS)	D 4751	mm	0,43	0,25	0,22 <sup>(2)</sup>
Estabilidad UV, 500 h	D 4355	%	50	50	50

(1): Resistencia perpendicular

(2): Para suelos cohesivos con índices de plasticidad mayor a 7%, la abertura deberá ser la que indique el diseño.

Nota 1: Los valores indicados corresponden al valor mínimo promedio de rollo (V.P.M), con excepción de los valores AOS que representan el valor máximo.

Nota 2: La aceptación de los geotextiles será según lo establecido en la norma ASTM D 4759.

(b) Material permeable.

El material permeable estará constituido por gravas naturales limpias, sin aristas vivas, libre de material fino, materia orgánica, terrones de arcilla u otras sustancias deleznable. La granulometría del material deberá estar comprendida entre 40 mm y 10 mm para la construcción de drenajes longitudinales al borde del pavimento, y entre 80 mm y 10 mm para el relleno de subdrenajes.

(c) Tuberías de drenaje.

(1) Tubos de Plástico o Similar

Las tuberías de drenaje se ajustarán a las características, diámetros y mínima superficie de filtración establecidos en el Proyecto. En su defecto, las tuberías deberán ser de pared lisa, de policloruro de vinilo (PVC), que cumplan, en lo pertinente, con lo establecido en la Sección 706, con respecto a los requisitos de fabricación y manejo, respectivamente.



Estos tubos se utilizarán en la construcción de drenajes longitudinales al borde del pavimento. A no ser que en los documentos del Proyecto se disponga de otra manera, su diámetro exterior mínimo deberá ser de 50 mm para el desagüe de una pista de camino y de mínimo 75 mm para el desagüe de dos pistas con bombeo único. Los tubos de 50 mm de diámetro exterior deberán disponer de ranuras perpendicularmente al eje en su mitad inferior, de mínimo 4 mm de ancho. Estas se ubicarán alternadas y separadas, aproximadamente en 10 cm por lado, de modo de asegurar una superficie de filtración no inferior a 28 cm<sup>2</sup>/m. Las ranuras de los tubos de 75 mm de diámetro exterior se construirán en la misma ubicación y con el mismo ancho y espaciamiento antes señalado, debiendo asegurar una superficie de filtración no inferior a 45 cm<sup>2</sup>/m. Estos mismos tubos, pero sin ranuras, se utilizarán para evacuar las aguas del drenaje longitudinal a través de la "berma" o espaldón hasta interceptar el talud del terraplén.

Los tubos de PVC también podrán ser instalados a lo largo de subdrenajes para deprimir la capa freática, cuando así se establezca en los documentos del Proyecto, ya que en general no son necesarios en este tipo de subdrenaje, a no ser que se trate de evacuar aguas subterráneas de escurrimiento constante y de abundante caudal. El diámetro de estas tuberías y la superficie de filtración variarán según el caso, debiéndose ajustar a lo establecido en los documentos del Proyecto. Estos tubos de PVC también se podrán instalar en los últimos tres metros de cada subdrenaje, para acelerar la descarga de las aguas captadas.

Cuando en los documentos del Proyecto se establezca la opción de poder emplear otra tubería de drenaje que no sea del tipo policloruro de vinilo (PVC), ésta deberá asegurar una superficie de filtración no inferior a las establecidas precedentemente para los tubos de PVC. Asimismo, su capacidad de evacuación será similar a la obtenida con tuberías de PVC, bajo condiciones iguales.

(2) Tuberías de concreto sin refuerzo

Los tubos de concreto sin refuerzo se regirán por lo dispuesto en la Sección 706.

Similarmenete a los tubos de plástico (PVC) descritos en la Subsección 654.02.(c)(1), los tubos de concreto sin refuerzo también se podrán instalar a lo largo de subdrenajes para disminuir el nivel freático, cuando sean requeridos para dicho efecto. Su diámetro y mínima superficie de filtración requerida según el caso, se ajustarán a lo establecido en los documentos del Proyecto. Asimismo, dichos tubos se podrán instalar en los últimos tres metros del término de cada subdrenaje.

Alternativamente, con previa autorización del Contratante también se podrán emplear otras tuberías de características similares, siempre que se cumpla con la mínima superficie de filtración y capacidad de evacuación requerida.

(d) Concreto y acero para armaduras.

En todas las salidas de desagüe de los subdrenajes y drenajes longitudinales, se construirán protecciones de concreto reforzado que eviten la erosión. El concreto será de resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup> y el acero de Grado 60, se regirán por lo establecido en las Secciones 552 y 709.

**654.03 Procedimiento de trabajo.**

(a) Drenaje longitudinal al borde del pavimento.

Este tipo de drenaje se construirá a lo largo de ambos bordes exteriores de los pavimentos de concreto, cuando el camino dispone de calzada con doble bombeo y se encuentra en recta. En el caso de pavimentos de dos o más pistas con peralte en un solo sentido, el drenaje se construirá solamente en el lado bajo del peralte. Los subdrenajes se construirán conforme a la ubicación y dimensiones señaladas en los planos del Proyecto.

El material en sitio donde se efectuarán las excavaciones deberá contar con una compactación mínima del 95 % de la densidad máxima teórica, determinada según el Método del Proctor Modificado, conforme a las normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557, o el 80 % de la Densidad Relativa según el Método descrito en la norma ASTM D 2049.

Debido a la poca profundidad del drenaje, las excavaciones se efectuarán y perfilarán preferentemente a mano, debiendo quedar los taludes y el fondo con superficies parejas y estables, sin material suelto. La pendiente longitudinal del fondo de la excavación será paralela al borde exterior del pavimento. Las excavaciones deberán ejecutarse en el sentido contrario al escurrimiento longitudinal de las aguas.

La tela tipo geotextil deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Subsección 654.02.(a). Su colocación, costurado o traslapes según corresponda, deberán cumplir, en lo pertinente, con lo establecido en la Sección 714.

El material permeable deberá cumplir con lo estipulado en la Subsección 654.02.(b) para este tipo de drenaje. Inmediatamente antes de colocar el material permeable en la zanja, la tela geotextil deberá encontrarse extendida, sin arrugas o bolsones de aire. El material permeable se colocará en la misma dirección en que se colocó la tela, o sea, en el sentido del escurrimiento longitudinal de las aguas.

Las tuberías de drenaje deberán cumplir con lo establecido en el Subsección 654.02.(c) y se instalarán después de haber colocado entre 3 a 5 cm de material permeable en el fondo de la zanja. Los extremos de cada sección de tubería serán unidos con un pegamento recomendado por el fabricante de los tubos; éste deberá ser utilizado antes de su fecha de vencimiento. Una vez terminado el tendido de tuberías en un tramo, se procederá a rellenar la zanja con material permeable hasta su límite superior.

El material permeable deberá ser compactado con equipo manual a plena satisfacción del Contratante, y luego ser cubierto con la tela geotextil. Los trabajos de colocación de la tela geotextil, de la tubería y de los rellenos de la zanja, se deberán efectuar por tramos, los cuales deberán quedar terminados al final de la jornada, a no ser que el Contratante lo autorice de otra manera.

Se deberán instalar tuberías de descarga a lo largo del drenaje longitudinal, a distancias no superiores a 50 m entre sí, y además en todos los puntos bajos del trazado. En sectores de corte donde no sea posible cumplir con esta exigencia, se deberá aumentar proporcionalmente la sección de la tubería longitudinal. Las tuberías de descarga serán de características similares a las utilizadas para el drenaje longitudinal, pero sin ranuras, y deberán desprenderse de aquel con un ángulo de 50 grados y descargar a través de las zonas de berma con una pendiente mínima de 5 %. Los rellenos de las zanjas se podrán efectuar con el mismo material previamente excavado. En cada terminal de salida, donde la tubería de descarga intersecta el talud del terraplén, se construirá una protección de concreto reforzado que evite la erosión del talud, el cual se ajustará a la forma y dimensiones señaladas en los documentos del Proyecto. El concreto y el acero deberán cumplir con lo establecido en Subsección 654.02.(d).

No se deberá transitar sobre las tuberías del drenaje longitudinal y sus descargas, hasta que no cuenten con un recubrimiento adecuado.

(b) Subdrenaje.

Los subdrenajes se construirán en la ubicación señalada en los planos del Proyecto, en general, en la zona exterior de las bermas y a lo largo del camino en tramos de corte, para provocar un descenso de la capa freática bajo la plataforma del camino. También se considerarán en este ítem, los subdrenajes ubicados debajo de las calzadas y bermas, en disposición de "espina de pescado", destinados al mismo fin de los anteriores.

Las excavaciones en terreno de cualquier naturaleza, excepto roca, se deberán efectuar en conformidad con lo dispuesto en la Sección 208, y a lo estipulado en las especificaciones especiales y reglamentos de seguridad ocupacional vigentes, procurando conservar los paramentos laterales tan verticales como lo permita el suelo. La profundidad y ancho de las excavaciones se ajustarán a lo indicado en los documentos del Proyecto. No obstante, el ancho de la zanja no será inferior a 0,50 m y la pendiente del fondo de la excavación no menor que 0,20 %. Las excavaciones deberán efectuarse en el sentido contrario al escurrimiento longitudinal de las aguas. Cuando por efectos de lluvia u otras causas inesperadas se formase lodo en el fondo de la zanja terminada, éste deberá ser retirado oportunamente hasta encontrar suelo firme y deberá ser reemplazado por material permeable o arena gruesa, por cuenta del Contratista, previo a proceder con las faenas de colocación de la tela geotextil.

Una vez aceptados los niveles y pendientes del sello de la excavación de la zanja, se procederá a colocar

la tela tipo geotextil que cumpla con los requisitos establecidos en la Subsección 654.02.(a). Su colocación, costurado o traslapes, según corresponda, deberán cumplir en lo pertinente, con lo establecido en la Sección 714. La tela deberá quedar afianzada a las paredes de la zanja de manera de poder rellenarla con el material permeable señalado en la Subsección 654.02.(b), evitando que éste se contamine con materiales extraños.

Cuando se especifique en los documentos del Proyecto, se colocará una tubería a lo largo de la zanja del Subdrenaje. Esta aplicación se usará en general en los subdrenajes de tipo “espina de pescado”. La tubería, según su tipo, deberá cumplir con lo establecido en la Subsección 654.02.(c) y se asentará sobre una capa previamente colocada de material permeable de mínimo 5 cm de espesor. Una vez instalada la tubería, se procederá con el relleno de la zanja en la misma dirección en que se colocó la tela, o sea, en el sentido del escurrimiento longitudinal de las aguas hasta alcanzar el nivel superior establecido en los documentos del Proyecto.

El material permeable se compactará hasta alcanzar una densidad relativa no inferior al 70 %, medida según el Método descrito en la norma ASTM D-2049, y se podrá controlar por número de pasadas del equipo compactador a emplear, vibratorio o por impacto. Después de esta operación, se procederá a cubrir el material permeable con la tela geotextil, afianzándola mediante una costura o traslape transversal según corresponda; este último será de mínimo 0,30 m.

El material de relleno a colocar sobre el material permeable, hasta alcanzar las cotas de subrasante, deberá estar constituido por arena limpia y deberá quedar compactado como mínimo al 95 % de la densidad máxima teórica, determinada según el Método del Proctor Modificado, normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557, o con una densidad relativa igual o superior al 80 % según el Método descrito en la norma ASTM D 2049. En los tramos de desagüe donde el subdrenaje se ubique fuera de la plataforma del camino, los 0,20 m superiores de la zanja se rellenarán con material arcilloso impermeable, el cual será compactado como mínimo al 90 % de la densidad máxima teórica, medida según el Método del Proctor Modificado, normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557.

Los tramos finales de los subdrenajes se desviarán alejándolos del camino para evitar descargas de agua en las proximidades del terraplén. En el extremo final de cada subdrenaje se colocará una tubería colectora de las características establecidas en la Subsección 654.02.(c). El extremo de la tubería de mínimo 200 mm de diámetro y mínimo 3m de longitud, quedará empotrado en un muro de concreto reforzado de resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup> y con doble malla de acero de Grado 60. El acero consistirá en barras de diámetro 8 mm espaciados según lo indiquen los documentos del Proyecto en el sentido vertical y de diámetro 8 mm cada 20 cm en el sentido horizontal. El espesor del muro, sus alas laterales y base, tendrán un espesor mínimo de 0,20 m. Si estas especificaciones no satisfacen lo estipulado en el Código Sísmico de Costa Rica se deberá utilizar lo que dicho Código establezca. La altura y ancho del muro se ajustarán a lo señalado en los documentos del Proyecto. Se deberá asegurar la estabilidad del muro mediante la colocación de una estructura disipadora que evite la socavación.

La construcción de subdrenajes que atraviesen la plataforma del camino en sentido diagonal o transversal, se regirá por lo establecido para el Proyecto y en lo pertinente, a lo especificado anteriormente en esta Sección.

Los trabajos de colocación de la tela geotextil, de la tubería a lo largo de la zanja si corresponde y de los rellenos requeridos, se deberán efectuar por tramos, los cuales deberán quedar terminados al final de la jornada, a no ser que el Contratante lo autorice de otra manera. Mientras no sea cubierto el subdrenaje terminado con la capa superior según los documentos del Proyecto, el plano superior del Subdrenaje será protegido con polietileno u otro material impermeable que impida la infiltración de aguas superficiales que escurran sobre la plataforma del camino.

Los materiales, producto de las excavaciones y otros desechos, deberán ser transportados a escombreras autorizadas y disponerse en conformidad con lo señalado en la Sección 111 “Disposiciones ambientales generales”.

(c) Medidas de Seguridad.

El Contratista, deberá cumplir en lo pertinente con lo establecido en la Sección 635 y en la Subsección 156.08.

#### **654.04 Medición.**

(1) Si dentro de la excavación requerida para la construcción de subdrenajes se encontrara una estratificación rocosa, según su definición en la Sección 204, el Contratista procederá a despejarla completamente. Antes de proceder con la excavación en roca, el Contratista deberá proporcionar al Contratante para su aprobación, los antecedentes sobre la ubicación, cotas del estrato y ubicaciones estimadas del material rocoso a remover. El volumen de remoción de material rocoso que sea aprobado por el Contratante, se cuantificará para efectos de pago en el renglón de pago correspondiente de la Sección 204. Este mismo volumen se descontará de las obras ejecutadas dentro del Proyecto a través del renglón de pago 204.16 (d), no efectuándose ningún pago por dicho volumen.

(2) En la construcción de subdrenajes, las excavaciones requeridas en la presente Sección se efectuarán, incluso con agotamiento cuando fuere necesario, no considerándose ningún pago adicional por dicho efecto. Además de las excavaciones requeridas para cumplir con la sección tipo del Proyecto, se incluyen, cuando corresponda, las necesarias para mantener la mínima pendiente de 0,20 % a lo largo de la zanja, incluso las requeridas para la construcción de los muros de desagüe. Los rellenos con material permeable, arena limpia o suelo arcilloso impermeable, serán los necesarios para alcanzar las cotas de la plataforma o del terreno natural, según corresponda.

(3) Cualquier daño producido a las obras por efecto de derrame de canales, precipitaciones u otras causas, deberá ser reparado por cuenta del Contratista a entera satisfacción del Contratante.

#### **654.05 Pago.**

(a) Drenajes longitudinales al borde del pavimento.

Este renglón de pago deberá desagregarse en las subpartes necesarias de manera que permita agrupar la construcción de drenajes por características iguales. Este ítem incluye las excavaciones necesarias para conformar la zanja a lo largo del borde del pavimento, incluso las excavaciones requeridas para instalar las tuberías en las zonas de berma y las necesarias para la construcción de muros de desagüe. El ítem incluye además, la compactación del sello de todas las excavaciones, el suministro y colocación de la tela geotextil, el suministro y colocación de las tuberías longitudinales y laterales de desagüe, grifería necesaria, el material permeable y demás rellenos necesarios, los muros de desagüe de concreto reforzado, y toda otra actividad o trabajo que sea necesario para cumplir con lo especificado en esta Sección.

Se cuantificará por metro (m) de drenaje longitudinal construido a lo largo de cada borde del pavimento. Su medición se efectuará a lo largo del eje de las tuberías y grifería, en la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante. No habrá medición para efectos de pago, respecto de las tuberías laterales de desagüe que sean requeridas a través de las bermas, ni por la construcción de muros de concreto reforzado en cada desagüe.

(b) Construcción de subdrenajes.

Este punto deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias de manera de agrupar los subdrenajes por características iguales. En este ítem se incluye todas las excavaciones necesarias para conformar la zanja en terreno de cualquier naturaleza, el suministro y colocación de la tela tipo geotextil, el suministro y colocación de las tuberías a lo largo de la zanja si corresponde, el material permeable y demás rellenos especificados. Se incluye además, la colocación de la tubería de mínimo 3m de longitud y el correspondiente muro de desagüe de concreto armado en cada terminal, y demás actividades y trabajos requeridos para cumplir con lo especificado en esta Sección.

Se cuantificará por metro (m) lineal de subdrenaje terminado, y su medición se efectuará a lo largo del eje de la zanja hasta la cara exterior del muro de desagüe, en la longitud requerida por el Proyecto y aprobada por el Contratante. Los subdrenajes diagonales o transversales que sean necesarios, también se medirán para efectos

de pago de la misma manera antes señalada. Las eventuales excavaciones en roca se regirán por lo establecido la Subsección 654.04.

## **Sección 655.) DESCARGAS DE AGUA**

### **655.01 Descripción y alcances.**

Esta Sección se refiere a la construcción de las obras necesarias para captar y disponer las aguas que escurren sobre la plataforma del camino. Consisten básicamente en la construcción de embudos de concreto para la captación de aguas, y sus respectivas descargas a través de canaletas de concreto, elementos de metal corrugado u otros tipos de materiales.

### **655.02 Materiales.**

(a) Concreto y acero para armaduras.

El concreto para la construcción de embudos y machones de anclaje, incluyendo canaletas de descarga de concreto cuando corresponda, deberá cumplir con lo estipulado en la Sección 552. El concreto a emplear será del grado de la resistencia señalada en los documentos del Proyecto; en su defecto, se utilizará un concreto cuya resistencia mínima deberá ser de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

La armadura de las canaletas de concreto, incluyendo el acero para unirlos a los embudos, será de Grado 60 y deberá cumplir con las normas ASTM A-615 y/o ASTM A-706, y se regirá por lo establecido en la Sección 709.

(b) Descargas de metal corrugado.

Las descargas de metal corrugado se construirán con tubos circulares de sección completa o de media caña, fabricados con planchas acanaladas de acero galvanizado de mínimo 2,0 mm de espesor.

Estos elementos y sus accesorios deberán cumplir con los requisitos establecidos en los documentos del Proyecto, y en lo pertinente, con lo estipulado en la Sección 652, alcantarillas de tubos de metal corrugado.

(c) Descargas de tuberías de otros materiales.

Alternativamente, con previa autorización del Contratante se podrán emplear tuberías de otros materiales que no estén contemplados en la Sección 655, tales como cloruro de polivinilo y polietileno, entre otros. Estas tuberías deberán satisfacer lo establecido en las Secciones 706 y 707 o en su defecto en las normas ASTM o AASHTO, según corresponda.

El uso de estas tuberías deberán satisfacer lo establecido en la Sección 655 y las mismas deberán soportar adecuadamente los requerimientos estructurales e hidráulicos a que serán sometidas, lo anterior en beneficio de la seguridad y durabilidad del Proyecto. El Contratista deberá someter a aprobación por parte del Contratante todos los Procedimientos de Trabajo cuando se utilicen las tuberías a que se refiere la Subsección 655.02.(c).

### **655.03 Procedimiento de trabajo.**

Los embudos y sus bajadas respectivas se construirán en las transiciones de corte a terraplén o viceversa, para descargar las aguas que escurran a través de las cunetas y otras obras revestidas que forman parte del drenaje superficial del camino. También se construirán en sectores de terraplén o laderas naturales, donde la plataforma quede confinada por obras revestidas del drenaje superficial.

Las obras se construirán con las dimensiones y características señaladas en los documentos del Proyecto. Los embudos deberán disponer de una o dos entradas de captación según corresponda. Estos últimos se construirán en los puntos bajos del camino, pudiendo requerirse más de una bajada, dependiendo del caudal a evacuar.

Las descargas que bajan por el talud del terraplén o por una ladera natural, se construirán de acuerdo con lo señalado en los documentos del Proyecto. Las descargas deberán conducir el agua hacia el cuerpo receptor en forma segura con respecto al tránsito, peatones, las diferentes obras y el terreno aledaño.

Cuando por efectos del caudal o de la pendiente de descarga, puedan provocarse erosión en el talud del terraplén o el terreno natural, se construirá una estructura para la disipación de la energía del agua u otra obra similar en el punto de descarga de la bajada de agua. Estas obras se cuantificarán para efectos de pago en la Sección respectiva de estas especificaciones.

Después de efectuar las excavaciones requeridas por las obras, se compactará el sello de dichas excavaciones hasta alcanzar como mínimo el 90 % de la densidad máxima teórica, determinada según el Método del Proctor Modificado, normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557, o con una densidad relativa igual o superior al 80 % según el Método descrito en la norma ASTM D 2049, en un espesor mínimo de 0,20 m. Todas las obras de concreto se construirán en sitio.

(a) Medidas de seguridad.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista tomará todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, de los peatones y del personal de las labores, conforme a lo dispuesto en la Sección 635 y 156.

**655.04 Bases de medida y pago.**

(a) Embudos para descargas de agua.

Este renglón de pago corresponde a la construcción de embudos de concreto para la captación de aguas, independientemente de si la entrada de agua es por uno o ambos lados. El ítem incluye las excavaciones necesarias, el perfilado y compactación del sello de fundación, el embudo, el machón y demás obras anexas de concreto, incluso el suministro y colocación de acero cuando corresponda, y cualquier otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por unidad (N°) de embudo de concreto para descargas de agua, en la cantidad requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante.

(b) Descargas de agua en tubos corrugados de media caña.

Este renglón de pago deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de manera de agrupar los tubos de descarga en secciones iguales. Se incluyen las excavaciones necesarias, el perfilado y compactación del sello de fundación, el suministro e instalación de la tubería de media caña, sus accesorios de anclaje y piezas especiales. Asimismo, incluye la conexión hermética al embudo de entrada, machón final en concreto e intermedios cuando corresponda y demás materiales, actividades y trabajos que sean necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de descarga de agua en tubo corrugado de media caña, según su tipo, y la medición se efectuará a lo largo del eje del ducto desde el machón de anclaje superior, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.

(c) Descargas de agua en tubos circulares de metal corrugado.

Se efectuará a lo largo del eje del ducto desde el machón de anclaje superior, en las longitudes. Este ítem incluye todo lo estipulado en la primera parte del punto (b), excepto por tratarse de tubos de sección circular completa.

Se cuantificará por metro (m) lineal de descarga de agua en tubo circular de metal corrugado, según su tipo, y la medición requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante.

(d) Descargas de agua en canaletas de concreto.

Este ítem deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de manera de agrupar las canaletas de descarga en secciones iguales. Este punto incluye las excavaciones necesarias, el perfilado y compactación del sello de fundación, la construcción de la canaleta de concreto, su conexión hermética al embudo de entrada, acero,

machón final de concreto e intermedios cuando corresponda, y demás materiales, actividades y trabajos necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de descarga de agua en canaleta de concreto, según su tipo, y la medición se efectuará a lo largo del eje de la canaleta desde el borde del machón de anclaje superior, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.

(e) Descargas de agua en tuberías de otros tipos de material.

Este renglón de pago deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de manera de agrupar los tubos de descarga en secciones iguales. Se incluye las excavaciones necesarias, el perfilado y compactación del sello de fundación, el suministro e instalación de la tubería, sus accesorios de anclaje y piezas especiales. Asimismo, incluye la conexión hermética al embudo de entrada, machón final en concreto e intermedios cuando corresponda y demás materiales, actividades y trabajos que sean necesarios para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) lineal de descarga de agua en tubo, según su tipo, y la medición se efectuará a lo largo del eje del ducto desde el machón de anclaje superior, en las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.

## **Sección 656.) CONTROL DE FILTRACIONES EN TÚNELES**

### **656.01 Descripción y alcances.**

En esta Sección se definen los trabajos requeridos para controlar las filtraciones que se producen en el interior de un túnel. Estos trabajos se regirán por lo establecido en los documentos del Proyecto, de acuerdo con el Contratante y en esta Sección.

### **656.02 Materiales.**

Los tubos para la ejecución de los trabajos descritos en esta Sección, deberán ser de policloruro de vinilo (PVC) que se ajusten a lo estipulado en la Subsección 725.15.

### **656.03 Procedimiento de trabajo.**

(a) Generalidades.

Los procedimientos de trabajo que aquí se describen están destinados a drenar las filtraciones que deben controlarse como requisito previo al colado o aplicación de concreto lanzado, por lo que se deberá asegurar una reducción de la afluencia de agua a un mínimo compatible con un buen colado. Los mismos procedimientos se aplicarán a las filtraciones excesivas, a juicio del Contratante, que se produzcan en ciertas áreas después de aplicado el revestimiento previsto en los documentos del Proyecto.

(b) Técnicas de control de filtraciones.

Las filtraciones se podrán controlar con algunos de los siguientes procedimientos:

- Inyecciones de impermeabilización;
- Barbacanas de drenaje;
- Drenajes en perforaciones; y,
- Otras técnicas establecidas en los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.

Las inyecciones de impermeabilización se efectuarán, medirán y pagarán según lo estipulado en la Sección 558.

Las barbacanas de drenaje se instalarán en perforaciones de reducida longitud, típicamente de 20 a 100 cm en la roca, más el espesor de revestimiento en el caso que existiere. La instalación interior para recolectar las aguas consistirá en un trozo de tubería de PVC con cubierta o capuchón de geotextil en el extremo abierto hacia la roca, y sellado hacia las paredes de la perforación con mortero hidráulico que incluya un acelerador de fraguado, o con otro material sellante que sea previamente aprobado por el Contratante.

Se instalarán en una secuencia típica de una barbacana cada dos metros cuadrados.

Los drenajes en perforaciones de diámetro mínimo de 45 mm, tienen como finalidad interceptar y conducir las aguas antes de que ellas alcancen la superficie del revestimiento del túnel. Sus longitudes típicas serán de 3,0 m o más y estarán dotados en toda su longitud de una tubería recolectora y conductora que impida su obstrucción por derrumbe o acumulación de materiales. La tubería recolectora y conductora será perforada o ranurada para posibilitar la entrada de agua, debiendo al mismo tiempo impedir el ingreso de materiales sólidos. En el sector de salida, se sellarán anularmente a la pared de la perforación en forma semejante a las barbacanas.

Tanto la barbacanas de drenaje como los drenajes en perforaciones, se conectarán a las mangueras o tuberías que conducirán las aguas recolectadas hasta la tubería o canaleta de drenaje longitudinal proyectada en el piso del túnel. De preferencia, esta canalización se dejará embutida en el revestimiento del túnel; en su defecto, se conducirá adosada al intradós de éste debidamente fijada y protegida en los tramos susceptibles a recibir impactos. Si a pesar de la instalación del drenaje o barbacana, continúan las filtraciones en el área adyacente a su boca, éstas deberán ser recogidas y conducidas a las mangueras mediante láminas adosadas al revestimiento, las que podrán ser de aluminio, de PVC, o de polietileno de espesor no inferior a 1 mm, y de tamaño no superior a 30 cm x 30 cm.

Las mangueras, de diámetro igual o superior a 25 mm, que conducen las aguas recolectadas en puntos de drenaje cercanos, podrán hacerse converger hacia una canalización que continúe hasta el elemento de drenaje longitudinal, siempre que la capacidad de éste cubra ampliamente las posibles filtraciones en temporada de alto escurrimiento.

#### **656.04 Bases de medición y pago.**

##### **(a) Barbacanas de drenaje.**

Este renglón de pago incluye la ejecución de las perforaciones, tanto en el concreto como en la roca, necesarias para captar las filtraciones de agua. Incluye también, el suministro e instalación del tubo interior sellado a la perforación con su protección de geotextil, la eventual lámina de recolección y todas las actividades y elementos complementarios requeridos para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) de perforación, de acuerdo a la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante. La medición no incluirá las perforaciones abortadas por cualquier motivo, o no terminadas con la tubería o la lámina de captación, ni las perforaciones que no se hubieren realizado de acuerdo los documentos del Proyecto o a las instrucciones del Contratante.

##### **(b) Drenajes en perforaciones.**

Este renglón de pago incluye la ejecución de las perforaciones, tanto en concreto como en roca, el suministro e instalación del tubo interior perforado o ranurado y con protección para evitar el ingreso de sólidos, el sellado en el sector externo de la perforación, la eventual lámina de recolección, y todas las actividades y elementos complementarios requeridos para cumplir con lo establecido en esta Sección.

Se cuantificará por metro (m) de perforación, de acuerdo a la longitud requerida por el Proyecto y aprobada por el Contratante. La medición no incluirá las perforaciones abortadas por cualquier motivo, o no terminadas con la tubería, ni las perforaciones que no se hubieren realizado de acuerdo a los documentos del Proyecto o a las instrucciones del Contratante.

##### **(c) Tuberías de conducción desde drenajes.**

En este punto se incluye la provisión y colocación de los tubos o mangueras de PVC, las abrazaderas y pernos de fijación, codos y conectores, las protecciones, andamios y todo otro componente y actividad requeridos para la instalación de las tuberías de acuerdo a lo especificado.



Se cuantificará por metro (m) de tubería de canalización colocada, de acuerdo a la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante.

**Sección 657.) CORDONES Y/O BORDILLOS**

**657.01 Descripción y alcances.**

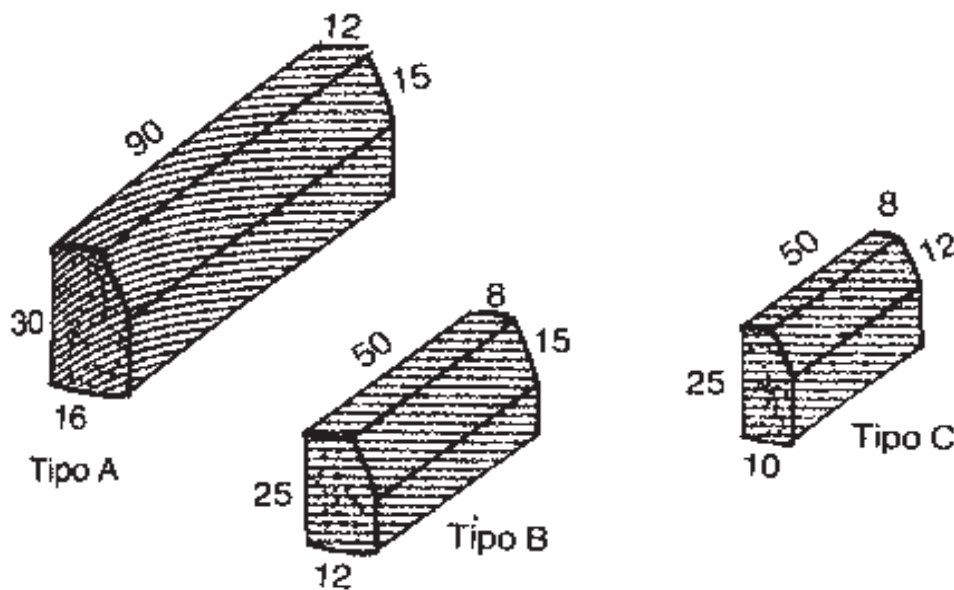
Esta Sección se refiere al suministro y colocación de los cordones y/o bordillos de concreto, prefabricados o confeccionados en sitio, de acuerdo con las formas, cotas y alineamientos señalados en los documentos del Proyecto.

Para efectos de esta especificación, los elementos se agrupan en cuatro tipos, en función de su altura, ancho y uso:

Figura 657-1.

**Tipo y dimensiones de cordones y/o bordillos.**

Tipo	Uso	Altura (cm)	Ancho basal (cm)
A	Cordón y/o bordillo	30	16
B	Cordón y/o bordillo	25	12
C	Cordón y/o bordillo	25	10
Montable	Cordón y/o bordillo	30	30



### **657.02 Materiales.**

#### **(a) Concreto.**

Los elementos de concreto podrán ser prefabricados o confeccionados en sitio y deberán ser construidos con concreto de resistencia mínima de 300 kg/cm<sup>2</sup>, a excepción que en este caso la resistencia cúbica especificada corresponderá a la edad del ensayo. Los cordones y/o bordillos se asentarán sobre una base de apoyo de concreto de resistencia mínima de 100 kg/cm<sup>2</sup>. Ambos concretos se ajustarán en lo pertinente, a los requisitos estipulados en la Sección 552. El concreto de resistencia mínima de 300 kg/cm<sup>2</sup> deberá cumplir además con lo dispuesto en dicha Sección para terminaciones especiales. En el caso del cordón y/o bordillo confeccionada en sitio, si bajo ella el proyecto considera una base, subbase o material de berma que cumpla con la Sección 301, el cordón y/o bordillo se podrá apoyar directamente sobre ella, sin requerir el concreto de resistencia mínima de 100 kg/cm<sup>2</sup>. Para la confección de los cordones y/o bordillos tipo "C" (con una longitud de 50 cm y con una sección trasversal rectangular de 10 cm de base y 25 cm de alto, con un corte triangular de 12 cm de alto y 2 cm de base en una de sus esquinas, tal como se muestra en la figura 607.1), el tamaño máximo absoluto del árido grueso será de 40mm. Los criterios de recepción de los elementos de concreto, con respecto al cumplimiento de resistencia mecánica, se describen en la Subsección 657.03.(e).

### **657.03 Procedimiento de trabajo.**

#### **(a) Características generales de los elementos de concreto.**

El tipo de cordón y/o bordillo a emplear será el definido en los documentos del Proyecto. Los cordones y/o bordillos prefabricados deberán tener como máximo 1,00 m de longitud, y las coladas en sitio tendrán una longitud máxima de 3,00 m entre juntas de contracción, excepto cuando se construyan adosadas a un pavimento de concreto existente, en cuyo caso, su longitud deberá coincidir con el espaciamiento de las juntas de contracción de dicho pavimento.

Los cordones y/o bordillos una vez instalados no podrán presentar desconches ni desprendimiento de borde. En caso de detectarse este tipo de daño, la Inspección rechazará toda la entrega llegada a la obra, o todo el tramo realizado en sitio con esos defectos.

#### **(b) Preparación del sello de la fundación.**

Después de efectuar las excavaciones necesarias para dar cabida a los cordón y/o bordillo, se compactará el sello de la fundación sobre el cual se emplazará la base de apoyo de concreto de resistencia mínima de 100 kg/cm<sup>2</sup>, hasta alcanzar como mínimo el 95 % de la densidad máxima teórica, medida según el Método de Proctor Modificado, normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557 o el 80 % de la Densidad Relativa según el Método descrito en la norma ASTM D 2049, con un espesor mínimo de 0,30 m. Previo a la colocación de concreto fresco, el sello de la excavación deberá ser humedecido para evitar pérdidas de agua de la mezcla.

#### **(c) Disposición de los cordones y/o bordillos prefabricados u colados en sitio.**

Cordones y/o bordillos prefabricados deberán quedar asentados sobre una base de apoyo de concreto de resistencia mínima de 100 kg/cm<sup>2</sup>, de espesor no inferior a 0,10 m. Las unidades prefabricadas deberán colocarse tan próximas entre sí como sea posible y las juntas de unión deberán rellenarse con un mortero de proporción 1:3 (cemento:arena) en peso o 1:2 en volumen, el que deberá cumplir en lo pertinente, con lo dispuesto en la Sección 620. Las juntas verticales de contracción de los cordones y/o bordillos confeccionados en sitio se formarán en el concreto fresco, mediante tabillitas de fibrocemento o de otro material previamente aprobado por el Contratante. La junta longitudinal entre cordón y/o bordillo y el pavimento, se rellenará con mastic asfáltico u otro material bituminoso previamente aprobado por el Contratante.

Las caras expuestas y las líneas superiores de cordones y/o bordillos tipo "A" y "B", deberán ajustarse a las alineaciones y cotas indicadas en los planos del Proyecto, debiendo sobresalir 150 mm de la superficie adyacente del camino. Para verificar el alineamiento de los elementos se utilizará una regla recta de mínimo 3,0 m de longitud, la que se colocará traslapando las uniones de los elementos, tanto en la cara superior como

aproximadamente en la mitad de la cara lateral expuesta. Ningún punto de esas superficies deberá estar por debajo de 3 mm del borde de la regla. En tramos de curva, sólo se comprobará el alineamiento de la cara superior.

Cordones y/o bordillos tipo "C" se instalarán enterradas para proteger los bordes de pavimentos flexibles; la parte superior quedará a nivel y hasta 5 mm sobre la superficie del pavimento adyacente. Cuando éstas sean construidas en sitio, podrán colarse dejando ambas caras verticales, siempre que se mantenga su mínimo ancho basal en su altura total.

Cordones y/o bordillos tipo Montable se instalarán de tal forma que las caras expuestas y líneas superiores se ajusten a las alineaciones y cotas indicadas en los planos del Proyecto, debiendo sobresalir 150 mm de la superficie adyacente del camino. Estos cordones y/o bordillos se colocarán preferentemente para delimitar islas cuando así lo definan los documentos del Proyecto. El alineamiento de la cara superior se verificará en la forma descrita para cordones y/o bordillos tipo "A" y "B".

(d) Relleno de respaldo.

El material de relleno de respaldo para los cordones y/o bordillos tipo "A", "B" y "Montables", se colocará a partir de la cara exterior de los cordones y/o bordillos, con una altura igual a la cota superior de los elementos. El material de respaldo será del tipo impermeable; sin embargo, el Contratante podrá autorizar el uso de otro material que estime satisfactorio para dicho efecto. En tramos de corte, el ancho del relleno de respaldo será variable, hasta intersectar con el talud del mismo corte con una pendiente transversal hacia los cordones y/o bordillos de mínimo 4 %.

En sectores de terraplén, el ancho del relleno de respaldo será el señalado en los documentos del Proyecto o en su defecto, este ancho será de mínimo 0,50 m a partir de la cara vertical de los cordones y/o bordillos, con una pendiente transversal de mínimo 4 % hacia el talud del terraplén.

La compactación de los rellenos de respaldo se efectuará por capas, debiendo alcanzar como mínimo el 90% de la densidad máxima teórica, determinada según el Método del Proctor Modificado según las normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557.

Los espacios excavados y no ocupados por los cordones y/o bordillos tipo "C" y su base de apoyo, se rellenarán con material de base granular, que cumpla con lo dispuesto en la Sección 301, incluso su compactación.

(e) Recepción de los elementos de concreto por resistencia mecánica.

Para el concreto de los cordones y/o bordillos fabricados en sitio, de las cuales se pueden tomar muestras de concreto fresco, se aplicarán los criterios pertinentes de recepción establecidos en la Sección 552, a excepción que en este caso que la resistencia cúbica especificada corresponderá a la edad de ensayo y el criterio para evaluarlos será sólo por el total del lote, no exigiéndose cumplir la condición individual de  $f_i > f_o$  de acuerdo a lo que se indica a continuación:

(1) Evaluación del Lote por Parcialidades Mediante Grupos de Muestras Consecutivas

Se considerará que la resistencia de cada parcialidad del lote es satisfactoria, si se cumplen las siguientes condiciones simultáneamente:

a)  $f_i \cdot f_o = f_c - k_2$

b)  $f_3 \cdot f_c + k_1$

$f_3$  : Resistencia media de las tres muestras consecutivas correspondientes a cada parcialidad del lote de concreto (MPa);

$f_c$  : Resistencia característica cúbica especificada a compresión, considerando una fracción defectuosa del 10% (MPa);

$f_i$  : Resistencia individual de cada muestra (MPa);

$f_o$  : Límite inferior para la resistencia  $f_i$  de cada muestra (MPa); y,

$k_1$  y  $k_2$  : Constantes de evaluación, según el grado del concreto y la fracción defectuosa. Para una fracción defectuosa del 10 %, estas constantes tienen los valores señalados en la Tabla 657-1.

Los resultados de cálculos de los promedios de resistencias ( $f_i$  f3) y el parámetro redondeados a igual número de decimales que los datos originales, es decir a un decimal.

Tabla 657-1  
Constantes de evaluación

Grado del Hormigón	$k_1$ (MPa)	$k_2$ (MPa)
H - 15	0	2,6
H - 20 o superior	0	3,5

En caso de especificarse otras fracciones defectuosas, se adoptarán los valores indicados en la Tabla 3 de NCh 1998.

(2) Evaluación del Lote Considerando el Total de Muestras:

Se considerará que la resistencia del lote es satisfactoria, si se cumplen las siguientes condiciones simultáneamente:

a)  $f_i \cdot f_o = f_c - k_2$

b)  $f_m \cdot f_c + S \cdot t$

en que:

$f_m$  : resistencia media del lote (MPa);

$f_c$  : Resistencia característica cúbica especificada a compresión, considerando una fracción defectuosa del 10% (MPa);

$S$  : Desviación normal de las resistencias individuales  $f_i$  (MPa);

$f_i$  : Resistencia individual de cada muestra (MPa);

$f_o$  : Límite inferior para la resistencia  $f_i$  de cada muestra (MPa);

$k_2$  : Constante de evaluación, según el grado de concreto y la fracción defectuosa. Para una fracción defectuosa del 10% se adoptarán los valores de la Tabla 657-1; y,

$t$  : Factor estadístico dependiente del número de muestras y de la fracción defectuosa. Para una fracción defectuosa del 10 %, este factor tiene los valores indicados en la Tabla 657-2.

Tabla 657-2

## Factor estadístico según número de muestras

Número de muestras	Factor estadístico
3	1,886
4	1,638
5	1,533
6	1,476
7	1,440
8	1,415
9	1,397
10	1,383
11	1,372
12	1,363
13	1,356
14	1,350
15	1,345
16	1,341
17	1,337
18	1,333
19	1,330
20	1,328
21	1,325
22	1,323
23	1,321
24	1,319
25	1,318
26	1,316
27	1,315
28	1,314
29	1,313
30 o más	1,282

Los resultados de cálculos de los promedios de resistencias ( $f_i$ ,  $f_m$ ) y los parámetros  $f_o$  y  $(f_c + S^*t)$  deben ser redondeados a igual número de decimal que los datos originales, es decir a un decimal.

Los resultados de parámetros estadísticos como la desviación estándar y el factor estadístico "t" se expresarán con tres decimales.

Para los cordones y/o bordillos prefabricadas del tipo "A", "B", "C" y "Montables", y en los casos que no se disponga de muestras de concreto fresco de las mismas, el concreto se recibirá mediante muestras constituidas por probetas testigos extraídas de los cordones y/o bordillos, las que se evaluarán con las resistencias a la edad de ensayo y el criterio para evaluarlos será sólo por el total del lote, no exigiéndose cumplir la condición individual de  $f_i > f_o$ .

Los cordones y/o bordillos deberán venir con la identificación del proveedor sobre o bajo relieve.

Para cada proveedor o marca diferente, el número de cordones y/o bordillos a ensayar se determinará como la raíz cúbica del número de ellas. Para efectos de evaluación, cada cordón y/o bordillo muestreado representará el total de cordones y/o bordillos de cada proveedor o marca diferente dividido por la raíz cúbica. Las

muestras a tomar en cada cordón y/o bordillo estarán formadas por dos testigos que serán ensayados a compresión considerando el factor 0,85 de equivalencia entre la probeta moldeada y la probeta testigo, recomendado por ACI y su resistencia será convertida a resistencia cúbica.

El Contratista deberá considerar para cordones y/o bordillos prefabricados del tipo "A" y "B", el suministro de una broca de 10,16 cm y una broca adicional por cada 15 cordones y/o bordillos de muestra. El suministro de brocas será similar para los cordones y/o bordillos prefabricados del tipo "C", salvo que el diámetro de las brocas será de 7,62 cm.

(f) Reutilización de unidades recuperadas.

El Contratista podrá reemplazar cordones y/o bordillos nuevas por cordones y/o bordillos del mismo tipo y recuperados dentro de los límites del mismo Proyecto, en conformidad con lo dispuesto en la Sección 211. Las secciones recuperadas deberán encontrarse limpias y en buen estado, sin presentar desperfectos en las caras expuestas. Sin embargo, se aceptarán desprendimientos en las caras no expuestas, siempre que no impliquen depresiones superiores a 5 mm. Todos los elementos recuperados y aprobados por el Contratante, se colocarán en forma continua, no debiendo intercalarse entre ellos unidades nuevas. Se podrán utilizar cordones y/o bordillos recuperados del tipo "A", "B" y "Montable", en reemplazo de cordones y/o bordillos nuevos del tipo "C", siempre y cuando el tramo completo proyectado en cordón y/o bordillo tipo "C" pueda ser reemplazado por cordones y/o bordillos tipo "A", tipo "B" o bien tipo "Montable".

La colocación y terminación de todos los elementos recuperados y aprobados por el Contratante, se regirán en lo pertinente, a lo establecido en la presente Sección.

(g) Medidas de seguridad.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista deberá tener presente lo establecido en la Sección 635, Dispositivos temporales de control de tránsito.

#### **657.04 Bases de medición y pago.**

Los renglones de pago de la presente Sección comprenden el suministro y colocación de cordones y/o bordillos de concreto, prefabricados o confeccionados en sitio, del tipo "A", "B", "C" o "Montable"; incluyen la mano de obra, las excavaciones, la preparación de las fundaciones, el suministro de todos los materiales, juntas, todos los rellenos incluyendo los de respaldo, y cualquier otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado.

(a) Cordones y/o bordillos Tipo "A"

Se cuantificará por metro (m) de cordones y/o bordillos tipo "A", y la medición se efectuará de acuerdo a la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante.

(b) Cordones y/o bordillos Tipo "B"

Se cuantificará por metro (m) de cordones y/o bordillos tipo "B", y la medición se efectuará de acuerdo a la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante.

(c) Cordones y/o bordillos Tipo "C"

Se cuantificará por metro (m) de cordones y/o bordillos tipo "C", y la medición se efectuará de acuerdo a la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante.

(d) Cordones y/o bordillos Tipo "Montable"

Se cuantificará por metro (m) de cordón y/o bordillo tipo "Montable", y la medición se efectuará de acuerdo a la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante.

### **Sección 658.) CORDONES Y/O BORDILLOS CON FUNDACIÓN DE CONCRETO**

#### **658.01 Descripción y alcances.**

La presente Sección se refiere al suministro y colocación de cordones y/o bordillos con fundación, prefabricados, colados en sitio o confeccionados con una combinación de lo anterior, de acuerdo con las formas,

cotas y alineamientos señalados en los documentos del Proyecto. Los elementos se construirán en general, adosados al borde exterior del revestimiento de las bermas, o al borde exterior de las pistas de circulación cuando se trate de perfiles tipo especiales.

#### **658.02 Materiales.**

(a) Cordones y/o bordillos.

Los cordones y/o bordillos serán del tipo "A", y se ajustarán en lo pertinente, a lo estipulado en la Sección 657, Cordones y/o bordillos, salvo que no se aceptará el uso de unidades recuperadas, según lo dispuesto en la Subsección 657.03.(f).

(b) Fundaciones de concreto y cama de apoyo de material granular.

Las fundaciones deberán ser confeccionadas con concreto de resistencia mínima de 300 kg/cm<sup>2</sup>, el cual deberá cumplir con los requisitos pertinentes estipulados en la Sección 552, incluso lo dispuesto en dicha Sección para terminaciones especiales. Las fundaciones podrán ser prefabricadas o confeccionadas en sitio.

Las fundaciones se asentarán en todo su ancho basal sobre una cama de apoyo de material granular, el cual podrá ser subbase o base granular según lo dispuesto en la Subsección 658.03.(c). El material granular deberá cumplir según su tipo, con los requisitos estipulados en la Sección 301, para subbases granulares y bases granulares, respectivamente, incluso su compactación.

#### **658.03 Procedimiento de trabajo.**

(a) Características generales de los elementos de concreto.

Las dimensiones de la fundación, incluso su pendiente transversal hacia el cordón y/o bordillo, se ajustarán a lo señalado en los documentos del Proyecto. A no ser que en los documentos del Proyecto se señale de otra manera, el espesor de la fundación será de mínimo 0,15 m y su ancho de 0,50 m.

Los elementos prefabricados deberán tener como máximo 1,00 m de longitud, y los colados en sitio tendrán una longitud máxima de 3,00 m entre juntas de contracción, excepto cuando se construyan adosados a un pavimento de concreto existente, en cuyo caso, su longitud deberá coincidir con el espaciamiento de las juntas de contracción de dicho pavimento.

(b) Preparación del sello de la fundación.

El material sobre el cual se emplazarán los elementos de concreto, deberá ser perfilado y compactado hasta alcanzar como mínimo el 95 % de la densidad máxima teórica, medida según el Método de Proctor Modificado según las normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557 o el 80 % de la Densidad Relativa según el Método descrito en la norma ASTM D 2049, con un espesor mínimo de 0,30 m.

(c) Disposición de los elementos prefabricados u colados en sitio.

La colocación de los cordones y/o bordillos, su alineamiento y relleno con mortero de las juntas verticales, se ajustarán en lo pertinente, a lo establecido en la Subsección 657.03.(c), Cordones y/o bordillos. Los cordones y/o bordillos deberán sobresalir 150 mm sobre la superficie expuesta de las fundaciones, en la unión longitudinal de ambos elementos.

Las fundaciones deberán quedar asentadas en todo su ancho basal sobre una cama de apoyo de material granular de mínimo 0,12 m de espesor. Esta cama de apoyo podrá estar conformada por la subbase o base granular de la misma sección estructural del proyecto; en caso contrario, será por cuenta del Contratista la excavación y el suministro del material necesario para cumplir con lo especificado. El material de subbase o base granular, según corresponda, se ajustará a lo establecido en la Subsección 658.02.(b). Previo a la colocación de concreto fresco, en el caso de elementos colados en sitio, el sello de la fundación deberá ser humedecido para evitar pérdidas de agua de la mezcla.

Los elementos prefabricados deberán colocarse tan próximos entre sí como sea posible. Las juntas de unión entre cada sección de fundación, y las juntas longitudinales de las uniones entre cordón y/o bordillo-fundación

y pavimento-fundación, serán rellenadas con mastic asfáltico u otro material bituminoso previamente aprobado por el Contratante. Las juntas de contracción de los elementos coladas en sitio, se formarán en el concreto fresco mediante tabillas de asbesto cemento o de otro material previamente aprobado por el Contratante. Las juntas longitudinales entre pavimento y fundación de estas obras, incluso entre cordón y/o bordillo y fundación si un elemento es prefabricado y el otro colado en sitio, se rellenarán según lo establecido anteriormente para elementos prefabricados.

(d) Relleno de respaldo.

El material de relleno de respaldo será del tipo impermeable y se colocará a partir de la cara exterior de los cordones y/o bordillos, con una altura igual a la cota superior de los elementos. No obstante lo anterior, el Contratante podrá autorizar el uso de otro material que estime satisfactorio para dicho efecto. En sectores de corte, el ancho del relleno de respaldo será variable, hasta intersectar con el talud del mismo corte con una pendiente transversal hacia los cordones y/o bordillos de mínimo 4 %. En sectores de terraplén, el ancho del relleno de respaldo será el señalado en los documentos del Proyecto o en su defecto, este ancho será de mínimo 0,50 m a partir de la cara interior de los cordones y/o bordillos. La pendiente transversal de estos rellenos será de mínimo 4 % hacia el talud del terraplén.

La compactación de los rellenos de respaldo se efectuará por capas, debiendo alcanzar como mínimo el 90% de la densidad máxima teórica, medida según el Método de Proctor Modificado de acuerdo a las normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557.

(e) Recepción de los elementos de concreto por resistencia mecánica.

La recepción de los elementos de concreto, ya sean prefabricados o colados en sitio, se regirá en lo pertinente, por lo establecido en la Subsección 657.03.(e), Cordones y/o bordillos.

(f) Medidas de seguridad.

El Contratista deberá tomar todas las medidas necesarias con respecto a la seguridad del tránsito, de los peatones y del personal de las actividades, en conformidad a lo establecido en la Sección 635.

**658.04 Base de medición y pago.**

(a) Cordones y/o bordillos con fundación de concreto

Este renglón de pago deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de manera de agrupar las obras por características iguales.

El ítem comprende el suministro y colocación de cordones y/o bordillos con fundación de concreto, prefabricados, colados en sitio o confeccionados con una combinación de lo anterior.

Los trabajos incluyen la mano de obra, las excavaciones, la preparación de las fundaciones, la cama de apoyo de material granular cuando corresponda, materiales varios, juntas, rellenos de respaldo y cualquier otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) de cordón y/o bordillo con fundación de concreto, y la medición se efectuará de acuerdo a la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante.

**Sección 659.) CUNETAS DE CONCRETO**

**659.01 Descripción y alcances.**

Esta Sección se refiere al suministro y colocación de cunetas de concreto prefabricadas, coladas en sitio o confeccionadas con una combinación de lo anterior, de acuerdo con las formas, cotas y alineamientos señalados en los documentos del Proyecto. Las cunetas se construirán en general, a lo largo de los cortes del camino, adosadas al borde exterior del revestimiento de las bermas, o al borde exterior de las pistas de circulación cuando se trate de perfiles tipo especiales.



**659.02 Materiales.**

(a) Concreto y cama de apoyo de material granular.

Los elementos deberán ser construidos con concreto del grado señalado en los documentos del Proyecto; en caso contrario, se empleará concreto de resistencia mínima de 300 kg/cm<sup>2</sup>. El concreto deberá cumplir con los requisitos pertinentes estipulados en la Sección 552, incluso lo dispuesto en dicha Sección para terminaciones especiales.

Los criterios de recepción con respecto a la resistencia mecánica del concreto, se regirán por lo dispuesto en la Subsección 659.03.(e) de esta Sección.

Las cunetas se asentarán en todo su ancho basal sobre una cama de apoyo de material granular, el cual podrá ser subbase o base granular según lo dispuesto en la Subsección 659.03.(c). El material granular deberá cumplir, según su tipo, con los requisitos estipulados en la Sección 301, para subbases granulares y bases granulares, respectivamente, incluso su compactación.

(b) Acero de refuerzo.

En la construcción de cunetas se deberán colocar barras de acero con resaltes, según lo dispuesto en la Sección 609 de esta Sección, independientemente de si los elementos componentes sean prefabricados u colados en sitio. El acero de refuerzo será de Grado 60, y deberá cumplir con lo estipulado en la Sección 709.

**659.03 Procedimientos de trabajo.**

(a) Características generales de los elementos de concreto.

Los elementos prefabricados deberán tener como máximo 1,00 m de longitud. Las cunetas coladas en sitio se construirán con juntas de contracción distanciadas como máximo cada 3,00 m, excepto cuando se construyan adosadas a un pavimento de concreto existente. En este último caso, las juntas de las cunetas deberán coincidir con las juntas de contracción de dicho pavimento. Los elementos de concreto deben satisfacer lo establecido en el Código Sísmico de Costa Rica vigente.

Las cunetas se ajustarán a las dimensiones señaladas en los documentos del Proyecto. Se deberán colocar barras de acero de refuerzo en forma de ángulo, uniendo la base de las cunetas con su respaldo. Cuando uno de estos dos elementos sea prefabricado y el otro colado en sitio, el prefabricado deberá ser suministrado con parte de la longitud de cada barra de acero embebida en el concreto endurecido, de manera tal que se disponga de no menos de 15 cm de longitud de barra, para la sección a colar en sitio. A no ser que en los documentos del Proyecto se estipule de otra manera, tanto la base como el respaldo de las cunetas se construirán con un espesor mínimo de concreto de 10 cm. Asimismo, el acero en forma de ángulo tendrá un diámetro mínimo de 8 mm y su longitud por unidad será la señalada en los documentos del Proyecto, pero en ningún caso será inferior a 40 cm. Estas barras de refuerzo se colocarán con un espaciamiento de 40 cm como máximo entre sí, y se unirán con barras de diámetro mínimo de 6 mm en el sentido longitudinal de los elementos.

Alternativamente, se podrá instalar una malla de acero prefabricada, de similar cuantía a lo señalado. En todo caso, cada unidad prefabricada deberá contar con un mínimo de dos barras de acero en forma de ángulo.

(b) Preparación del sello de la fundación.

El material sobre el cual se emplazarán las cunetas de concreto deberá ser perfilado y compactado hasta alcanzar como mínimo el 95 % del peso específico seco máximo, medido según el Método de Proctor Modificado normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557 o el 80 % de la Densidad Relativa según el Método descrito en la norma ASTM D 2049, en un espesor mínimo de 0,30 m.

(c) Disposición de las cunetas prefabricadas u coladas en sitio.

Las cunetas deberán quedar asentadas en todo su ancho basal, sobre una cama de apoyo de material granular de mínimo 0,12 m de espesor. Esta cama de apoyo podrá estar conformada por la subbase o base granular

de la misma sección estructural del Proyecto; en caso contrario, será por cuenta del Contratista la excavación y el suministro del material necesario para cumplir con lo especificado. El material de subbase o base granular, según corresponda, deberá cumplir con lo establecido en la Subsección 659.02.(a).

Previo a la colocación del concreto fresco, cuando se trate de elementos colados en sitio, el sello de la fundación deberá ser humedecido para evitar pérdidas de agua de la mezcla.

Las unidades prefabricadas deberán colocarse tan próximas entre sí como sea posible. Las juntas verticales de unión se deberán rellenar con un mortero de proporción 1:3 (cemento:arena) en peso o 1:2 en volumen, el que deberá cumplir en lo pertinente, con lo dispuesto en la Sección 620, Mampostería de Piedra. Las juntas transversales y longitudinales de unión entre los elementos, y las juntas longitudinales entre pavimento y cuneta, deberán ser rellenadas con mastic asfáltico u otro material bituminoso previamente aprobado por el Contratante. Las juntas de contracción de los elementos colados en sitio se formarán en el concreto fresco, mediante tablillas de asbesto cemento o de otro material previamente aprobado por el Contratante. Las juntas longitudinales entre pavimento y cuneta de estas obras, incluso las formadas por un elemento prefabricado y el otro colado en sitio, se rellenarán según lo establecido anteriormente para cunetas prefabricadas.

Las caras expuestas apoyadas en el lado del corte y las líneas superiores de las cunetas, deberán ajustarse a las alineaciones y cotas indicadas en los planos del Proyecto. Para verificar el alineamiento de los elementos, se utilizará una regla recta de mínimo 3,0 m de longitud, la que se colocará traslapando las uniones de los elementos, tanto en la cara superior, como aproximadamente en la mitad de la cara vertical expuesta apoyada en el lado del corte. Ningún punto de esas superficies deberá estar por debajo de 10 mm del borde de la regla. En sectores de curva, sólo se comprobará el alineamiento de la cara superior de las cunetas.

(d) Relleno de respaldo.

El material de relleno de respaldo se colocará a partir de la cara exterior de las cunetas, con una altura igual a la cota superior de los elementos. Este material será del tipo impermeable; sin embargo, el Contratante, podrá autorizar el uso de otro material que estime satisfactorio para dicho efecto. En sectores de corte, el ancho del relleno de respaldo será variable, hasta intersectar el talud del corte con una pendiente transversal hacia las cunetas de mínimo 4 %. En sectores de terraplén, el ancho del relleno de respaldo será el señalado en el proyecto o en su defecto este ancho será de mínimo 0,50 m a partir del borde interior de la cara superior de las cunetas. La pendiente transversal de estos rellenos será de mínimo 4 % hacia el talud del terraplén.

La compactación de los rellenos de respaldo se efectuará por capas, debiendo alcanzar como mínimo el 90 % del peso específico seco máximo, medido según el ensayo de Proctor Modificado de acuerdo a las normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557.

(e) Recepción de los elementos de concreto por resistencia mecánica.

La recepción de los elementos de concreto, ya sean prefabricados u colados en sitio, se regirá en lo pertinente, por lo establecido en la Subsección 657.03.(e) de la Sección 657, Cordones y/o bordillos.

(f) Medidas de seguridad.

Durante la ejecución de las obras, el Contratista deberá tener presente lo estipulado en la Sección 635 y 156.

**659.04 Base de medición y pago.**

(a) Cunetas de concreto.

Este renglón de pago deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de tal manera que permita agrupar las cunetas de concreto por características iguales.

El ítem comprende el suministro y colocación de cunetas de concreto, confeccionadas de acuerdo a lo estipulado en la presente Sección. Los trabajos incluyen la mano de obra, las excavaciones, la preparación de las fundaciones, la cama de apoyo de material granular cuando corresponda, materiales varios, acero, juntas, rellenos

de respaldo y cualquier otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por metro (m) de cuneta de concreto construida, y la medición se efectuará de acuerdo a la longitud requerida por los documentos del Proyecto y aprobada por el Contratante.

## **Sección 660.) CUNETAS DE CONCRETO TIPO VADO**

### **660.01 Descripción y alcances.**

Esta Sección se refiere a la construcción de cunetas de concreto tipo vado, de acuerdo con las formas, cotas y alineamientos señalados en los documentos del Proyecto. Las cunetas tipo vado se construirán frente a los accesos a predios, cruces y otros lugares donde las requiera el Proyecto, para dar continuidad al escurrimiento superficial de las aguas sobre la plataforma del camino.

### **660.02 Materiales.**

(a) Concreto.

Las cunetas tipo vado se construirán con concreto reforzado, el cual deberá cumplir con los requisitos pertinentes establecidos en la Sección 552, incluso lo dispuesto en dicha Sección para acabado de concreto fresco.

(b) Acero de refuerzo.

El acero debe ser de Grado 60, y se ajustará a lo establecido en la Sección 709.

(c) Subbase granular y base granular.

Las cunetas de concreto tipo vado, se construirán sobre una capa de subbase granular de poder de soporte igual o mayor a 50 % del CBR. En su reemplazo, los documentos del Proyecto podrán definir el uso de una base granular de poder de soporte igual o mayor a 80 % del CBR. Los materiales de la capa granular, incluso su compactación, deberán cumplir con lo establecido en la Sección 301, según corresponda.

### **660.03 Procedimientos de trabajo.**

(a) Características generales.

Las cunetas de concreto tipo vado se construirán en sitio y se ajustarán a las dimensiones establecidas en los documentos del Proyecto, de ancho, largo y espesor. En general, estas estructuras empalman en ambos extremos con cordones y/o bordillos con fundación, cunetas revestidas u otras obras de drenaje superficial, por lo cual, frecuentemente será necesario introducir transiciones en su construcción o en los elementos de empalme.

(b) Obras preliminares.

Las obras preliminares que sean necesarias para el emplazamiento de las cunetas tipo vado, tales como excavaciones, rellenos con material de terraplén, incluso la preparación de la subrasante, se efectuarán según lo dispuesto en las Secciones 212, 204 y 213 respectivamente, donde además, se efectuarán su medición y pago.

(c) Capa de material granular.

Sobre la subrasante previamente preparada, el Contratista construirá una capa de subbase granular o bien de base granular, dependiendo de lo establecido en los documentos del Proyecto, que cumpla con lo establecido en la Subsección 660.02.(c). El espesor del material granular será el establecido en el Proyecto, pero en ningún caso será inferior a 0,15 m. La capa de material granular tendrá las dimensiones exteriores de la cuneta de concreto tipo vado, más un mínimo de 0,30 m por cada lado. Su colocación y compactación se regirán por lo dispuesto en la Sección 301, según corresponda. La superficie terminada se ajustará a una tolerancia de + 0,0 cm y -1,5 cm, con respecto a las cotas establecidas en los documentos del Proyecto. Las deficiencias en cotas serán superadas por cuenta del Contratista con concreto de la cuneta tipo vado.

(d) Construcción y recepción de las obras.

Los trabajos necesarios para la construcción de cunetas de concreto tipo vado, se ajustarán a los siguientes requisitos:

-El moldeo y su desmoldeo se ajustarán a lo dispuesto en la Sección 552. Sin embargo, en casos especiales relacionados con obras de poca envergadura, el Contratante podrá autorizar el empleo de tablonces de madera de mínimo 5 cm de espesor, debiendo éstos ser instalados de manera de evitar deflexiones o movimientos en el sentido horizontal o vertical.

-Sobre la superficie de la subbase o base granular previamente preparada, se colocará un polietileno de mínimo 0,1 mm de espesor, que cubra toda el área a colar. El polietileno quedará sujeto a la superficie de apoyo, de modo de no presentar arrugas, bolsas de aire u otros desperfectos al momento de ser cargado con el concreto.

-La distribución y ubicación del acero de refuerzo se regirá por lo señalado en los documentos del Proyecto y el Código Sísmico de Costa Rica vigente, siendo el mínimo lo especificado en la Subsección 659.03. (a). Este deberá estar constituido por barras de acero de Grado 60 corrugado, o su equivalente en mallas de acero prefabricadas.

-La confección, colocación, compactación, terminación y curado del concreto, se ajustarán a lo dispuesto en la Sección 552. El espesor del concreto será el establecido en los documentos del Proyecto, pero en ningún caso será inferior a 0,15 m. No se aceptarán protuberancias o depresiones superficiales mayores a 6 mm, con respecto de la superficie proyectada.

-Las juntas transversales de contracción podrán efectuarse mediante aserrado del concreto, o insertando en el concreto fresco tablillas de asbesto cemento u otro material previamente aprobado por el Contratante. Estas juntas se construirán distanciadas como máximo cada 4,0 m o según lo establezca el Contratante; sin embargo, cuando la estructura quede adosada a un pavimento de concreto existente, su espaciamiento deberá coincidir con las juntas de contracción de dicho pavimento. Las juntas se rellenarán con mastic asfáltico u otro material que sea previamente aprobado por el Contratante.

-La recepción del concreto con respecto a resistencia mecánica y espesor, se regirá en lo pertinente, por lo establecido en la Sección 552.

(e) Medidas de seguridad.

El Contratista deberá en todo momento durante la ejecución de las obras, tener presente lo establecido en la Sección 635.

#### **660.04 Base de medición y pago.**

Los renglones de pago que se describen a continuación se refieren a la construcción de cunetas de concreto tipo vado, coladas en sitio. Estas incluyen el suministro y colocación de todos los materiales, incluyendo el material granular de apoyo con su sobrealcance, moldaje, acero de refuerzo, las juntas, terminaciones, curado, desmolde y otras actividades y trabajos necesarios para cumplir con lo especificado. Las obras preliminares que sean necesarias según lo dispuesto en la Subsección 660.03.(b), se cuantificarán para efectos de pago en sus respectivos renglones de pago, según lo establecido en las Secciones 212, 204 y 213 respectivamente.

(a) Cunetas de concreto, tipo vado.

Se cuantificará por metro (m) de cuneta de concreto tipo vado, desagregada según las Secciones tipo establecidas en los documentos del Proyecto, y la medición se efectuará de acuerdo a las longitudes requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante, incluyendo las longitudes de eventuales transiciones.

**Sección 661.) REJILLAS PARA SUMIDEROS****661.01 Descripción y alcances.**

Esta Sección se refiere al suministro y colocación de rejillas para los sumideros señalados en los documentos del Proyecto, con el propósito de evacuar las aguas de la plataforma del camino y áreas anexas. Las características particulares de las rejillas serán las señaladas en los documentos del Proyecto, para cada tipo de sumidero.

**661.02 Materiales.**

Las rejillas serán fabricadas con acero laminado o fundido, y sus dimensiones serán las señaladas en los documentos del Proyecto.

**661.03 Procedimiento de trabajo.**

Las rejillas se instalarán en sumideros nuevos o existentes; el Contratista procederá a instalar las rejillas en los sumideros de acuerdo a lo establecido en los documentos del Proyecto. Cuando se requiera del suministro y colocación de marcos metálicos nuevos, estos se cuantificarán para efectos de pago en la Sección 709, o según señalen los documentos del Proyecto.

**661.04 Base de medición y pago.**

(a) Rejillas para sumideros.

Cuando el Proyecto requiera de dos o más tipos de rejillas, este renglón de pago deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, hasta abarcar cada tipo de rejilla que consulte el Proyecto.

Este ítem incluye el suministro y colocación de rejillas del tipo señalado en los documentos del Proyecto, y cualquier otra actividad o trabajo necesario para cumplir con lo especificado.

Se cuantificará por unidad (Nº) de rejilla instalada según su tipo, y la medición se efectuará de acuerdo al número de rejillas requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.

**Sección 662.) RESERVADA****Sección 663.) CONSTRUCCIÓN DE CANALES, CUNETAS Y CONTRACUNETAS****663.01 Descripción y alcances.**

Esta Sección se refiere a las obras que tienen como objetivo interceptar aguas superficiales que escurren por los terrenos adyacentes a la vía, alejándolas del pie de los terraplenes o del coronamiento de los cortes, u otras áreas que puedan sufrir daños por efecto del escurrimiento de aguas descontroladas. Las obras también se utilizarán para el encauzamiento de aguas de regadío, cursos de agua hacia o desde las obras u otros fines que sean establecidos en los documentos del Proyecto. En lo que sea pertinente, las excavaciones de estas obras se regirán por lo estipulado en la Sección 208, y esta Sección.

Cuando el Proyecto consulte el revestimiento de estas obras, dichos trabajos se regirán por lo dispuesto en la Sección 664, Revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, donde se efectuará su medición y pago.

**663.02 Materiales.**

La ejecución de los trabajos descritos en esta Sección no requiere el uso de materiales, salvo la eventual construcción de pretilas que se regirá por lo señalado en la Subsección 663.03.(a) (1).

### **663.03 Procedimiento de trabajo.**

(a) Construcción de obras que se ajustan al contorno del terreno natural.

#### (1) Generalidades

Estas obras, incluyendo sus descargas, se construirán en los tramos señalados en los documentos del Proyecto u ordenados por el Contratante. Esta Sección considera las excavaciones en terreno de cualquier naturaleza, según la definición de estos materiales en la Sección 208.

Con excepción de las obras especiales establecidas en la Subsección 663.03.(b) que se construirán a cotas de fondo preestablecidas en los documentos del Proyecto, los canales, cunetas y contracunetas se construirán siguiendo el contorno del terreno natural, respetando la forma y dimensiones mínimas de la sección tipo proyectada, la cual podrá o no contemplar revestimiento, según se establezca en los documentos del Proyecto. Este tipo de construcción se cuantificará por metro (m) en su renglón de pago respectivo, no obstante que la excavación requerida supere la excavación teórica deducida de la sección tipo correspondiente. El Contratista deberá confeccionar y entregar para la aprobación del Contratante, un perfil longitudinal de las obras a construir. Este perfil deberá señalar la cota de fondo y profundidad de excavación a distancias no superiores a 20 m entre sí, y además, en cada punto intermedio de quiebre en alzado del terreno natural. Cuando se trate de terreno accidentado, solamente el Contratante podrá autorizar por escrito la construcción de pretilles. Cuando su construcción sea inevitable por condiciones de terreno, el Contratista propondrá el tipo de pretil a construir con respecto a las características del material a emplear y sus dimensiones pertinentes, el cual deberá ser sometido a la aprobación del Contratante. En general, la pendiente longitudinal de estas obras no deberá ser inferior a 0,25 %, salvo excepciones que sólo el Contratante autorizará por escrito. Las excavaciones se deberán iniciar por el extremo de aguas abajo de las obras.

#### (2) Obras sin revestimiento

Los taludes y el fondo de las excavaciones de obras sin revestimiento deberán presentar superficies parejas y estables, con pendientes uniformes entre las deflexiones en alzado del sello de las excavaciones, que permitan un adecuado escurrimiento de las aguas y eviten la erosión. No habrá exigencia de compactación del sello de estas excavaciones no revestidas. Las cotas de fondo no deberán superar en ningún punto las cotas establecidas en el perfil longitudinal, previamente confeccionado por el Contratista y aprobado por el Contratante. A no ser que en los documentos del Proyecto se establezca de otra manera, los canales y cunetas se ubicarán a una distancia mínima de 1m del pie del terraplén y a mínimo 5m de la intersección del talud del corte con el terreno natural, en el caso de contracunetas. El Contratante podrá autorizar distancias menores a las señaladas cuando se trate de espacios reducidos u otros factores atribuibles a condiciones de terreno particulares. El terreno entre el pie del terraplén y el foso terminado, deberá quedar con una pendiente hacia este último, de mínimo 4 %. Los canales se construirán en los lugares señalados en los documentos del Proyecto u ordenados por el Contratante.

#### (3) Obras a revestir con concreto

Las obras que serán posteriormente revestidas con concreto, se ajustarán a la sección tipo del Proyecto, de manera de dar cabida además al revestimiento proyectado. Asimismo, su construcción se regirá, en lo pertinente, por lo establecido en las Subsecciones 663.03.(a) (1) y (2), y por lo especificado en esta Sección.

El sello de las excavaciones de las obras a revestir se perfilará y compactará hasta alcanzar como mínimo el 90% de del peso específico seco máximo, medida con el ensayo de Proctor Modificado y de acuerdo a las normas AASHTO T 180 y ASTM D 1557, en una profundidad mínima de 0,20 m. Cuando el fondo de dichas excavaciones esté compuesto por suelos orgánicos, inestables o que no puedan ser compactados debido a su contenido de humedad natural, el Contratante, podrá autorizar su retiro en un espesor mínimo de 0,12 m, para dar cabida a una capa de material granular que servirá de apoyo al revestimiento. Dicha capa deberá ser compactada hasta alcanzar la mínima densidad antes establecida. Estas eventuales sobreexcavaciones y sus rellenos se cuantificarán para efectos de pago, según lo dispuesto en la Subsección 663.04.1. Las superficies de los taludes deberán quedar parejas y estables, sin protuberancias que afecten el espesor mínimo del revestimiento a construir. Estas se compactarán con equipo manual a plena satisfacción del Contratante. El revestimiento de concreto de las

obras, se regirá por lo establecido en la Sección 664, Revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, donde se efectuará su medición y pago.

(b) Construcción de obras con cotas de fondo preestablecidas.

Cuando el Proyecto consulte la construcción de obras con cotas de fondo preestablecidas, su construcción se ajustará, en lo pertinente, a lo estipulado en la Subsección 663.03.(a), incluso para aquellas obras a revestir posteriormente con concreto.

Para estas obras, cuya excavación tendrá una profundidad variable, y que requieran de revestimiento, este último se ajustará a su profundidad típica proyectada y demás dimensiones señaladas en la sección tipo respectiva.

Estas obras se medirán por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de excavación para efectos de pago. Los volúmenes de excavación se determinarán geoméricamente a través de perfiles transversales tomados a distancias no superiores a 20 m entre sí, y además, en cada punto intermedio de quiebre en alzado de la superficie del terreno natural. Las sobreexcavaciones no autorizadas serán por cuenta del Contratista.

(c) Disposición de los materiales excavados.

Con previa autorización por parte del Contratante, los materiales excavados podrán ser utilizados, por cuenta y costo del Contratista, en el relleno de depresiones existentes del terreno natural o en el recubrimiento de taludes de terraplenes terminados. Estos trabajos se ajustarán a lo dispuesto en la Sección 204. En caso contrario, los materiales excavados y no utilizados deberán transportarse a escombreras autorizadas.

(d) Manutención de las obras.

El Contratista deberá mantener en buenas condiciones las obras sin revestimiento hasta su recepción provisoria. Asimismo, las excavaciones de las obras a revestir deberán conservarse hasta el momento de su colado. Cualquier daño por precipitaciones u otras causas, deberá ser reparado por cuenta del Contratista a plena satisfacción del Contratante.

(e) Medidas de seguridad.

El Contratista deberá tener presente en todo momento lo establecido en la Sección 635 y 156.

**663.04 Medición.**

(1) Construcción de obras que se ajustan al contorno del terreno natural

Estas obras se cuantificarán por metro (m) cuando el Proyecto consulte su construcción siguiendo el contorno del terreno natural, de acuerdo a lo establecido en la Subsección 663.03.(a) (1).

Los renglones de pago de la presente Sección se diferenciarán según se trate de obras proyectadas con o sin revestimiento de concreto; lo anterior es debido al diferente volumen de excavación requerido por las primeras. Con respecto a las obras a revestir, la eventual remoción de material no apto para fundación, según lo dispuesto en la Subsección 663.03.(a) (3), se medirá para efectos de pago en la Sección 208. El material de reemplazo se ajustará a lo establecido en la Subsección 704.04, donde se efectuará su medición y pago.

(2) Construcción de obras con cotas de fondo preestablecidas

La construcción de obras con cotas de fondo preestablecidas en los documentos del Proyecto se medirá por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de excavación requerida para alcanzar dichas cotas. Las obras serán revestidas con concreto cuando así se disponga en los documentos del Proyecto, ajustándose a la sección tipo de revestimiento. El volumen de la excavación se determinará geoméricamente, según lo descrito en la Subsección 663.03.(b) de esta Sección. Las excavaciones no autorizadas serán por cuenta del Contratista.

Cuando las obras a revestir requieran de remoción de material no apto para fundación, dicha excavación, previamente aprobada, se cuantificará para efectos de pago en la misma partida de la obra. Su relleno se regirá por lo establecido en la Subsección 704.04, donde se efectuará su medición y pago.

(3) Excavaciones en roca

En la eventualidad de encontrar una estratificación rocosa dentro de las excavaciones en terreno de cualquier naturaleza, el Contratista procederá a despejarla completamente y deberá proporcionar al Contratante para su aprobación, los antecedentes sobre la ubicación, cotas del estrato y ubicación estimada del material rocoso a remover. Dicho material rocoso no se deberá remover, mientras no sea autorizado por el Contratante. Las remociones autorizadas se cuantificarán para efectos de pago en el renglón de pago (d) de esta Sección. En el caso de obras cuya medición para efectos de pago sea por metro (m), según lo dispuesto en la Subsección 663.04, el volumen correspondiente a la remoción de roca se transformará a su equivalente en metros lineales (m) de obra, según su sección tipo correspondiente, los cuales se descontarán para efectos de pago del tramo comprometido. Las excavaciones en roca no autorizadas serán por cuenta del Contratista.

(4) Excavación con agotamiento

No habrá distinción entre excavación con o sin agotamiento.

(5) Revestimientos de concreto

El revestimiento de concreto de las obras señaladas en los documentos del Proyecto, se ajustará a lo establecido en la Sección 664, Revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, donde se efectuará su medición y pago.

**663.05 Pago.**

Los renglones de pago (a) y (b) deberán desagregarse en las subpartes que sean necesarias, de manera de separar las distintas obras a construir en el Proyecto, por secciones tipo iguales.

(a) Construcción de canales, cunetas y contracunetas sin revestir

Este renglón de pago comprende la construcción de obras, cuyo revestimiento de concreto no esté contemplado en los documentos del Proyecto. Incluye las excavaciones necesarias en terreno de cualquier naturaleza, cuando éstas deban efectuarse siguiendo el contorno del terreno natural, respetando la mínima profundidad y demás dimensiones pertinentes de la sección tipo correspondiente. Asimismo, el ítem incluye la construcción de pretiles cuando corresponda, equipos, mano de obra y demás actividades y trabajos que sean necesarios para cumplir totalmente con lo especificado en esta Sección.

Se cuantificará por metro (m) de obra construida, según su sección tipo; su medición se efectuará a lo largo del eje de la obra, ajustándose a los procedimientos generales de medición señalados en la Subsección 663.04. de esta Sección. Las longitudes de construcción serán las requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante. Las eventuales excavaciones en roca se medirán para efectos de pago en el renglón de pago (d) de esta Sección.

(b) Construcción de canales, cunetas y contracunetas a revestir con concreto

Este renglón de pago incluye todo lo establecido en el primer punto del renglón de pago (a), excepto que se trate de la construcción de obras cuyo revestimiento de concreto esté previsto en los documentos del Proyecto.

Se cuantificará por metro (m) de obra construida, según su sección tipo, para ser posteriormente revestida con concreto. La medición se efectuará a lo largo del eje de la obra, ajustándose a los procedimientos de medición establecidos en la Subsección 663.04. Las longitudes de construcción serán las requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante. Las eventuales excavaciones en roca se cuantificarán para efectos de pago en el renglón de pago (d) de esta Sección. El revestimiento posterior de las obras se registrará por lo estipulado en la Sección 664, Revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, donde se efectuará su medición y pago.

(c) Construcción de canales, cunetas y contracunetas con cotas de fondo preestablecidas

Este renglón de pago comprende la construcción de obras, cuyo revestimiento de concreto esté o no previsto en los documentos del Proyecto. El ítem incluye las excavaciones necesarias hasta alcanzar las cotas de



fondo preestablecidas en los documentos del Proyecto, y cumplir además con las dimensiones mínimas de la sección tipo proyectada.

Se cuantificará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de excavación en terreno de cualquier naturaleza. La medición se efectuará geométricamente, ajustándose a los procedimientos de medición establecidos en la Subsección 663.03.(b) de esta Sección, según los requerimientos del Proyecto y aprobadas por el Contratante. Las eventuales excavaciones en roca se cuantificarán para efectos de pago según lo dispuesto en la Subsección 663.04. El revestimiento de concreto de las obras, cuando corresponda, se ajustará a lo dispuesto en la Sección 664, Revestimiento de canales, cunetas y contracunetas, para efectos de medición y pago.

(d) Excavación en roca, de canales, cunetas y contracunetas

Este renglón de pago se refiere a las eventuales excavaciones a efectuar en roca, y que sean necesarias para conformar la sección tipo correspondiente. En este ítem incluye todos los equipos, materiales, mano de obra y demás actividades o trabajos necesarios para cumplir con lo especificado en esta Sección.

Se cuantificará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de excavación en roca, según los requerimientos del Proyecto y aprobados por el Contratante. La cubicación se determinará geométricamente, ajustándose a las bases de medición establecidas en la Subsección 663.04. de la presente Sección.

## **Sección 664.) REVESTIMIENTO DE CANALES, CUNETAS Y CONTRACUNETAS**

### **664.01 Descripción y alcances.**

Esta Sección se refiere al revestimiento de concreto de canales, cunetas, contracunetas y otras obras de características similares que sean establecidas en los documentos del Proyecto. La construcción de las obras previo a su revestimiento, se regirá por lo dispuesto en la Sección 663, Construcción de canales, cunetas y contracunetas, donde además, se efectuará su medición y pago.

### **664.02 Materiales.**

(a) Revestimiento de concreto convencional o lanzado.

El revestimiento de las obras se podrá efectuar con concreto convencional u concreto lanzado, incluso con una combinación de estos. Los concretos, según su tipo, deberán cumplir con los requisitos pertinentes de la Sección 552, y la Sección 608, y con lo especificado en esta Sección.

(b) Acero de refuerzo.

El acero de refuerzo a utilizar en el revestimiento de las obras será de Grado 60 y se ajustará a lo estipulado en la Sección 709, y en esta Sección.

### **664.03 Procedimiento de trabajo.**

(a) Preparación de las obras a revestir.

Las obras a revestir deberán ser previamente aprobadas por el Contratante, conforme a lo estipulado en los documentos del Proyecto y los requisitos establecidos en la Sección 663, Construcción de canales, cunetas y contracunetas, para obras a revestir con concreto. Las superficies a revestir deberán estar libres de todo material extraño o suelto.

(b) Revestimiento de concreto.

Los procedimientos de trabajo y equipos a emplear en el revestimiento de las obras se ajustarán, en lo pertinente, a lo establecido en la Sección 552, Sección 608, y a lo especificado en esta Sección.

El concreto y el acero de refuerzo a emplear se regirán por lo establecido en los documentos del Proyecto y el Código Sísmico de Costa Rica. En caso contrario, el concreto será de resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup> y la malla de refuerzo estará constituida por barras de acero de mínimo 6 mm de diámetro, repartidas cada 25 cm de Grado 60.

El espesor del revestimiento será de mínimo 10 cm en toda la superficie a revestir, a no ser que en los documentos del Proyecto se especifique otro espesor distinto al señalado, en cuyo caso prevalecerá este último. Los revestimientos se podrán construir en sitio con concreto convencional u concreto lanzado, incluso con una combinación de estos. Alternativamente, se podrán emplear elementos prefabricados, incluso complementados por tareas de colado en sitio, empleando concreto normal o lanzado.

La malla de refuerzo deberá cubrir toda la superficie a revestir, debiendo quedar embebida en el concreto de revestimiento de los taludes y de la base de la sección tipo proyectada, independientemente del tipo y forma de colado o elementos constituyentes del revestimiento. Los traslapes de la armadura se efectuarán en una longitud mínima de 20 cm o la señalada en los documentos del Proyecto.

Para revestimientos continuos colados en sitio, se deberán construir juntas de contracción espaciadas entre sí cada 3,0 m como máximo, utilizando tablillas de asbesto cemento u otro material previamente autorizado por el Contratante. Las unidades prefabricadas deberán ser alineadas y colocadas tan próximas entre sí como sea posible, y las juntas de unión rellenas con un mortero de dosificación 1:3 (cemento: arena) en peso, o de 1:2 en volumen. El mortero deberá cumplir, en lo pertinente, con lo establecido en la Sección 620.

Cuando se empleen elementos prefabricados para conformar el revestimiento de los taludes de la sección tipo, el espacio que pudiere quedar entre la cara exterior los elementos alineados y la superficie perfilada del talud excavado, deberá ser relleno totalmente con un mortero de dosificación 1:3 (cemento:arena) en volumen, el cual será compactado con barras de acero de longitud y diámetro apropiado, o mediante otro procedimiento aprobado por el Contratante. Asimismo, cuando los elementos prefabricados formen la base de la sección tipo, estos deberán ser colocados sobre un mortero de mínimo 3 cm de espesor, de dosificación igual a la señalada anteriormente.

En el caso de revestimientos confeccionados en sitio, las irregularidades de las superficies a revestir, deberán ser rellenas conjuntamente con el mismo concreto del revestimiento, durante la tarea de colado de este último.

Las superficies de las obras terminadas deberán quedar parejas y estables, sin protuberancias o depresiones que pudieren ser detectadas a simple vista. El curado de los concretos se regirá por lo establecido en la Sección 552, empleando de preferencia compuestos líquidos formadores de membranas de curado, que cumplan con lo dispuesto en dicha Sección.

(c) Control de calidad de los concretos.

El control de calidad para el concreto normal o lanzado, se regirá por lo establecido en la Sección 608. Se aplicarán las multas correspondientes cuando proceda.

#### **664.04 Base de medición y pago.**

(a) Revestimiento de canales, cunetas y contracunetas

Este renglón de pago deberá desagregarse en las subpartes que sean necesarias, agrupando los distintos revestimientos de iguales características, tales como armadura y resistencia del concreto. El ítem incluye los trabajos que sean necesarios para preparar las superficies a revestir, el suministro y colocación del acero de refuerzo y del concreto de revestimiento de cualquier tipo, incluso la construcción de juntas, morteros, moldeo, curado y demás actividades o trabajos necesarios para cumplir totalmente con lo especificado en esta Sección.

Se cuantificará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de revestimiento de concreto, de las características establecidas en los documentos del Proyecto. Su medición se ajustará a las dimensiones teóricas de la sección tipo, en las cantidades requeridas por los documentos del Proyecto y aprobadas por el Contratante.

## **Sección 665.) DRENAJE EN PUENTES Y ESTRUCTURAS**

### **665.01 Descripción y alcances.**

Las obras comprendidas en esta Sección consisten en el suministro, confección y colocación de sistemas de drenaje y saneamiento de aguas llovidas de acuerdo con lo establecido en los documentos del Proyecto sobre puentes y estructuras afines.

Estas son obras básicas para el saneamiento directo del agua en las estructuras como pueden ser: barbacanas de desagüe de tableros de puente, sistema de drenaje y saneamiento en muros de contención de tierras, u otras obras de saneamiento de las estructuras.

El proyecto de puentes puede considerar el desagüe directo de las aguas de lluvia de la calzada a través del tablero y hacia el cauce que se atraviesa. Las estructuras viales, en cambio, deben considerar un sistema de saneamiento que conduzca el agua fuera de la superficie expuesta del puente, a través de la plataforma vial, y hasta un lugar adecuado de evacuación, cuidando de que no caiga en algunos de los elementos de la estructura o sobre la vía.

### **665.02 Materiales.**

Los materiales a utilizar cumplirán con lo establecido en la presente Sección.

Para las barbacanas de puentes y drenajes de muros, salvo que se indique algo distinto en los documentos del Proyecto, se emplearán tubos de PVC, de los diámetros y longitudes indicados en los documentos del Proyecto en los lugares y distancias que ahí se señalan.

### **665.03 Procedimiento de trabajo.**

#### **(a) Barbacanas de desagüe.**

Las barbacanas de desagüe de la superestructura serán del tipo, calidad y dimensiones indicadas en los documentos del Proyecto y se colocarán en la posición ahí señalada.

Las barbacanas se colocarán antes de colar la losa, debidamente afianzadas de modo de evitar desplazamientos y deformaciones durante el vaciado del concreto.

La longitud y ubicación de las barbacanas, tanto en planta y elevación, no deben comprometer la capacidad de resistencia de los elementos estructurales del puente como son estribos, cepas y vigas, principalmente.

#### **(b) Sistema de drenaje de muros de contención.**

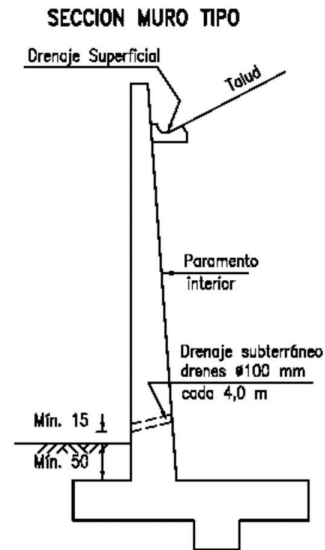
El sistema de drenaje de muros de contención será el que se establezca en los documentos del Proyecto o, en su ausencia, el que se propone en los diseños estándar. Consiste en un drenaje subterráneo y un drenaje superficial, que se especifican seguidamente.

##### **(1) Drenaje subterráneo**

Este consiste en un drenaje que se localiza en la elevación del muro, en su tercio o mitad inferior, compuesto por una barbacana de PVC de diámetro y longitud establecidas en los documentos del Proyecto y especificación anterior, un tapón perforado del mismo material y paño geotextil amarrado con alambre # 14 para impedir la fuga del material fino. La tubería de drenaje se fija con acero de armaduras, según los documentos del Proyecto. El paño geotextil debe cumplir con lo establecido en la Sección 714, de las presentes especificaciones.

##### **(2) Drenaje superficial**

Este sistema consiste en conducir el agua que cae por el relleno protegido del muro, conduciéndola por una cuneta de concreto con resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup>, la que se desagua por los extremos mediante una tubería de PVC, que cuenta con una rejilla para evitar la caída de elementos que tapen el conducto. La tubería de PVC debe desaguar a la cuneta o al sistema de drenaje de la vía.

**Sistema de drenaje de un muro de contención.**

(c) Sistema de protección de aguas superficiales para estructuras.

Las estructuras viales normalmente se protegen de la acción del agua como parte del sistema de saneamiento integral de las vías que sirven, mediante cunetas y bajantes de agua. Sin embargo, es muy importante considerar en este caso, que el paso del agua a través de las juntas de dilatación no filtre y dañen la estructura. Para esto, se colocarán juntas sellantes de materiales aprobados por el Contratante.

En caso de requerirse un sistema distinto para bajar el agua desde la estructura, se podrá utilizar el sistema de saneamiento superficial descrito para el caso de muros, el cual, en este caso, corresponderá más bien a un sistema de drenaje que comprometerá cunetas especiales y tuberías de desagüe.

Cuando se utilice el sistema descrito, el Proyecto, o el Contratista, si éste no lo establece expresamente, proporcionará un sistema de drenaje para la estructura, utilizando las ideas y lámina descritas, para conducir el agua superficial, dimensionando los elementos de acuerdo con los requerimientos reales de evacuación de aguas del caso, justificando adecuadamente su uso.

El sistema propuesto será revisado por el Contratante, debiendo aprobarlo previo a su fabricación y colocación.

**665.04 Bases de medición y pago.**

(a) Ducto de desagüe

La unidad de medida será una suma global para todo el puente, y la medición se hará de acuerdo a los documentos del Proyecto, independientemente de las dimensiones del puente.

(b) Sistema de drenaje de muros de contención

En general, este renglón de pago debe ser incluido para su pago, en el valor del muro al que sirve, por lo que las actividades contempladas en esta Sección se considerarán totalmente incluidas en el contrato, aunque no exista una base de pago expresa en el presupuesto para estos fines.

Solo se considerará de otra forma, si el contrato establece expresamente otra forma de pago.

(c) Sistema de protección superficial de estructuras

La unidad de medida será una suma global para toda la estructura que se protege, y la medición se hará de acuerdo al Proyecto, independientemente de sus dimensiones.

# Materiales

# División 700

## Sección 701.) CEMENTO HIDRÁULICO

### 701.01 Cemento Portland y cemento de mampostería.

Cuando las especificaciones especiales permitan el uso de cementos importados, éstos deberán cumplir con lo prescrito en la Tabla 701-1 como sigue:

Tabla 701-1  
Tipos de Cemento

Tipo	Especificación
Cemento Portland, tipo I, II, o V	AASHTO M 85
Cemento hidráulico mezclado, tipo IS, IP, P, I(PM), o I(SM)	AASHTO M 240
Cemento de mampostería, tipo N, S, o M	ASTM C 91

No se usará diferente tipo de cemento o marca, o cemento de diferente fábrica, sin aprobación.

Especificaciones para el cemento Portland

#### AASHTO REFERENCIA:

T 89	Finura del cemento (por turbidímetro)
T 105	Composición química del cemento
T 106	Resistencia a la compresión del mortero de cemento
T 107	Expansión del cemento en autoclave
T 127	Muestreo del cemento
T 131	Tiempo de fragua (aguja de Vicat)
T 137	Contenido de aire del mortero de cemento
T 153	Finura del cemento (permeámetro)
T 154	Tiempo de fragua (aguja de Gilmore)
T 186	Endurecimiento inicial del cemento

ASTM:	C 186	Calor de hidratación del cemento
	C 219	Terminología relacionada con el cemento
	C 226	Incorporadores de aire en el cemento
	C 452	Expansión potencial del mortero de cemento expuesto a la acción de sulfatos
	C 465	Proceso de adición de aire incorporado
	C 563	Determinación de la cantidad óptima de SO <sub>3</sub> en el cemento

El cemento deberá satisfacer los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico RTCR 383: 2004, Cementos Hidráulicos. Especificaciones, contenido en el Decreto Ejecutivo No. 32253-MEIC, publicado en la Gaceta No. 49 del 10 de marzo del 2005 y sus reformas.

El Contratista deberá proveer los medios adecuados para el almacenamiento y protección del cemento contra la humedad. El cemento que, por cualquier motivo, hubiese llegado a fraguar parcialmente o contenga grumos de cemento aglutinado, deberá rechazarse. El cemento recuperado de bolsas desechadas o usadas no deberá utilizarse en la obra.

#### **701.02 Cemento de mortero.**

El cemento de mortero será preparado conforme la norma ASTM C 1329, tipo N, S, o M.

### **Sección 702.) CEMENTOS BITUMINOSOS**

#### **702.01 Cemento asfáltico sin modificantes.**

(a) Definición de cemento asfáltico sin modificantes. Material bituminoso, producto más pesado en el procesamiento de petróleo para crudos en refinerías; constituido principalmente por hidrocarburos. No contiene adiciones de naturaleza no hidrocarbonada, salvo aquellos materiales minerales propios del crudo de petróleo.

(b) Requisitos de especificación para la aceptación de cementos asfálticos sin modificantes. Alternativamente, se aplicarán las especificaciones de la Tabla 702-1A y B, para cementos asfálticos clasificados por viscosidad absoluta a 60 °C; las especificaciones de la Tabla 702-2, para cementos asfálticos clasificados por penetración a 25 °C, o las especificaciones de la Tabla 702-3, para cementos asfálticos clasificados por grado de desempeño SUPERPAVE.

Corresponde al Contratante el establecer el tipo de cemento asfáltico para usar en cada Proyecto, debiendo cumplirse los correspondientes requisitos de aceptación.

Además, para la aceptación de un cemento asfáltico sin modificantes se requiere, cumplir los requisitos de la Tabla 702-1, Tabla 702-2 o Tabla 702-3, según su método de clasificación, la obtención de:

- (a) Gravedad específica a 25 °C
- (b) Viscosidad cinemática a 125 °C
- (c) Viscosidad cinemática a 145 °C

(c) Requisitos de especificación para la uniformidad de cementos asfálticos sin modificantes. Serán definidos por el Contratante, en los casos en que el pago del cemento asfáltico no modificado sea en términos de unidades.

(d) Criterios de pago. Serán definidos por el Contratante, en los casos en que el pago del cemento asfáltico no modificado sea en términos unitarios.

El pago por el cemento asfáltico, en los casos donde no sea incorporado como parte de un reglón de pago compuesto (caso de mezcla asfáltica), se hará por tonelada métrica o metro cúbico, según criterio del Contratante para cada Proyecto en particular.

Tabla 702-1A

**Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por viscosidad absoluta**

Prueba de aceptación (2)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)					
		AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Viscosidad absoluta a 60 °C (Poise)	Original	200-300	400-600	800-1200	1600-2400	2400-3600	3200-4800
Viscosidad cinemática a 135 °C (mínimo, cStoke)	Original	125 mín.	175 mín.	250 mín.	300 mín.	350 mín.	400 mín.
Penetración a 25 °C (1/100 cm)	Original	220 mín.	140 mín.	80 mín.	60 mín.	50 mín.	40 mín.
Punto de ignición en copa Cleveland (°C)	Original	163 mín.	177 mín.	232 mín.	232 mín.	232 mín.	232 mín.
Solubilidad en tricloroetileno (%)	Original	99,0 mín.	99,0 mín.	99,0 mín.	99,0 mín.	99,0 mín.	99,0 mín.
Ensayos sobre el residuo de envejecimiento en película delgada							
Viscosidad absoluta a 60 °C (Poise)	Residuo TFOT	1250 mín.	2500 mín.	5000 mín.	10000 mín.	15000 mín.	20000 máx.
Ductilidad a 25 °C	Residuo TFOT	100 mín.	100 mín.	75 mín.	50 mín.	40 mín.	25 mín.

Prueba opcionales de aceptación (4)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)					
		AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Índice de inestabilidad coloidal (5)	Original	0,6 máx.	0,6 máx.	0,6 máx.	0,6 máx.	0,6 máx.	0,6 máx.
Porcentaje de ceras (%)	Original	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.
Razón de viscosidades (6)	Residuo TFOT	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.
Índice de susceptibilidad térmica VTS (3)	Original	3,90 máx.	3,90 máx.	3,90 máx.	3,90 máx.	3,90 máx.	3,90 máx.
Índice de susceptibilidad térmica VTS (3)	Original	3,30 mín.	3,30 mín.	3,30 mín.	3,30 mín.	3,30 mín.	3,30 mín.
Pérdida de peso por calentamiento en el horno de película delgada RTFO (%)	Original	---	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.

Notas:

Criterio de clasificación.

Ensayo de acuerdo con la normativa definida en la Subsección 702.01(d).

$$VTS = 11,3358 * [ \log [ \text{viscosidad absoluta a } 60 \text{ } ^\circ\text{C (cPoise)} ] - \log [ \log [ \text{viscosidad absoluta a } 135 \text{ } ^\circ\text{C (cPoise)} ] ] ]$$

Requisitos de aceptación cuya aplicación en un Proyecto particular es definida por el Contratante.

$$\text{Índice de inestabilidad coloidal} = [ \text{asfaltenos (\%)} + \text{saturados (\%)} ] / [ \text{resinas (\%)} + \text{aromáticos (\%)} ]$$

$$\text{Razón de viscosidades} = [ \text{viscosidad absoluta a } 60 \text{ } ^\circ\text{C para residuo TFOT (Poise)} ] / [ \text{viscosidad absoluta a } 60 \text{ } ^\circ\text{C para asfalto original (Poise)} ]$$

**Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por viscosidad absoluta**

Prueba de aceptación (2)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)				
		AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-40
Viscosidad absoluta a 60 °C (Poise)	Original	200-300	400-600	800-1200	1600-2400	3200-4800
Viscosidad cinemática a 135 °C (mínimo, sStoke)	Original	80 mín.	110 mín.	150 mín.	210 mín.	300 mín.
Penetración a 25 °C (1/100 cm)	Original	200 mín.	120 mín.	70 mín.	40 mín.	20 mín.
Punto de ignición en copa Cleveland (°C)	Original	163 mín.	177 mín.	219 mín.	232 mín.	232 mín.
Solubilidad en tricloroetileno (%)	Original	99,0 mín.	99,0 mín.	99,0 mín.	9,90 mín.	99,0 mín.
Ensayos sobre el residuo de envejecimiento en película delgada TFOT						
Viscosidad absoluta a 60 °C (Poise)	Residuo TFOT	1250 mín.	2500 mín.	5000 mín.	10000 mín.	20000 máx.
Ductilidad a 25 °C	Residuo TFOT	100 mín.	100 mín.	50 mín.	20 mín.	10 mín.

Prueba opcionales de aceptación (4)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)					
		AC-2,5	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30	AC-40
Índice de inestabilidad coloidal (5)	Original	0,6 máx.	0,6 máx.	0,6 máx.	0,6 máx.	0,6 máx.	0,6 máx.
Porcentaje de ceras (%)	Original	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.
Razón de viscosidades (6)	Residuo TFOT	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.	3,0 máx.
Índice de susceptibilidad térmica VTS (3)	Original	3,90 máx.	3,90 máx.	3,90 máx.	3,90 máx.	3,90 máx.	3,90 máx.
Índice de susceptibilidad térmica VTS (3)	Original	3,30 mín.	3,30 mín.	3,30 mín.	3,30 mín.	3,30 mín.	3,30 mín.
Pérdida de peso por calentamiento en el horno de película delgada RTFO (%)	Original	---	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.

Notas:

Criterio de clasificación.

Ensayo de acuerdo con la normativa definida en la Subsección 702.01(d).

$VTS = 11,3358 * [ \log [ \log (\text{viscosidad absoluta a } 60 \text{ } ^\circ\text{C (cPoise)}) - \log [ \log (\text{viscosidad absoluta a } 135 \text{ } ^\circ\text{C (cPoise)}) ] ] ]$

Requisitos de aceptación cuya aplicación en un Proyecto particular es definida por el Contratante.

Índice de inestabilidad coloidal = [ asfaltenos (%) + saturados (%) ] / [ resinas (%) + aromáticos (%) ]

Razón de viscosidades = [ viscosidad absoluta a 60 °C para residuo TFOT (Poise) ] / [ viscosidad absoluta a 60 °C para asfalto original (Poise) ]



Tabla 702-2

## Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por penetración

Prueba de aceptación (2)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)				
		40- 50	60- 70	85- 100	120-150	200-300
Penetración a 25 °C (1/100 cm)	Original	40 mín 50 máx	60 mín 70 máx	85 mín 100 máx	120 mín 150 máx	200 mín 300 máx
Punto de encendido en copa abierta Cleveland (°C)	Original	232 mín.	232 mín.	232 mín.	218 mín.	177 mín.
Ductilidad a 25 °C (cm)	Original	100 mín.	100 mín.	100 mín.	100 mín.	---
Solubilidad en tricloroetileno (%)	Original	99,0 mín.	99,0 mín.	99,0 mín.	99,0 mín.	99,0 mín.
Ensayos sobre el residuo de envejecimiento en película delgada TFOT						
Penetración residual (%) (4)	Residuo TFOT	55 mín.	52 mín.	47 mín.	42 mín.	37 mín.
Ductilidad a 25 °C (cm)	Residuo TFOT	---	50 mín.	75 mín.	100 mín.	100 mín.

Prueba opcionales de aceptación (4)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)				
		40- 50	60- 70	85- 100	120-150	200-300
Índice de inestabilidad coloidal (5)	Original	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Porcentaje de ceras (%)	Original	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Pérdida de peso por calentamiento en el horno de película delgada RTFO (%)	Original	---	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.	1,0 máx.

Tabla 702-3  
Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por grado de desempeño.

	PG-46	PG-52	PG-58	PG-64	PG-70	PG-76	PG-82
<b>Grado de desempeño</b>	-34 -40 -46	-10 -16 -22 -28 -34 -40 -46	-10 -16 -22 -28 -34 -40	-10 -16 -22 -28 -34 -40 -46	-10 -16 -22 -28 -34 -40 -46	-10 -16 -22 -28 -34	-10 -16 -22 -28 -34
Promedio máximo 7 día Temperatura de diseño del pavimento (°C)	< 46	< 52	< 58	< 64	< 70	< 76	< 82
Temperatura mínima de diseño del pavimento (°C)	>-34 >-40 >-46	>-10 >-16 >-22 >-28 >-34 >-40 >-46	>-10 >-16 >-22 >-28 >-34 >-40	>-10 >-16 >-22 >-28 >-34 >-40	>-10 >-16 >-22 >-28 28 >-34 >-40	>-10 >-16 >-22 >-28 >-34	>-10 >-16 >-22 >-28 >-34
<b>Asfalto Original</b>							
Temp. de punto de encendido min °C, ASTM D92	230						
Viscosidad, D4402, máx. 3 Pa.s, Temp del ensayo, °C <sup>B</sup>	135						
Cortante dinámico, P246, G*/senð, min. 1,00 kPa, Plato 25mm, Abertura 1 mm Temp. del ensayo a 10 rad/s, °C <sup>C</sup>	46	52	58	64	70	76	82
Pérdida de masa, % máx.	1,00 %						
Cortante dinámico, ASTM P246, G*/senð, min. 2,20 kPa, Plato 25mm, Abertura 1 mm Temp. del ensayo a 10 rad/s, °C <sup>C</sup>	46	52	58	64	70	76	82
<b>Residuo en horno rotatorio de película delgada RTFOT, D2872</b>							
<b>Residuo en dispositivo de envejecimiento a presión PAV, AASHTO PP 1</b>							
Temp. de envejecimiento PAV, °C <sup>D</sup>	90	90	100	100	100 (110)	100 (110)	100 (110)
Cortante dinámico, ASTM P246, G*/senð, máx. 5000 kPa, Plato 8mm, Abertura 2 mm Temp. del ensayo a 10 rad/s, °C	10-7-4	25-22-19-16-13-10-7	25-22-19-16-13	31-28-25-22-19-16	34-31-28-25- 22-19	37-34-31-28-25	40-37-34-31-28
Creep rojídez, ASTM P 245, S, máx. 300 MPa, valor m, Min. 0,300, Temp. del ensayo a 60 s, °C <sup>E</sup>	-24 -30 -36	0 -6 -12 -18 -24 -30 -36	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24	0 -6 -12 -18 -24
Tensión Directa, ASTM P252, Deformación de falla, min. 1,0 %, Temp. del ensayo a 60 s, °C <sup>E</sup>	-24 -30 -36	0 -6 -12 -18 -24 -30 -36	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24 -30	0 -6 -12 -18 -24	0 -6 -12 -18 -24

A. Las temperaturas del pavimento son estimadas basadas en la temperatura del aire, utilizando un algoritmo que contiene la metodología SUPERPAVE, o son definidas por la administración.

B. El método de referencia es el ASTM D4402 (#21a 20 RPM), sin embargo métodos alternativos podrían ser utilizados como ensayos de rutina y de aseguramiento de calidad. Este requisito puede ser obviado a criterio de la administración si el proveedor garantiza que el asfalto puede ser adecuadamente bombeado y mezclado a temperaturas que cumplan con todos los estándares de calidad aplicables

C. Para el control de calidad de asfaltos sin modificar, la medición de viscosidad del asfalto original puede ser sustituido por mediciones del cortante dinámico  $G^*/\text{sen}\delta$  a temperaturas de ensayo donde el asfalto se comporte como un fluido Newtoniano. Cualquier procedimiento adecuado puede ser utilizado, incluyendo viscosidad capilar o rotacional (ASTM D2170 o D2171).

D. Las temperaturas de envejecimiento en el PAV se basan en condiciones climáticas simuladas y es una de tres temperaturas 90 °C, 100 °C, o 110 °C. La temperatura de envejecimiento del PAV es 100 °C para un PG64- y superior, muy calientes.

E. Si el creep rigidez está por debajo de 300MPa, el ensayo de tensión directa no es requerido. Si el creep rigidez se encuentra entre 300 y 600 MPa la deformación de falla de la tensión directa requerida puede ser usada en lugar del requisito de creep rigidez. El valor de m requerido deberá ser satisfactorio en ambos casos.

Tabla 702-4

**Incremento en límite superior de clasificación por grado de desempeño requerido por Proyecto, a partir de volumen de carga de diseño del pavimento y velocidad de carga.**

	<b>Tránsito a velocidad sobre 60 kph</b>	<b>Intersecciones, aproximaciones a puentes y túneles, y subidas con pendiente ente 5,0 % y 10,0 %</b>	<b>Estacionamientos y subidas con pendiente de más de 10,0 %</b>
Ejes simples equivalentes de diseño bajo 10 millones	+ 0 °C	+ 6 °C	+ 12 °C
Ejes simples equivalentes de diseño bajo 30 millones	+ 6 °C	+ 12 °C	+ 12 °C (5)
Ejes simples equivalentes de diseño mayor de 30 millones	+ 12 °C	+ 12 °C (5)	+ 12 °C (5)

(5) Su aplicación para la producción de mezcla asfáltica queda sujeta al cumplimiento de los requisitos de resistencia a la deformación permanente que el Contratante defina.

#### 702.02 Cemento asfáltico modificado.

Se entiende como cemento asfáltico modificado aquel cemento asfáltico de acuerdo con la Subsección 702.01, que es combinado con cualquier tipo de modificante aprobado por el Contratante (se excluyen los aditivos mejoradores de adherencia), para determinar un cemento asfáltico con propiedades diferentes a las del cemento

asfáltico no modificado que le dio origen. El cemento asfáltico modificado se usará en aplicaciones de mezclado en planta en caliente o a juicio del Contratante, como materia prima base en la fabricación de emulsión asfáltica o asfalto rebajado.

El Contratante definirá las características de aceptación correspondientes al cemento asfáltico modificado, de conformidad con las especificaciones de la Subsección 702.01.

El Contratante definirá, a su vez, la política de control de uniformidad para el cemento asfáltico modificado, en cuanto a las propiedades que estime oportuno monitorear.

### ***702.03 Emulsión asfáltica.***

Se entiende como emulsión asfáltica a la dilución en agua de un cemento asfáltico, a partir del uso de agentes emulsificantes, de conformidad con los requisitos de AASHTO que se describen en (a) y (b).

Se aplicarán a la temperatura definida en la Subsección 702.05.

Cuando se utilicen en riegos de imprimación, se podrá usar una emulsión asfáltica aniónica en vez de una emulsión asfáltica catiónica, siempre que correspondan al mismo grado; igualmente, es factible la sustitución de una emulsión asfáltica aniónica en vez de una emulsión asfáltica catiónica, bajos las mismas condiciones de grado.

El cumplimiento del requisito normado para el ensayo de tamizado en la malla No. 20 no es requerido para riegos de imprimación.

(a) Emulsión asfáltica aniónica. De conformidad con AASHTO M 140. Se aplicarán las especificaciones de la Tabla 702-5. De conformidad con AASHTO M 208 y ASTM D2977.

(b) Emulsión asfáltica catiónica. Se aplicarán las especificaciones de la Tabla 702-6. De conformidad con AASHTO M 208 y ASTM D2397.

Tabla 702-5

Especificaciones de aceptación para emulsiones asfálticas aniónicas

Tipo	Rompimiento rápido		Rompimiento medio				Rompimiento lento				Romp. acelerado			
	RS-1	RS-2	MS-1	MS-2	MS-2h	SS-1	SS-1h	SS-1h	SS-1h	Max	Min	Max	Min	Max
<b>Grado</b>	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<b>Ensayos en emulsiones</b>														
Viscosidad, Saybolt Furol a 25 °C SFS	20	100	20	100	100	100	...	100	20	100	20	100	20	100
Viscosidad, Saybolt Furol a 50 °C SFS														
Estabilidad al almacenamiento, 24 h, % <sup>A</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Demulsividad, %	60	60												
<b>Recubrimiento y resistencia al agua</b>														
Recubrimiento, agregado seco			Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno						
Recubrimiento, luego de rociado			Reg.	Reg.	Reg.	Reg.	Reg.	Reg.						
Recubrimiento, agregado húmedo			Reg.	Reg.	Reg.	Reg.	Reg.	Reg.						
Recubrimiento, luego de rociado			Reg.	Reg.	Reg.	Reg.	Reg.	Reg.						
Ensayo de malla N° 20, %	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Ensayo de mezclado con cemento, %									2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	N/A
<b>Destilación:</b>														
Residuo, %	55	63	55	65	65	65	65	65	57	57	57	57	57	57
<b>Ensayos en el residuo por destilación</b>														
Penetración a 25°C, 100g, 5s	100	200	100	200	100	200	100	200	40	90	100	200	40	90
Ductilidad, 25 °C, 5cm/min, cm.	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Solubilidad en tricloroetileno, %	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5

AEste requerimiento de ensayo en muestras representativas puede ser obviado si se logra una aplicación exitosa del material en el campo.

Nota 1: Emulsiones QS-1H deben de cumplir con los requerimientos especificados en ASTM D3910.

Nota 2: Emulsiones QS-1h es utilizado para sistemas de lechadas asfálticas aceleradas (Quick slurry seals)

Nota 3: Todas las pruebas referidas a esta tabla se deberán realizar de acuerdo con los métodos ASTM D-244.

Especificaciones de aceptación para emulsiones asfálticas catiónicas

Tipo	Rompimiento rápido		Rompimiento medio		Rompimiento lento		Romp. acelerado		
	CRS-1	CRS-2	CMS-2	CMS-2h	CSS-1	CSS-1h	CQS-1h	Max	
Grado	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
<b>Ensayos en emulsiones</b>									
Viscosidad, Saybolt Furol a 25 °C SFS			20	100	400	400	20	100	20
Viscosidad, Saybolt Furol a 50 °C SFS			50	450	50	450			100
Estabilidad al almacenamiento, 24 h, % <sup>A</sup>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Demulsividad, %	40	40							
<b>Recubrimiento y resistencia al agua</b>									
Recubrimiento, agregado seco			Bueno	Bueno	Bueno	Bueno			
Recubrimiento, luego de rociado			Reg.	Reg.	Reg.	Reg.			
Recubrimiento, agregado húmedo			Reg.	Reg.	Reg.	Reg.			
Recubrimiento, luego de rociado			Reg.	Reg.	Reg.	Reg.			
Carga de partícula	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.	Posit.
Ensayo de malla N° 20, %	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Ensayo de mezclado con cemento, %					2,0	2,0			N/A
<b>Destilación:</b>									
Acetate destilado, volumen de emulsión, %	3	3	12	12					
Residuo, %	60	65	65	65	57	57			57
<b>Ensayos en el residuo por destilación</b>									
Penetración a 25°C, 100g, 5s	100	250	100	250	40	90	100	250	40
Ductilidad, 25 °C, 5cm/min, cm.	40	40	40	40	40	40	40	40	40
Solubilidad en tricloroetileno, %	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5	97.5

AEste requerimiento de ensayo en muestras representativas puede ser obviado si se logra una aplicación exitosa del material en el campo.

Nota 1: Emulsiones CQS-1h deben de cumplir con los requerimientos especificados en ASTM D3910.

Nota 2: Emulsiones CQS-1h es utilizado para sistemas de lechadas asfálticas aceleradas (Quick slurry seals)

Nota 3: Todas las pruebas referidas a esta tabla se deberán realizar de acuerdo con los métodos ASTM D-244.

#### 702.04 Asfalto rebajado.

Se entiende como asfalto rebajado a la dilución de cemento asfáltico en un material hidrocarburo de menor peso específico. Deberá cumplirse con los requisitos de conformidad que se describen a continuación. El uso de asfaltos rebajados deberá ser aprobado y monitoreado por la autoridad ambientalista local.

(a) Cura rápida. Se aplicarán las especificaciones de la Tabla 702-7. De conformidad con AASHTO M 81 o ASTM D 2026.

(b) Cura media. Se aplicarán las especificaciones de la Tabla 702-8 De conformidad con AASHTO M 82 o ASTM D 2027.

(c) Cura lenta. Se aplicarán las especificaciones de la Tabla 702-9. De conformidad ASTM D 2028.

Se aplicarán a la temperatura definida en la Subsección 702.05.

Tabla 702-7

#### Especificaciones de aceptación para asfaltos rebajados de cura rápida

Tipo									
	Grado	RC-70		RC-250		RC-800		RC-3000	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Viscosidad cinemática a 60 °C, mm <sup>2</sup> /s	70	140	250	500	800	1600	3000	6000	
Punto de inflamación copa Cleveland, °C	...	...	27+	...	27+	...	27+	...	
<b>Prueba de destilación</b>									
Volumen % del destilado a 360 °C									
Destilado a 190 °C, %	10	...	...	...	...	...	...	...	
Destilado a 225 °C, %	50	...	35	...	15	...	...	...	
Destilado a 260 °C, %	70	...	60	...	45	...	25	...	
Destilado a 316 °C, %	85	...	80	...	75	...	70	...	
Residuo de la destilación a 360 °C, volumen % por diferencia									
<b>Ensayos en el residuo por destilación</b>									
Viscosidad a 60 °C, Pa.s	60	240	60	240	60	240	60	240	
Ductilidad a 25 °C, cm	100	...	100	...	100	...	100	...	
Solubilidad en tricloroetileno, %	99,0	...	99,0	...	99,0	...	99,0	...	
Agua %	...	0,2	...	0,2	...	0,2	...	0,2	

Nota 1: Si la ductilidad a 25 °C es menor a 100 cm, el material podrá ser aceptado si la ductilidad a 15 °C es mas de 100cm.

A En lugar de la viscosidad del residuo, el Contratante opcionalmente puede especificar la penetración a 100 g, 5 s, 25 °C en un rango de 120 a 250 (1/100 cm) para los grados MC-30, MC-70, MC-250 MC-800, y MC-3000. En ningún caso serán requeridas ambas especificaciones.

## Especificaciones de aceptación para asfaltos rebajados de cura media

Tipo	Curado medio									
	MC-30		MC-70		MC-250		MC-800		MC-3000	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Viscosidad cinemática a 60 °C, mm <sup>2</sup> /s	30	60	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Punto de inflamación copa Cleveland, °C	38	...	38	...	66	...	66	...	66	...
<b>Prueba de destilación</b>										
Volumen % del destilado a 360 °C										
Destilado a 225 °C, %	...	25	...	20	...	10	...	...	...	...
Destilado a 260 °C, %	40	70	20	60	15	55	...	35	...	15
Destilado a 316 °C, %	75	93	65	90	60	87	45	80	15	75
Residuo de la destilación a 360 °C, volumen % por diferencia	50	...	55	...	67	...	75	...	80	...
<b>Ensayos en el residuo por destilación</b>										
Viscosidad a 60 °C, Pa.s (a)	300	1200	300	1200	300	1200	300	1200	300	1200
Ductilidad a 25 °C, cm (1)	100	...	100	...	100	...	100	...	100	...
Solubilidad en tricloroetileno, %	99,0	...	99,0	...	99,0	...	99,0	...	99,0	...
Agua %	...	0,2	...	0,2	...	0,2	...	0,2	...	0,2

(1) Si la ductilidad a 25 °C es menor a 100 cm, el material podrá ser aceptado si la ductilidad a 15 °C es mas de 100

(A) En lugar de la viscosidad del residuo, el Contratante opcionalmente puede especificar la penetración a 100 g, 5 s, 25 °C en un rango de 120 a 250 (1/100 cm) para los grados MC-30, MC-70, MC-250 MC-800, y MC-3000. En ningún caso serán requeridas ambas especificaciones.



Tabla 702-9

## Especificaciones de aceptación para asfaltos rebajados de cura lenta

Tipo	SC-70		SC-250		SC-800		SC-3000	
	Grado							
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
Viscosidad cinemática a 60 °C, mm <sup>2</sup> /s	70	140	250	500	800	1600	3000	6000
Punto de inflamación copa Cleveland, °C	66	...	79	...	93	...	107	...
<b>Prueba de destilación</b>								
Total destilado a 360 °C, % volumen	10	30	4	20	2	12	...	5
Solubilidad en tricloroetileno, %	99,0	...	99,0	...	99,0	...	99,0	...
Viscosidad cinemática al residuo, mm <sup>2</sup> /s	400	7000	800	10000	2000	16000	4000	35000
<b>Ensayos en el residuo por destilación</b>								
Residuo de penetración 100, % <sup>A</sup>	50	...	60	...	70	...	80	...
Ductilidad a 25 °C de penetración 100, cm	100	...	100	...	100	...	100	...
Agua %	...	0,5	...	0,5	...	0,5	...	0,5

Nota 1: Si la ductilidad a 25 °C es menor a 100, el material podrá ser aceptado si la ductilidad a 15 °C es más de 100

#### 702.05 Temperaturas de aplicación.

La aplicación de cementos asfálticos de conformidad con las Subsecciones 702.01, 702.03 y 702.04 será de conformidad con la Tabla 702-10.

La aplicación de cementos asfálticos modificados, de acuerdo con la Subsección 702.02, será de acuerdo con la recomendación del fabricante, previo reporte hacia el Contratante.

## Temperaturas de aplicación - rangos en grados centígrados (°C)

Tipo y grado de cemento asfáltico	Rangos de temperatura para la aplicación del cemento asfáltico	
	Temperaturas de aplicación (aspersión)	Temperaturas de mezclado (1)
Asfaltos rebajados		
MC-30	30 a (2)	x
RC o MC-70	50 a (2)	x
RC o MC-250	75 a (2)	60 a 80 (3)
RC o MC-800	95 a (2)	75 a 100 (3)
RC o MC-3000	110 a (2)	80 a 115 (3)
Emulsión asfáltica		
RS-1	20 - 60	x
RS-2	50 - 85	x
MS-1	20 - 70	20 - 70
MS-2, 2h	x	20 - 70
HFMS-1, 2, 2h, 2s	20 - 70	10 - 70
SS-1, 1h	20 - 70 (4)	20 - 70
CSS-1, 1h	20 - 70 (4)	20 - 70
CRS-1	50 - 85	x
CRS-2	60 - 85	x
CMS-2, 2h	40 - 70	50 - 60
Cemento asfáltico no modificado		
Todos los grados	180 máx.	180 máx.

- (1) Temperatura de la mezcla asfáltica en la descarga.  
(2) Temperatura máxima a la cual no ocurran emisiones de vapor.  
(3) No aplican en caso de que se exceda el punto de chispa.  
(4) Para sellos asfálticos y riegos de imprimación.

**702.06 Materiales impermeabilizantes.**

- (a) Imprimador. De conformidad con ASTM D 41.  
(b) Asfalto. Para recubrimiento, de conformidad con ASTM D 449, tipo III.  
(c) Telas impermeabilizantes. Saturadas con asfalto, de conformidad con ASTM D 173.  
(d) Mortero. De conformidad con la Subsección 712.05, excepto que deberá mezclar, uniformemente, el mortero, hasta lograr una consistencia aceptable para su aplicación, usando proporciones volumétricas de una parte de cemento Pórtland a 3 partes de agregado fino.  
(e) Rollos de materiales bituminosos para techos. De conformidad con ASTM D 224, tipo III.

**702.07 Agentes de reciclado.**

De conformidad con ASTM D 4552, o cualquier producto derivado del petróleo, aprobado por el Contratante, que sea capaz de restaurar cementos asfálticos envejecidos, para cumplir con las especificaciones requeridas.

**702.08 Mastique asfáltico.**

De conformidad con AASHTO M 243.

**702.09 Aditivos mejoradores de adherencia.**

De conformidad con los siguientes tipos:

(a) Tipo 1. Producto comercial de alta estabilidad al calentamiento, en estado líquido, que cuando es incorporado en el cemento asfáltico determina las propiedades químicas y físicas apropiadas para minimizar la separación del cemento asfáltico y el agregado en la mezcla.

(b) Tipo 2. Cemento Pórtland, de conformidad con la Subsección 701.01, o cenizas finas, de conformidad con la Subsección 725.04.

(c) Tipo 3. Cal, de conformidad con la Subsección 725.03.

**702.10 Procedimiento de evaluación para cementos asfálticos.**

Se aplicarán los requisitos de la Subsección 107.04, sujeto a lo siguiente:

(a) Contenedor para transporte. Antes de llenar el tanque o recipiente contenedor, se examinará, y removerán todos los remanentes de cargas anteriores que puedan contaminar el cemento asfáltico.

(b) Boleta de embarque. Con cada cargamento se adjuntarán dos copias de la boleta de embarque, con la siguiente información:

- (1) Remitente.
- (2) Destinatario.
- (3) Identificación de Proyecto.
- (4) Grado.
- (5) Volumen neto.
- (6) Peso neto.
- (7) Tipo y cantidad de aditivo mejorador de adherencia.
- (8) Número de identificación (camión, tanque, etc.).
- (9) Fecha.
- (10) Temperatura de carga.
- (11) Gravedad específica a 15 °C.

(c) Procedimientos de muestreo. Se obtendrán muestras de cemento asfáltico de conformidad con AASHTO T 40, en los sitios de muestreo descritos a continuación que sean pertinentes:

(1) Cemento asfáltico de aplicación directa en obra. Se tomarán muestras de cada contenedor para transporte en el momento de la descarga en distribuidores u otros sistemas de conducción, en el Proyecto.

(2) Cemento asfáltico descargado directamente en tanques de plantas. Se tomarán muestras de la línea de conducción entre el contenedor y el tanque receptor. Se tomarán muestras después de un período de circulación apropiado para obtener muestras representativas del material almacenado en el tanque.

**702.11 Mezcla asfáltica preparada en frío.**

Se mezclará piedra triturada o grava, con asfalto rebajado o emulsión asfáltica, en una planta aprobada por el Contratante. De conformidad con los requisitos de especificación para granulometría del agregado, tipo y grado del cemento asfáltico y criterios de uniformidad, que el Contratista define.

**Sección 703.) AGREGADOS**

Agregados para concreto de cemento Pórtland

**703.01 Agregado fino.**

Deberá estar conforme a la norma AASHTO M-6, clase B, incluyendo los requerimientos suplementarios acerca de la reacción de los agregados, excepto:

- (a) El módulo de finura (MF) debe estar comprendido entre 2,3 y 3,1.
- (b) El material que pasa la malla de 75  $\mu\text{m}$ , AASHTO T 11, debe ser de 3 % como máximo.
- (c) Su durabilidad (5 ciclos) debe arrojar un porcentaje de pérdida de 10 % máximo, cuando se usa  $\text{SO}_4\text{Na}_2$  y de 15 % máximo cuando se usa  $\text{SO}_4\text{Mg}$ .
- (d) El equivalente de arena, AASHTO M 176, deberá ser mínimo de 75 %. Alternar con el método N° 2, el método de referencia es para el agregado fino liviano, conforme a la norma AASHTO M 195.

Las partículas que conformen el agregado fino deberán ser limpias, duras, resistentes, sanas, estables, libres de películas superficiales, de raíces y de restos vegetales. No contendrán otras sustancias nocivas que pudiesen perjudicar al concreto o a las armaduras.

La cantidad de sales solubles aportada al concreto por el agregado fino, no deberá incrementar el contenido de sulfatos y cloruros del agua de mezcla más allá de los límites establecidos, considerando también las sales solubles del agregado grueso y los aditivos.

El agregado fino podrá estar constituido por arena natural o por una mezcla de arena natural y arena de trituración, en proporciones tales que permitan al concreto reunir las características y propiedades especificadas. El porcentaje de arena de trituración no podrá ser  $\pm 30$  % del total de agregado fino.

Las exigencias granulométricas para el agregado fino se indican a continuación:

Tabla 703-1

**Granulometría para agregado fino**

Malla N°	Mallas estándar	% Pasando (AASHTO T 11 y T 27)
	75 mm	100
	19,0 mm	50 - 90
	4,75 mm	20 - 50
	75 $\mu\text{m}$	0,0 - 2,0

Las cantidades de las siguientes sustancias deletéreas o perjudiciales, no excederán los límites que se indican a continuación (expresadas en % en peso de la muestra):

Tabla 703-2

**Cantidades de sustancias deletéreas o perjudiciales permisibles en el agregado fino**

	Clase A % en peso	Clase B % en peso
Partículas desmenuzables y terrones de arcilla	$\leq 3\%$	$\leq 3\%$
Carbón y lignito	$\leq 0,25\%$	$\leq 1\%$
Finos que pasan la malla N° 200:		
En concreto sujeto a abrasión	$\leq 2,0\%$	$\leq 4,0\%$
En otras clases de concreto	$\leq 3,0\%$	$\leq 5,0\%$
Otras sustancias perjudiciales	$\leq 1,0\%$	$\leq 1,0\%$

**703.02 Agregado grueso.**

Deberá cumplir con los requisitos especificados en AASHTO M-80, clase A, excepto como corrección o suplemento lo siguiente:

- (a) Según la prueba de los Ángeles, AASHTO T 96, la abrasión debe ser de 40 % como máximo.
- (b) Capa adherente, ASTM D 5711.1, 0 % máx.
- (c) Graduaciones, AASHTO M 43. Todos los tamaños excepto los números 8, 9 ó 10.

Para la cubierta de puentes o capas superficiales, no deben usarse agregados que con caras pulidas o agregados que contengan carbonato soluble. El residuo insoluble debe ser menor del 25 %, de acuerdo a ASTM D 3042.

Para agregados gruesos livianos, deberá estar conforme a AASHTO M 195.

Las partículas que lo constituyen serán duras, limpias, resistentes, estables, libres de películas superficiales, de raíces y de restos vegetales y no contendrán cantidades excesivas de partículas que tengan forma de laja o de aguja. La cantidad de sales solubles aportada por el agregado grueso al concreto, no debe sobrepasar los límites establecidos, considerando también las sales solubles del agregado fino y aditivos, pero no el agua de mezcla.

El agregado grueso podrá estar constituido por grava (canto rodado), grava partida, roca triturada, o por mezcla de dichos materiales en proporciones tales que satisfagan las exigencias especificadas.

Las exigencias granulométricas para el agregado grueso se indican en la Tabla 1 de la especificación AASHTO M 43. En el caso de tamaños nominales que excedan de 38 mm (1 1/2"), el agregado grueso estará constituido por una mezcla de dos fracciones y sólo se permitirá una fracción cuando el tamaño máximo nominal no supere 38 mm. Como criterio general, se debe tener una curva granulométrica que, con la mayor cantidad de partículas gruesas, registre un mínimo contenido de vacíos.

Su durabilidad debe arrojar un porcentaje de pérdida máxima de 12 %, cuando se usa SO<sub>4</sub>Na<sub>2</sub> y de 18 %, si se usa SO<sub>4</sub>Mg (en ambos casos 5 ciclos).

Las cantidades de las siguientes sustancias deletéreas o perjudiciales no excederán los límites (expresados en % en peso de la muestra), que se indican a continuación en la Tabla 703-3.

*Tabla 703-3*

**Cantidades de sustancias deletéreas o perjudiciales permisibles en el agregado grueso**

<b>Clase</b>	<b>Partículas desmenuzables y terrones de arcilla</b>	<b>Carbón y Lignito</b>	<b>Finos que pasan la malla N° 200</b>	<b>Desgaste Los Ángeles</b>
A	2%	0,5%	1%	50%
B	3%	0,5%	1%	50%
C	5,0%	0,5%	1%	50%
D	5,0%	0,5%	1%	50%
E	10%	1%	1%	50%

Las clases A,B,C,D y E corresponden a los siguientes usos típicos:

Usos	Exposición a la intemperie	Clase
Concreto arquitectónico, puentes, otros usos en que irregularidades debidas al deterioro son objetables	Severas	A
	Moderadas	B
	Despreciables	C
Pavimento de concreto, capas de base, veredas, etc, en que irregularidades moderadas pueden tolerarse	Severas	B
	Moderadas	C
	Despreciables	D
Concreto recubierto no expuesto a la intemperie		E

Tabla 703-4

**Especificaciones AASHTO y ASTM para agregados finos y gruesos**

	Nº	Referencia
<b>AASHTO</b>	M 6	Especificaciones para agregados finos para usar en concreto de cemento Pórtland
	M 80	Especificaciones para agregados finos para usar en concreto de cemento Pórtland
	T 2	Muestreo de materiales
	T 11	Porcentaje pasando la malla 200
	T 21	Impurezas orgánicas en el agregado fino
	T 27	Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos
	T 71	Efecto de las impurezas orgánicas de los agregados finos en la resistencia del mortero
	T 103	Durabilidad de los agregados frente al congelamiento y deshielo
	T 104	Durabilidad de los agregados ante la acción de $SO_4Na_2$ o $SO_4Mg$
	T 112	Partículas desmenuzables y terrones de arcilla en el agregado
<b>AASHTO</b>	T 113	Partículas livianas en el agregado
	T 161	Resistencia del concreto a congelamiento y deshielo rápidos
	T 19	Peso unitario y vacíos de los agregados
<b>ASTM</b>	T 96	Resistencia a la abrasión (Desgaste Máquina de Los Ángeles)
	C 227	Potencial reacción alcalina de la combinación cemento-agregado
	C 33	Especificaciones para agregados finos a usar en concreto de cemento Pórtland

**703.03 Agregado para relleno granular.**

Se usarán para las siguientes instalaciones:

(a) Tubería para subdrenajes con geotextiles. El relleno granular debe usarse conforme a las especificaciones AASHTO M 80, clase E y AASHTO M 43, No. 3, 4, 5, 7, 57 ó 67.

(b) Tuberías para subdrenajes sin geotextiles. El relleno granular debe usarse conforme a las

especificaciones AASHTO M 6, excepto que la prueba de disgregabilidad (sanidad) no sea requerida.

**703.04 Agregado para relleno permeable.**

Debe usarse la arena conforme a la Subsección 703.15, o agregado grueso que consista en partículas de grava, duras, durables, escorias, o piedra quebrada, conforme a la Tabla 703-5.

Tabla 703-5

**Granulometría para rellenos permeables**

Malla	Porcentaje pasando/peso Mallas estándar AASHTO T 11 y T 27
75 mm	100
19 mm	50 - 90
4,75 mm	20 - 50
75 µm	0 - 2

**703.05 Agregado para capas de sub-base y base.**

(a) General. Suministrar partículas duras y durables o fragmentos de piedra triturada, escoria o grava triturada y no contendrán partículas elongadas, raíces y restos vegetales; debe cumplir con los siguientes requisitos:

- (1) Abrasión de los Ángeles, AASHTO T 96 (50 % máx.)
- (2) Índice de durabilidad (agregado grueso), AASHTO T 210 (35 mín)
- (3) Índice de durabilidad (agregado fino), AASHTO T 210 (35 mín)
- (4) Caras fracturadas, ASTM D 5821 (50 % mín)
- (5) Libre de materia orgánica, grumos o arcillas
- (6) Índice plástico no mayor de 4.

No se usará material en que exista la alternativa de ciclos de humedecimiento y secado.

La granulometría de los agregados se obtendrá quebrando, tamizado y mezclando si es necesario. El agregado fino, material que pasa la malla 4,75 mm, consiste en arena natural o quebrada, y partículas minerales finas.

(b) Agregado para sub-base o base. En adición al punto (a), y a lo indicado en la sección 301.03, se debe cumplir con los requerimientos siguientes:

- (1) Granulometría (Tabla 703-6).
- (2) Límite líquido, ASSHTO T 89 (25 máx.)

(c) Agregado para capas superficiales. En adición al punto "a"; deben cumplir con los requerimientos siguientes:

- (1) Granulometría e índice de plasticidad, AASHTO T 90 Tabla 703-7
- (2) Límite líquido, AASHTO T 89 ( 35 máx.)

No se usarán materiales que contengan fibras de asbesto.

## Granulometría para sub-base y base

Abertura de la malla	Porcentaje por peso pasando la malla cuadrada				
	AASHTO T 27 y AASHTO T 11				
	Requerimientos de Granulometría				
	A (Sub-base)	B (Sub-base)	C (Base)	D (Base)	E (Base)
63 mm	100 <sup>(1)</sup>				
50 mm	97 - 100	100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>		
37,5 mm		97 - 100 <sup>(1)</sup>			
25 mm	65 - 79 (6)		80 - 100 (6)	100 <sup>(1)</sup>	
19 mm			64 - 94 (6)	86 - 100 (6)	100 <sup>(1)</sup>
12,5 mm	45 - 59 (7)				
9,5 mm				51 - 82 (6)	62 - 90 (6)
4,75 mm	28 - 42 (6)	40 - 60 (8)	40 - 69 (6)	36 - 64 (6)	46 - 74 (7)
425 µm	9 - 17 (4)		31 - 54 (4)	12 - 26 (4)	12 - 26 (4)
75 µm	4 - 8 (3)	4 - 12 (4)	4 - 7 (3)	4 - 7 (3)	4 - 7 (3)

(1) Los procedimientos estadísticos no aplican

( ) La tolerancia permisible (±) se indica entre paréntesis

Rangos de valores para capas superficiales  
Granulometría y plasticidad

Malla	Porcentaje pasando / peso	% Desviación Permisible
25 mm	100 <sup>(1)</sup>	---
19 mm	97 - 100 <sup>(1)</sup>	---
4,75 mm	41 - 71	± 7
425 µm	12 - 28	± 5
75 µm	9 - 16	± 4
Índice plasticidad	8	± 4

(1) El procedimiento estadístico no se aplica.

**703.06 Agregado triturado.**

Las partículas que lo constituyen serán duras, durables, resistentes, estables, provenientes de fragmentos de piedra triturada o grava triturada con la calidad requerida. Los agregados tendrán un tamaño máximo de 25 milímetros, determinado por AASHTO T 27 y T 11. Deben obtenerse de piedra triturada, uniformemente graduada de grueso a fino, libre de materia orgánica, grumos, arcillas y materias deletéreas.



**703.07 Agregado para concreto asfáltico en caliente.**

(a) Agregados gruesos. (Retenidos en la malla de 4,75 milímetros). Este material debe consistir en piedra o grava de buena calidad triturada y mezclada de manera que el producto obtenido corresponda a uno de los tipos de granulometría aquí estipulados y llene además los requisitos siguientes:

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| (1) Abrasión de los Ángeles, AASHTO T 96                      | 40 % máx.                |
| (2) Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio (5 ciclos), | AASHTO T 104 (12 % máx.) |
| (3) Caras fracturadas, ASTM D 5821                            | 75 % mín.                |
| (4) Índice durabilidad (agregado grueso),                     | AASHTO T 210 35 mín.     |

No deben usarse agregados con caras pulidas o agregados que contengan carbonato soluble. El residuo insoluble debe ser mayor o igual al 25 %, de acuerdo a ASTM D 3042.

(b) Agregado fino. (Pasando la malla 4,75 milímetros). Este material está formado por arenas naturales, arena de piedra quebrada cernida, o su combinación y deberá tener una granulometría que, al combinarse con otras fracciones en la proporción adecuada, la mezcla resultante pueda satisfacer la granulometría requerida AASHTO M 29 incluyendo la pérdida en sulfato, y que llene además los requisitos siguientes:

- |  |         |
|--|---------|
| (1) Índice de durabilidad (fino), AASHTO T 210 | 35 mín. |
| (2) Equivalente arena, AASHTO T 176            | 45 mín. |

*Tabla 703-8*  
**Rangos requeridos**

Malla mm	Porcentaje por peso que pasa la malla estándar (AASHTO T 27 y AASHTO T 11)					
	Designación de la Granulometría					
	A	B	C	D	E	F
37,5	100 <sup>(1)</sup>	---	---	---	---	---
25	97 - 100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>	---	---	---
19	---	97 - 100 <sup>(1)</sup>	97 - 100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>	---
12,5	---	76 - 88 (±5)	* (±5)	97 - 100 <sup>(1)</sup>	97 - 100 <sup>(1)</sup>	---
9,5	53 - 70 (±6)	---	* (±6)	---	* (±5)	100 <sup>(1)</sup>
4,75	40 - 52 (±6)	49 - 59 (±7)	* (±7)	57 - 69 (±6)	* (±6)	33 - 47 (±6)
2,36	25 - 39 (±4)	36 - 45 (±6)	* (±5)	41 - 49 (±6)	* (±6)	7 - 13 (±4)
600 µm	12 - 22 (±4)	20 - 28 (±4)	* (±4)	22 - 30 (±4)	* (±4)	---
300 µm	8 - 16 (±3)	13 - 21 (±3)	* (±3)	13 - 21 (±3)	* (±3)	---
75 µm	3 - 8 (±2)	3 - 8 (±2)	3 - 8 * (±2)	3 - 8 * (±2)	3 - 8 * (±2)	2 - 4 * (±2)

Granulometría de agregados para concreto asfáltico en caliente

Notas: (1) El procedimiento estadístico no aplica.

\* El Contratante especifica el valor del rango y límites

( ) Desviación permisible

(c) Granulometría de agregados mezclados. Consiste en la combinación de diferentes tamaños de agregado, que debe llenar los requisitos siguientes:

- |   |                       |
|---|-----------------------|
| (1) Granulometría   | Tabla 703-8           |
| (2) Grumos de arcilla y partículas friables,  | AASHTO T 112 1 % máx. |
| (3) Libre de materiales vegetales, basura, terrones de arcilla y sustancia deletéreas |                       |

(d) Agregados livianos (escorias). Escoria triturada que debe cumplir con los parámetros de calidad requeridos en AASHTO M 195. No se usará ningún otro tipo de agregado liviano como se define en AASHTO M 195.

**703.08 Agregado de granulometría abierta para capas friccionantes.**

Deben cumplir con lo especificado en la Subsección 703.07 granulometría F, y los siguientes requerimientos:

- (a) Dos o más caras fracturadas, ASTM D 5821 75 % mín.
- (b) Una o más caras fracturadas, ASTM D 5821 90 % mín.
- (c) Índice de fractura, ASTM D 4791 30 máx.

**703.09 Agregado para pavimentos con emulsión asfáltica.**

(a) Agregado grueso. Este material consiste en piedra o grava de buena calidad, triturados y mezclados de manera que el producto obtenido cumpla con los requisitos siguientes:

- (1) Abrasión de los Ángeles, AASHTO T 96 40 % máx.
- (2) Caras fracturadas, ASTM D 5821 Ver tabla 418-3
- (3) Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210 35 mín.

No deben usarse agregados con caras pulidas o que contengan carbonato soluble. El residuo insoluble debe ser menor del 25 % por peso, de acuerdo a ASTM D 3042.

(b) Agregado fino. Este material está formado por arenas naturales, arena de piedra quebrada cernida o su combinación, de acuerdo con la especificación AASHTO M 29, incluyendo la pérdida en sulfato. Debe llenar además, los requisitos siguientes:

- (1) Índice de durabilidad (fino), AASHTO T 210 35 mín.
- (2) Equivalente de arena, AASHTO T 176 35 mín.

(c) Granulometría de agregados de la mezcla. Consiste en la combinación de diferentes tamaños de agregados que deben llenar los requisitos siguientes:

- (1) Mezcla de granulometría densa Tabla 703-9
- (2) Mezcla de granulometría abierta Tabla 703-10
- (3) Grumos de arcilla y partículas friables, AASHTO T 112 1 % máx.
- (4) Libre de materiales vegetales, basura, terrones de arcilla o sustancias deletéreas.

Tabla 703-9

**Rangos requeridos  
Granulometría densa para pavimentos con emulsión asfáltica**

Malla	Porcentaje por peso que pasa la malla estándar (AASHTO T 27 y AASHTO T 11)				
	Designación de la Granulometría				
	A	B	C	D	E
50 mm	100 <sup>(1)</sup>				
37,5 mm	95 - 100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>			
25 mm	---	95 - 100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>		
19 mm	60 - 80 (7)	---	95 - 100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>	
12,5 mm	---	60 - 80 (7)	---	95 - 100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>
9,5 mm	---	---	60 - 80 (7)	---	95 - 100
4,75 mm	20 - 55 (7)	25 - 60 (7)	35 - 65 (7)	45 - 70 (7)	60 - 80 (7)
2,36 mm	10 - 40 (6)	15 - 45 (6)	20 - 50 (6)	25 - 55 (6)	35 - 65 (6)
300 μm	2 - 16 (4)	3 - 18 (4)	3 - 20 (4)	5 - 20 (4)	6 - 25 (4)
75 μm	0 - 5 (3)	1 - 7 (3)	2 - 8 (3)	2 - 9 (3)	2 - 10 (3)

(1) El procedimiento estadístico no aplican.

( ) La tolerancia permisible (±) se indica entre paréntesis

Tabla 703-10

**Rangos requeridos  
Granulometría abierta para pavimentos con emulsión asfáltica**

Malla	Porcentaje por peso que pasa la malla estándar (AASHTO T 27 y AASHTO T 11)			
	Designación de la Granulometría			
	A	B	C	E
37,5 mm	100			
25 mm	95 - 100	100		
19 mm	---	95 - 100	100	
12,5 mm	25 - 65 (7)	---	95 - 100	
9,5 mm	---	20 - 55 (7)	35 - 40 (7)	85 - 100 (7)
4,75 mm	0 - 10 (5)	0 - 10 (5)	---	---
2,36 mm	0 - 5 (3)	0 - 5 (3)	3 - 7 (3)	---
1,18 mm	---	---	---	0 - 5 (3)
75 μm	0 - 2 (1)	0 - 2 (1)	0 - 1 (1)	0 - 2 (1)

( ) Desviación permisible (±)

**703.10 Agregado para tratamiento superficial bituminoso.**

Las partículas que lo constituyen serán duras, durables, resistentes, estables, provenientes de fragmentos de piedra o grava triturada.

En el proyecto se usará sólo un tipo de agregado. El tamaño, granulometría y combinación de las fracciones de agregados mezclados, deben cumplir con las siguientes especificaciones:

(a)Granulometría	Tabla 703-11
(b)Abrasión de los Ángeles, (AASHTO T 96)	40 % máx.
(c)Densidad, AASHTO T 19 M	1100 kg/m <sup>3</sup> mín.
(d)Revestimiento y desnudamiento en mezcla Bitumen- Agregado, AASHTO T 182	95 % mín.
(e)Revestimiento adherido al agregado FLH T 512	0,5 % máx.
(f)Caras fracturadas, ASTM D 5821	Ver tabla 418-3
(g)Partículas planas y elongadas, en una de proporción 1:3 y el peso calculado por masa como un promedio ponderado de la malla 9,5 mm, ASTM D 4791	10 % máx.
(h)Índice de fractura, FLH T 508	30 % máx.
(i)Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210	35 mín.
(j)Índice de durabilidad (fino), AASHTO T 210	35 mín.
(k)Arcilla y partículas friables, AASHTO T 112	1 % máx.
(l)Agregados livianos, AASHTO M 195	

No se deben usar agregados livianos, de acuerdo a AASHTO M 195.

Tabla 703-11

**Rangos requeridos para la granulometría de los agregados en tratamientos superficiales de simple y múltiple capa**

Malla	Porcentaje por peso que pasa la malla estándar (AASHTO T 27 y AASHTO T 11)					
	Designación de la Granulometría					
	A	B	C	D	E	F
37,5 mm	100 <sup>(1)</sup>					
25 mm	90 - 100 (3)	100 <sup>(1)</sup>				
19 mm	0 - 35 (5)	90 - 100 (3)	100 <sup>(1)</sup>			
12,5 mm	0 - 8 (3)	0 - 35 (5)	90 - 100 (3)	100 <sup>(1)</sup>		
9.5 mm	---	0 - 12 (3)	0 - 35 (5)	85 - 100 (3)	100 <sup>(1)</sup>	100 <sup>(1)</sup>
4,75 mm	---	---	0 - 12 (3)	0 - 35 (5)	85 - 100 (3)	85 - 100
2,36 mm				0 - 8 (3)	0 - 23 (4)	---
75 µm	0 - 1 (1)	0 - 1 (1)	0 - 1 (1)	0 - 1 (1)	0 - 1 (1)	0 - 10

(1) El procedimiento estadístico no aplican.

( ) La tolerancia permisible (±) se indica entre paréntesis

**703.11 Agregado para lechadas superficiales (slurry seal) y micro-superficies.**

Se suministrarán arenas naturales o fabricadas, cenizas, finos del proceso de trituración, u otros agregados minerales que cumplan con la especificación AASHTO M 29 y como sigue:

(a) Agregado para lechada superficial (slurry seal)

- (1) Granulometría Tabla 703-12
- (2) Abrasión Los Angeles, AASHTO T 96 35 % máx.
- (3) Equivalente de arena, AASHTO T 176 45 mín.
- (4) Textura superficial con absorción menor de < 1,25 % por peso del total del agregado total 50 % máx.

Tabla 703-12

**Granulometría de agregados para lechadas superficiales y promedios aplicables**

Abertura de malla	Porcentaje por peso pasando la malla cuadrada		
	AASHTO T-27 y AASHTO T-11		
	Tipo de lechada superficial		
	I	II	III
Requerimientos de Granulometría			
9,5 mm	-	100	100
4,75 mm	100	90 - 100	70 - 90
2,36 mm	90 - 100	65 - 90	45 - 70
1,18 mm	65 - 90	45 - 70	28 - 50
600 µm	40 - 65	30 - 50	19 - 34
300 µm	25 - 45	18 - 30	12 - 25
150 µm	15 - 30	10 - 21	7 - 18
75 µm	10 - 20	5 - 15	5 - 15
Promedio aplicable <sup>(2)</sup> Kg/cm <sup>2</sup>	3,3 - 5,5	5,5 - 8,2	8,2 o más

(2) Basada en el peso del agregado seco

(b) Agregado para micro-superficies.

- (1) Granulometría tipo II o III Tabla 703-12
- (2) Abrasión de Los Angeles, AASHTO T 96 30 % máx.
- (3) Equivalente de arena, AASHTO T 176 65 mín.
- (4) Resistencia al Sulfato de Sodio, AASHTO T 104 15 máx.  
Usando Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>
- Resistencia usando Sulfato de Magnesio MgSO<sub>4</sub> 25 máx.

**703.12 Agregado para recubrimiento (traba).**

Las partículas deben ser duras, durables, o fragmentos de la trituración de grava o piedra, que cumplan con las especificaciones siguientes:

- (a) Granulometría Tabla 703-13
- (b) Equivalente de arena, AASHTO T 176 75 mín.
- (c) Libre de materia orgánica y grumos de arcilla

**Granulometría para el agregado de recubrimiento**

<b>Abertura de malla</b>	<b>Porcentaje por peso pasando la malla AASHTO T 27 y AASHTO T 11</b>
9,5 mm	100
4,75 mm	70 - 100
75 µm	0 - 5

**703.13 Material de secado.**

Las partículas deben ser duras, durables, o fragmentadas de la trituración de grava o piedra, que cumplan con las especificaciones siguientes:

- (a) Material pasando malla 9,5 mm, AASHTO T 27 100 %
- (b) Límite líquido, AASHTO T 89 25 máx.
- (c) Libre de materia orgánica o grumos de arcilla

**703.14 Agregado para recubrimiento suelo vegetal-agregado.**

Debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- (a) Granulometría AASHTO M 43, tamaño No. 57
- (b) Calidad AASHTO M 80, clase E

**703.15 Arena.**

Conformada por material limpio que cumpla con las siguientes especificaciones:

- (a) Granulometría AASHTO M 6
- (b) Sustancias deletéreas AASHTO M 6, clase B

**703.16 Agregado para rellenos con concreto pobre.**

Los agregados deben ser duros, limpios, durables, no plásticos, no orgánicos y no reactivos.

**703.17 Agregados con requerimientos SUPERPAVE para pavimentos bituminosos.**

Los agregados deben ser duros, durables, partículas provenientes de piedra o grava quebradas que cumplan con las siguientes especificaciones:

- (a) Abrasión de los Ángeles, AASHTO T 96 35 % máx.
- (b) Pérdida por disgregabilidad (sanidad) 12 % máx.  
en sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T 104
- (c) Índice de durabilidad (grueso y fino) 35 mín.
- (d) Caras fracturadas, ASTM D 5821 Tabla 703-14
- (e) Angularidad del agregado fino, AASHTO T 304 Tabla 703-15
- (f) Partículas con caras planas y alargadas, Tabla 703-15  
proporción de 3:1, ASTM D 4791
- (g) Equivalente de arena, AASHTO T 176 Tabla 703-15

(h) Granulometría. Ver Tabla 703-16. Tamaño, grado y las proporciones de mezcla de las fracciones de los agregados, debe quedar dentro de los puntos de control para el tamaño nominal de los agregados de acuerdo a las pruebas que establece AASHTO T 27 y T 11.

El tamaño máximo nominal corresponde a la malla superior a la primera malla que retiene más de un 10% de la combinación de los agregados que produce su mezcla.

No deben usarse agregados con caras pulidas o que contengan carbonatos solubles. El residuo insoluble debe ser menor del 25 % por peso de muestra total, de acuerdo a ASTM D 3042.

Tabla 703-14

**Requerimiento de caras fracturadas en el agregado**

Tránsito, en 10 <sup>6</sup> ESALs	Caras fracturadas (1 cara % mín. / 2 caras % mín)	
	Profundidad desde la superficie	
	≤ 100 mm	> 100 mm
< 0,3	55/-	- / -
0,3 a < 1	65/-	- / -
1 a < 3	75/-	50/-
3 a < 10	85 / 80	60/-
10 a < 30	95 / 90	80 / 75
30 a < 100	100 / 100	95 / 90
> 100	100 / 100	100 / 100

Nota: "85/80" significa que como mínimo el 85 % del agregado grueso tiene una sola cara fracturada y 80% tiene dos caras fracturadas.

Tabla 703-15

**Requerimientos de Superpave para los agregados**

Tránsito, en 10 <sup>6</sup> ESALs	Contenido de vacíos en el agregado fino sin compactar (% mínimo)		Equivalente de arena, (% mínimo)	Caras planas y alargadas (% máx.) Proporción 3:1
	Profundidad desde la superficie			
	≤ 100 mm	> 100 mm		
< 3	40	40	40	10
3 a < 10	45	40	45	
10 a < 30	45	40	45	
≥ 30	45	45	50	

Requerimientos de Superpave para la granulometría de los agregados

Malla	Tamaño máximo nominal de los agregados - Porcentaje pasando							
	Designación de la granulometría							
	25,0 mm		19,0 mm		12,5 mm		9,5 mm	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
37,5 mm	100							
25,0 mm	90	100	100					
19,0 mm	*	*	90	100	100			
12,5 mm	*	*	*	*	90	100	100	
9,5 mm	*	*	*	*	*	*	90	100
4,75 mm	*	*	*	*	*	*	*	*
2,36 mm	*	*	*	*	*	*	*	*
600 µm	*	*	*	*	*	*	*	*
300 µm	*	*	*	*	*	*	*	*
75 µm	3	8	3	8	3	8	3	8

\* El Contratista debe especificar los valores límite. Ver tabla 703-17 por las tolerancias permisibles.

Tabla 703-17

Desviaciones permisibles para los valores límite de las granulometrías

Rango de graduación		Desviación permisible
Mínimo	Máximo	
70,1	89,9	4
60,1	70,0	5
55,1	60,0	6
45,1	55,0	7
40,1	45,0	6
30,1	40,0	5
21,1	30,0	4
8,1	21,0	3
0	8,0	2

Tabla 703-18

Clasificación de la graduación del agregado grueso y fino

Tamaño máximo nominal de agregado	Malla control principal (PCM) para la malla de tamaño máximo nominal de la mezcla			
	25,0 mm	19,0 mm	12,5 mm	9,5 mm
PCM				
Punto de Control (% Pasando)	40	47	39	47



**703.18 Agregados para concreto lanzado.**

Para agregados finos, se deberán proporcionar partículas redondeadas conforme la Subsección 703.01. Para el agregado grueso deberá estar conforme con AASHTO M 80, clase B, excepto cuando se establezca algo distinto por lo siguiente:

- (a) Abrasión de los Ángeles, AASHTO T 96 40 máx.
- (b) Capa de adherencia, ASTM D 5711 1,0 % máx.

La combinación de agregados se encuentra en la designación de granulometría de la Tabla 703-19.

*Tabla 703 - 19*

**Límites de granulometría para combinaciones de agregado en concreto lanzado**

Malla	Porcentaje por peso pasando la malla estándar (AASHTO T 27 & T 11)		
	Designación de la granulometría		
	A	B	C
19 mm	---	---	100
12,5 mm	---	100	80 - 95
9,5 mm	100	90 - 100	70 - 90
4,75 mm	90 - 100	70 - 85	50 - 70
2,36 mm	80 - 100	50 - 70	35 - 55
1,18 mm	50 - 85	35 - 55	20 - 40
600 µm	25 - 60	20 - 35	10 - 30
300 µm	10 - 30	8 - 20	5 - 17
150 µm	2 - 10	2 - 10	2 - 10

**703.19 Pavimento asfáltico reciclado.**

El pavimento bituminoso reciclado debe procesarse de manera adecuada (por trituración y tamizado) para que se obtenga una buena graduación granulométrica y contenido de asfalto. En el proceso de reciclar el pavimento asfáltico no podrá existir en la mezcla ninguna partícula de material reciclado que exceda el tamaño máximo de agregado durante la producción. La escarificación del pavimento asfáltico podría ser considerada en el proceso cuando se tenga una graduación uniforme y un contenido de asfalto adecuado. Proveer material reciclado de pavimento bituminoso con un máximo de dos por ciento (2 %) de material deletereo.

**Sección 704.) SUELOS**

**704.01 Relleno de fundación.**

Se debe suministrar material granular libre de exceso de humedad, raíces, semillas u otros materiales deletereos de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Tamaño máximo de las partículas 50 mm
- (b) Clasificación de suelos AASHTO M 145 A-1-a
- (c) Material en ambiente húmedo, material pasando la malla de 75 µm, AASHTO T 27 y T 11 6 % máx.

#### **704.02 Material de base.**

Se debe suministrar material granular libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos conforme lo siguiente:

- (a) Tamaño máximo de partículas 12,5 mm o la mitad de la profundidad de corrugación, lo que sea menor.
- (b) Clasificación de suelos, AASHTO M 145 A-1, A-2-4, A-2-5, o A-3

#### **704.03 Material de relleno.**

Se debe suministrar material granular y tierra fina, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos.

- (a) Para estructuras y tuberías no plásticas:
  - (1) Tamaño máximo de partículas 75 mm
  - (2) Clasificación de suelos, AASHTO M 145 A-1, A-2, o A-3
- (b) Para tuberías plásticas:
  - (1) Tamaño máximo de partículas 37,5 mm
  - (2) Clasificación de suelos, AASHTO M 145 A-1, A-2-4, A-2-5 o A-3

#### **704.04 Relleno estructural.**

Se debe suministrar material granular drenante y material fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Tamaño máximo de partículas 75 mm
- (b) Material pasando malla 75  $\mu$ m, AASHTO T 27 y T 11 15 % máx.
- (c) Límite líquido AASHTO T 89 30 % máx.

#### **704.05 Material superficial.**

Se debe suministrar material granular y fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Tamaño máximo de partículas 100 mm
- (b) Clasificación de suelos AASHTO M 145 A-1 o A-2-4

#### **704.06 Préstamo sin clasificar.**

Se debe suministrar material granular y fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Tamaño máximo de partículas 600 mm
- (b) Clasificación de suelos AASHTO M 145 A-1, A-3 o A-2-4

#### **704.07 Préstamo selecto.**

Se debe suministrar material granular y fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Granulometría Tabla 704-1
- (b) Límite líquido AASHTO T 89 30 % máx.
- (c) Índice de plasticidad menor que 4

Tabla 704-1

**Granulometría de préstamo selecto**

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T 27 y AASHTO T 11
75,0 mm	100
25,0 mm	70 - 100
4,75 mm	30 - 70
75 µm	0 - 5

**704.08 Material selecto para capa superficial.**

Se debe suministrar material granular y fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Granulometría material uniforme grueso o fino Tabla 704-2
- (b) Límite líquido AASHTO T 89 30 máx.
- (c) Índice de plasticidad menor que 4

Tabla 704-2

**Granulometría de material superficial selecto**

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T 27 y AASHTO T 11
75,0 mm	100
75 µm	0 - 15

**704.09 Capa de base.**

Se debe suministrar material granular, poroso, con buen drenaje, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas y otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Granulometría, bien graduado grueso o fino Tabla 704-3
- (b) Límite líquido AASHTO T 89 30 máx.

Tabla 704-3

**Granulometría capa de base**

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T 27 y AASHTO T 11
12,5 mm	100
75 µm	0 - 10

**704.10 Relleno granular selecto.**

Se debe suministrar material sano y durable, material granular libre de materia orgánica u otros materiales deletéreos (tales como lutitas u otras partículas suaves con poca durabilidad), de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Requisitos de calidad
  - (1) Granulometría Tabla 704-4
  - (2) Angulo de fricción interna 34° mín. en la porción que pasa la malla 2 mm AASHTO T 236

Nota: Las muestras se deben compactar según AASHTO T 236 al 95 % de la densidad máxima determinada de acuerdo a AASHTO T 99, Método C o D, y corregir el material con exceso de tamaño de acuerdo a AASHTO T 99, Nota 9.

- |   |                     |
|---|---------------------|
| (3) Pérdida en sulfato de sodio ( 5 ciclos ) AASHTO T 104 | 15 % máx.           |
| (4) Pérdida por abrasión Los Ángeles AASHTO T 96          | 50 % máx.           |
| (5) Límite líquido, AASHTO T 89                           | 30 máx.             |
| (6) Índice de plasticidad, AASHTO T 90                    | 6 máx.              |
| (b) Requisitos electroquímicos                            |                     |
| (1) Resistividad, AASHTO T 288                            | 3000 Ohmios-cm mín. |
| (2) pH, AASHTO T 289                                      | 5 a 10              |
| (3) Contenido de sulfatos AASHTO T 290                    | 200 ppm máx.        |
| (4) Contenido de cloruros AASHTO T 291                    | 100 ppm máx.        |

Nota: No se requieren pruebas de contenido de sulfatos y cloruros cuando el pH esté entre 6 y 8 y la resistividad sea mayor de 5000 ohm-cm.

(c) Requisitos electroquímicos para muros de SEM (Suelo Estabilizado Mecánicamente) con refuerzos de geosintéticos. pH, 5 a 10, AASHTO T 289

Tabla 704-4

**Granulometría de relleno granular selecto**

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T 27 y AASHTO T 11
100 mm	100
425 µm	0 - 60
75 µm	0 - 15

**704.11 Relleno especial para lechadas.**

Se suministrará lechada fluida, compuesta de tres partes de cemento Pórtland y ocho partes de agregado fino por volumen. La ceniza o puzolana se puede sustituir por 2 o 3 partes de cemento Pórtland, de acuerdo a lo siguiente:

- |                                    |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| (a) Razón agua/cemento             | 1,5               |
| (b) Cemento Pórtland               | Subsección 701.01 |
| (c) Ceniza o puzolana AASHTO M 295 | Clase C           |
| (d) Agregado fino                  | Subsección 703.01 |
| (e) Agua                           | Subsección 725.01 |

**704.12 Relleno para muros de cribas.**

Se debe suministrar material según Subsección 704.10, que además, cumpla lo siguiente:

- |                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| (a) Granulometría | Tabla 704-5                 |
| (b) Peso Unitario | 1900 kg/m <sup>3</sup> mín. |

Tabla 704-5

**Granulometría de relleno para muro de cribas**

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T 27 y AASHTO T 11
75 mm	100
4,75 mm	25 - 70
300 µm	5 - 20
75 µm	0 - 5

**Sección 705.) ROCAS**

**705.01 Rocas para gaviones y colchonetas.**

Se deberá suministrar roca dura y durable que sea resistente al intemperismo y razonablemente libre de material orgánico y de desecho. Debe cumplir con los siguientes requisitos:

- |   |         |
|---|---------|
| (a) Índice de durabilidad del material grueso, AASHTO T-210 | 52 mín. |
| (b) Peso unitario de una canasta de gavión llena 1600 kg/m  | 3 mín.  |
| (c) Granulometría   |         |
| (1) Canastas de 0,3 m o mayores en la dimensión vertical    |         |
| Dimensión máxima  | 200 mm  |
| Dimensión mínima  | 100 mm  |
| (2) Canastas menores de 0,3 m en la dimensión vertical      |         |
| Dimensión máxima  | 150 mm  |
| Dimensión mínima  | 75 mm   |

**705.02 Rocas para protección de taludes.**

Se deberá suministrar roca angular dura y durable que sea resistente al intemperismo a la acción del agua, que esté libre de material orgánico y de desecho. No se deberán usar bolones, esquisto, roca con incrustaciones de esquisto o rocas que puedan ser quebradas en piezas más pequeñas durante el proceso de manipulación y ubicación. La roca deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- |   |             |
|---|-------------|
| (a) Gravedad específica aparente, AASHTO T-85               | 2,50 mín.   |
| (b) Absorción, AASHTO T-85                                  | 4,2 % mín.  |
| (c) Índice de durabilidad del material grueso, AASHTO T-210 | 52 mín.     |
| (d) Granulometría por clase especificada                    | Tabla 705-1 |

No podrán usarse bloques, lutitas o rocas con vetas suaves.

**Requerimientos para la Granulometría de rocas para protección de taludes**

<b>Tipo</b>	<b>Porcentaje de roca por peso</b>	<b>Peso kg</b>	<b>Dimensión aproximada mm (2) (3)</b>
1	20	10 a 15	150 a 200
	30	5 a 10	125 a 150
	40	0.5 a 5	50 a 125
	10 (1)	0 a 0.5	0 a 50
2	20	25 a 50	200 a 250
	30	10 a 25	150 a 200
	40	1 a 10	75 a 150
	10 (1)	0 a 1	0 a 75
3	20	100 a 150	350 a 400
	30	50 a 100	250 a 350
	40	5 a 50	125 a 250
	10 (1)	0 a 5	0 a 125
4	20	250 a 350	450 a 500
	30	100 a 250	350 a 450
	40	10 a 100	150 a 350
	10 (1)	0 a 10	0 a 150
5	20	700 a 1000	650 a 7000
	30	350 a 700	500 a 650
	40	25 a 350	200 a 500
	10 (1)	0 a 25	0 a 200
6	20	850 a 1600	700 a 850
	30	500 a 850	550 a 700
	40	50 a 500	250 a 550
	10 (1)	0 a 50	0 a 250

(1) Se suministrará la granulometría que asegure un peso estable y denso.

(2) El volumen de la roca con las dimensiones aproximadas deberá ser aproximadamente igual al peso de la roca aquí especificado.

(3) Se suministrará un tamaño de roca que tenga una relación ancho y espesor de por lo menos un tercio de su longitud.

### **705.03 Rocas para estructuras de mampostería.**

Se deberá suministrar roca sana y durable obtenida en la vecindad de la obra o que sea similar en textura y color a la roca de la vecindad y que haya sido probada satisfactoriamente antes para el uso que se le vaya a dar.

Se deberá suministrar roca dimensionada para mampostería que esté libre de acanalamientos, rajaduras, hendiduras, laminaciones, y libre de minerales que puedan causar decoloración o deterioro bajo la acción del intemperismo.

(a) Tamaños y formas. No se deberán usar rocas con depresiones o protuberancias que puedan debilitarlas o impedir que puedan ser adecuadamente asentadas en su base.

Cuando los planos no señalen dimensiones se suministrará la roca de los tamaños y áreas de cara necesarias para producir las características generales y apariencia indicadas en los planos.

(a) A menos que estuviera especificado de otra manera en los planos, se deberán suministrar fragmentos de roca con las siguientes dimensiones:

- |   |   |
|---|---|
| 1. Espesor mínimo                         | 125 milímetros                                    |
| 2. Ancho mínimo                           | 300 mm o 1½ veces el espesor, el que sea el mayor |
| 3. Longitud mínima                        | 1½ veces el ancho                                 |
| 4. Rocas con volumen > 0,3 m <sup>3</sup> | 50 % mín.   |

5. Cuando sean requeridos cabeceros (roca atravesada "a tizón"), serán suministrados con longitudes no menores que el ancho del lecho de apoyo de la pieza "a sogá" más ancha adyacente más 300 mm.

(b) Acabado de las caras. Se deberán remover todas las porciones delgadas o débiles. Se dará el acabado al lecho, caras y líneas de juntas de la roca, para una máxima variación con respecto a la línea neta, y que se ajuste a lo siguiente:

- |   |       |
|---|-------|
| 1. Mampostería de piedra bruta con cemento        | 40 mm |
| 2. Mampostería Clase B                            | 20 mm |
| 3. Mampostería Clase A                            | 5 mm  |
| 4. Mampostería dimensionada razonablemente exacta |       |

(c) Superficie del lecho. Se dará acabado a las superficies de la roca de cara normales a la superficie del lecho, hasta una profundidad de 75 milímetros. Más allá de ese punto, la desviación con respecto a la normal no deberá exceder de 25 mm en 300 mm para la mampostería dimensionada o 50 mm en 300 mm para todas las otras clases.

(d) Superficies de juntas. Para mampostería dimensionada, se dará acabado a las superficies de las juntas de la roca de cara normales a la superficie del lecho. Para todas las otras clases de mampostería se acabarán las superficies de las juntas de la roca de cara hasta formar un ángulo con la superficie del lecho no menor de 45 grados.

Se acabarán las superficies de las juntas de la roca de cara normales a la cara hasta una profundidad de 50 milímetros. Más allá de ese punto, la desviación desde la normal no deberá exceder 25 milímetros en 300 mm.

No se deberán redondear las esquinas en contacto con el lecho y las juntas de forma que excedan los siguientes radios:

- |  |               |
|--|---------------|
| 1. Mampostería de piedra bruta con cemento | 40 mm         |
| 2. Mampostería Clase B                     | 20 mm         |
| 3. Mampostería Clase A                     | No redondeada |
| 4. Mampostería dimensionada                | No redondeada |

(e) Superficies de juntas de roca en cuerpos de arco. El acabado de las superficies de las juntas de las rocas radiales al arco o normal a la cara frontal hasta una profundidad de 75 m. Más allá de ese punto, la desviación con respecto a la radial o la normal no deberá exceder de 20 m en 300 mm.

Se deberán acabar las superficies traseras adyacentes al concreto del cañón del arco paralelo a la cara frontal y normal al intradós hasta una profundidad de 150 mm. Cuando se coloca el concreto después de que se ha construido la mampostería, se deberá variar las piedras adyacentes del anillo por lo menos 150 mm de profundidad.

(f) Acabado para las caras expuestas. Se deberán eliminar todas las marcas dejadas por las perforadoras u otras operaciones sobre las caras de la roca expuesta. Escuadrar las rocas de cara a la línea, a lo largo de todo el

lecho y las juntas. El acabado de las caras expuestas se realizará según lo especificado en el Contrato. Los símbolos siguientes se utilizan para representar en los planos el tipo de superficie o de acabado especificado:

-Punteado fino (P.F). Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 10 m de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 3 m o a menos de la línea de escuadría.

-Punteado medio (P.M). Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 15 milímetros de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 5 milímetros o menos de la línea de escuadría.

-Punteado grueso (P.G). Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 30 m de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 10 m a menos de la línea de escuadría.

-Sisada o cara partida (S.). Se debe proporcionar un aspecto liso, libre de marcas por uso de herramientas, sin depresiones bajo la línea de escuadría, y sin ninguna proyección o protuberancia de roca que exceda 20 milímetros más allá de la línea de escuadría.

-Cara rocosa (C.R.). Se debe proporcionar una superficie con protuberancias irregulares sin marcas de herramienta, ni superficies cóncavas por debajo de la línea de escuadría, ni protuberancias más allá de la línea de escuadría especificada. Por ejemplo, la especificación " 40 C.R. " significa que no se permitirá ninguna protuberancia de 40 milímetros más allá de la línea de escuadría. Cuando se especifique "cara rocosa variable", se distribuirán uniformemente piedras de la misma altura de protuberancias.

#### 705.04 Rocas para pedraplenes especiales.

(a) Pedraplén colocado mecánicamente. Para este tipo de pedraplén se deberá suministrar roca dura y durable que tenga forma angular, resistente al intemperismo y una granulometría bien balanceada de acuerdo a lo establecido en la Tabla 705-2:

Tabla 705-2

#### Granulometría para roca colocada mecánicamente

Porcentaje de roca Fragmentos por peso	Peso (kg)	Dimensión cúbica equivalente (mm)
50	> 900	> 700
50	40 a 900	250 a 700

(b) Pedraplén colocado manualmente. Se deberá suministrar roca dura, durable, de forma angular, resistente al desgaste por intemperismo, y una granulometría bien balanceada de acuerdo a lo establecido en la Tabla 705-3:

Tabla 705-3

#### Granulometría para roca colocada manualmente

Porcentaje de roca Fragmentos por peso	Peso (kg)	Dimensión cúbica equivalente (mm)
75	> 75	> 300
25	40 a 75	250 a 300



**705.05 Rocas para contrafuertes.**

(a) General. Se deberá suministrar roca dura, durable, de forma angular, libre de material orgánico o de desecho, resistente al desgaste por intemperismo y a la acción del agua. Se suministrará además roca con un espesor al menos un tercio de su longitud y que cumpla con lo siguiente:

-Gravedad específica aparente, AASHTO T 85	2,50 mín.
-Absorción, AASHTO T 85	4,2 % máx.
-Índice de durabilidad (agregado grueso), AASHTO T 210	52 mín.

(b) Roca para contrafuertes colocados mecánicamente. Además de los requisitos indicados en el punto

(a) se suministrará roca que cumpla con la granulometría presentada en la Tabla 705-2.

(c) Roca para contrafuertes colocados manualmente. Además de los requisitos indicados en el punto (a) anteriormente citado, se suministrará roca que cumpla con la granulometría presentada en la Tabla 705-3.

**705.06 Roca para bordillos en piedra.**

(a) Bordillos en piedra, tipo I. Deberá cumplir con el tamaño y forma especificados conforme a lo siguiente:

Se deberá suministrar piedra caliza, arenisca, o granito proveniente de una fuente aprobada. Se usará un solo tipo de roca en todo el Proyecto. No se deberá usar piedra con marcas visibles de perforación en las caras expuestas.

La superficie de la corona de todo bordillo vertical de piedra deberá ser cortada con sierra o cincelada dejando un plano sin depresiones o protuberancias en la superficie de más de 6 milímetros. Se deberá escuadrar las aristas frontal y trasera para que queden rectas y exactamente alineadas. Se deberán limitar las depresiones o protuberancias en la superficie trasera en tal forma que el desplome o inclinación no exceda 25 milímetros horizontales en 75 milímetros verticales.

Se deberá cortar con sierra o dar textura lisa de pedrera a la cara expuesta frontal del bordillo vertical de piedra y conformar un plano aproximadamente verdadero. Se limitarán las depresiones o protuberancias en la distancia restante de la cara a 25 milímetros o menos del plano de la cara expuesta.

Se deberán cuadrar los extremos de los bordillos verticales de piedra con la parte superior trasera y frontal y dar acabados, de manera que cuando sean colocadas las secciones extremo con extremo no queden espacios de más de 13 mm en la junta, en todo el ancho de superficie de la corona y en toda la cara frontal expuesta. El resto del extremo puede tener un quiebre hacia atrás de 100 mm del plano de la junta. Las juntas de bordillos de piedra circulares o curvados deberán ser cortadas radialmente.

La longitud mínima de cualquier segmento de bordillo vertical de piedra será de 1,20 metros, sin embargo, la longitud podrá variar cuando sean requeridas secciones de bordillo rebajadas o modificadas en entradas de garajes, intersecciones, cierres, etc.

(b) Bordillos de piedra, tipo II. Estos son bordillos de piedra con cara inclinada, los cuales deberán cumplir los requisitos exigidos para los de tipo I, excepto en lo siguiente:

La máxima protuberancia o depresión permisible en la superficie de una corona horizontal será limitada a 13 milímetros. En las otras caras expuestas, la máxima protuberancia o depresión permisible estará limitada a 25 milímetros.

Para superficies no expuestas la máxima protuberancia o depresión permisible con respecto a un plano verdadero en una longitud de 0,50 m, será de 75 mm.

El máximo espacio permisible, visible en caras expuestas entre segmentos adyacentes de bordillo inclinado de piedra, será de 19 milímetros. La máxima longitud de cualquier segmento de bordillo inclinado de piedra, será de 0,50 m.

## **Sección 706.) TUBERÍAS DE CONCRETO Y DE PLÁSTICO**

### **706.01 Tuberías de concreto sin refuerzo.**

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 86M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

### **706.02 Tuberías de concreto reforzado.**

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 170M para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos. Para tubería premoldeada de concreto reforzado, las secciones finales se rigen por las especificaciones citadas, según corresponda.

### **706.03 Tuberías perforadas de concreto.**

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos de las especificaciones AASHTO M 175M tipos 1 y 2 y AASHTO M 86M, para diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

### **706.04 Tuberías de arco de concreto reforzado.**

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 206M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos, debiendo cumplir con lo establecido en el Decreto Ejecutivo N° 18006-MEC o su versión actualizada.

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 206M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

### **706.05 Tuberías de arco elíptico de concreto reforzado.**

Satisfacer los requisitos conforme a lo especificado en AASHTO M 207M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

### **706.06 Tuberías de concreto reforzado para cargas tipo D.**

Satisfacer los requisitos conforme a lo requerido en AASHTO M 242M, para los diámetros especificados.

### **706.07 Secciones prefabricadas de concreto reforzado para alcantarillas de caja.**

Deben prefabricarse conforme a lo requerido en AASHTO M 259 o AASHTO M 273M, según corresponda, para dimensiones, cargas y condiciones especificadas.

### **706.08 Tubería plástica.**

Esta tubería deberá satisfacer los requisitos para tubería plástica perforada y no perforada, según los tipos y tamaños especificados a continuación.

Las uniones de ajuste deben cumplir con ASTM D 3212.

(a) Pared lisa de polietileno. Tubería fabricada con diámetros de 300 a 1050 milímetros que satisfaga las normas ASTM F 714 y calibres mínimos especificados, ASTM D 3350 y 335434 C.

(b) Pared corrugada de polietileno. Tubería fabricada en diámetros de 300 a 1200 mm según AASHTO M 294. Para aplicaciones sanitarias, se fabricarán los tubos de acuerdo a AASHTO M 294, tipo S, con uniones de ajuste impermeable.

(c) Pared perfilada (ribbed) de polietileno. Tubería fabricada con diámetros de 450 a 1200 mm de diámetro, que satisfaga ASTM F 894, con calibre mínimo especificado, según ASTM D 3350, 334433C ó 335434C.

(d) Corrugada de polietileno para drenajes. Tubería fabricada con diámetros de 75 a 250 milímetros, que satisfaga AASHTO M 252.

(e) Pared lisa de cloruro de polivinil. Tubería fabricada con diámetros de 100 a 375 milímetros, que satisfaga AASHTO M 278, y el calibre mínimo especificado, ASTM D 1784, 12454 ó 12364. Para aplicaciones en desechos sanitarios, deberá cumplir con ASTM D 3034.

(f) Pared perfilada (ribbed) de cloruro de polivinil. Tubería fabricada con diámetros de 100 a 1200 mm, que deberá satisfacer ASTM M 304 y el calibre mínimo especificado, ASTM D 1784, 1254C ó 12364C. Para aplicaciones en desechos sanitarios, será conforme a ASTM F 794 ó F 949.

(g) Tuberías de Acrilonitril-butadino-estireno (ABS). Debe fabricarse conforme lo especificado en AASHTO M 264. Para tubo perforado conforme se cumplirá AASHTO M 278.

### **Sección 707.) TUBERÍA METÁLICA**

Toda la tubería que se incluye en esta Sección será inspeccionada, sometida a ensayos y aprobada por el Ingeniero de Proyecto de previo a su colocación.

#### ***707.01 Tubería para alcantarilla de hierro dúctil.***

Debe fabricarse conforme la especificación ASTM A 716, para los diámetros especificados.

#### ***707.02 Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico.***

La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 36 o de AASHTO M 218, M 274, M 289, que rigen las dimensiones seccionales y calibres especificados.

La tubería para subdrenaje fabricada con láminas de acero, debe tener un espesor mínimo de 1,32 milímetros. Puede usarse cualquier tipo de perforación especificada en AASHTO M 36.

#### ***707.03 Tubería corrugada de aleación de aluminio.***

La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 196, sobre dimensiones seccionales y calibres especificados.

La tubería para subdrenaje fabricada con láminas de aluminio, debe fabricarse con un espesor mínimo de 1,22 milímetros. Se puede usar cualquier tipo de perforación especificada en AASHTO M 36.

#### ***707.04 Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa.***

La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) debe satisfacer los requisitos conforme a la Sección 707, según aplique para las diferentes clases de tuberías recubiertas.

El material bituminoso de recubrimiento del tubo debe satisfacer la especificación AASHTO M 190, para el tipo de recubrimiento especificado. Para las secciones especiales, el recubrimiento (tales como codos, collares de acoplamiento, secciones finales, etc.) debe satisfacer los requisitos AASHTO M 190. Las reducciones y secciones finales deben recubrirse de acuerdo a AASHTO M 190, tipo A o cuando se requiera hacer el recubrimiento en el campo, el material bituminoso debe aplicarse de acuerdo a la especificación AASHTO M 243.

#### ***707.05 Lámina de acero estructural.***

La fabricación de las láminas estructurales y los sujetadores para la conexión de láminas, deben satisfacer las especificaciones AASHTO M 167 para dimensiones y tipos especificados.

#### **707.06 Lámina estructural de aleación de aluminio.**

La fabricación de las láminas estructurales y los sujetadores para la conexión de láminas deben satisfacer las especificaciones AASHTO M 219, para dimensiones y tipos especificados.

#### **707.07 Lámina estructural recubierta con capa bituminosa.**

La fabricación de láminas estructurales recubiertas con betumen debe cumplir con los requerimientos de las Subsecciones 707.05 o 707.06, según corresponda. La capa para recubrimiento bituminoso se hará conforme a lo establecido en AASHTO M 190, tipo A o cuando se requiera hacer el recubrimiento en el campo, el material bituminoso debe aplicarse de acuerdo a la especificación AASHTO M 243.

Si la capa de recubrimiento se aplica a las láminas antes de su erección, se identificará cada lámina con el espesor nominal, pintando los datos en la superficie interior de la lámina después de recubierta. Pueden usarse otros métodos de identificación si son aprobados previamente.

#### **707.08 Tubería de acero recubierta con polímeros.**

La fabricación de tubos y secciones especiales (tales como codos, bifurcaciones, bandas de unión), se conformarán a lo requerido en AASHTO M 245, grado 250/250 y M 246, grado 250/250.

#### **707.09 Tubería de acero recubierta con fibra bituminizada.**

La fabricación de tubos y secciones especiales (tales como codos, bifurcaciones, bandas de unión, reducciones etc.), se hará conforme a lo requerido en la Subsección 707.02, excepto cuando el tubo se impregne con una capa metálica de zinc compuesta con fibra aramid, conforme a lo requerido por ASTM A 885M.

Después de fabricado el tubo, las secciones se cubrirán con material bituminoso de acuerdo a AASHTO M 190, para el tipo de recubrimiento especificado.

Las bandas de acoplamiento se deben recubrir con material bituminoso de acuerdo a lo requerido en AASHTO M 190, tipo A. Las bandas de acoplamiento no requieren pegamento con fibra.

#### **707.10 Tubería ranurada para drenaje.**

Fabricada conforme a lo especificado en AASHTO M 36 y/o AASHTO M 218, 274, ó M 289 para dimensiones y espesores especificados. Se fabricará el tubo con perforaciones, en los ángulos o en parrilla, según se muestre en los planos.

Las piezas perforadas en parrilla para drenes se fabricarán con acero que cumpla con los requerimientos de la especificación ASTM A 570M, grado 250, galvanizando las perforaciones en ángulo y parrillas de ensamble de acuerdo a la Subsección 725.12.

#### **707.11 Tubería de lámina espiral con recubrimiento metálico.**

La fabricación de estos tubos y en secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) debe satisfacer los requisitos de AASHTO M 36, tipos IR y IIR y AASHTO M 218, AASHTO M 274, ó AASHTO M 289 para las dimensiones y espesores especificados.

#### **707.12 Tubería de lámina espiral con recubrimiento de aleación de aluminio.**

La fabricación de estos tubos y sus secciones especiales (tales como codos, collares de acoplamiento, reducciones etc.) deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 196, tipos IR y IIR, para las dimensiones de las secciones y calibres especificados.

#### **707.13 Tubería de acero corrugado con recubrimiento de concreto.**

La fabricación de los tubos, secciones especiales (tales como codos, bifurcaciones, bandas de unión,

reducciones etc.), deberán estar conforme a lo requerido en la Subsección 707.02, para las dimensiones y calibres especificados.

Se rellenará con concreto la línea de tubos y las secciones especiales de acuerdo a lo especificado en ASTM A 849 clase C.

#### **707.14 Tubería de acero corrugado con recubrimiento interno.**

La fabricación de tubos, secciones especiales (tales como codos, bifurcaciones, bandas de unión, reducciones etc.), deberá estar conforme a lo requerido en la Subsección 707.02, para las dimensiones y calibres especificados.

Los tubos y las secciones especiales se revestirán internamente de acuerdo a lo especificado en ASTM A 849, clase C o B, de acuerdo a lo especificado.

### **Sección 708.) PINTURA**

#### **708.01 General.**

Se debe proveer un color diferente para cada capa de pintura. Para el color final de acabado se seguirán las instrucciones del Federal Standard 595 B. Si el Contratante lo requiere, se deben proveer muestras de color.

(a) Empaque. La pintura debe proveerse en contenedores resistentes y bien marcados con la siguiente información:

- Marca registrada o comercial
- Tipo de pintura, color, formulación, número de lote, fecha de fabricación
- Peso neto
- Volumen incluyendo el porcentaje de sólidos y el porcentaje de compuestos orgánicos volátiles (VOC)
- Requisitos para almacenamiento
- Instrucciones de mezcla e instrucciones de limpieza
- Nombre y dirección del fabricante

(b) Contenido de compuestos orgánicos volátiles (VOC). La pintura debe estar conforme a los siguientes límites de VOC al comprarla y usarla en sitio:

- Recubrimientos sin pigmentos 520 g/L max.
- Otros recubrimientos 350 g/L max.

(c) Contenido de plomo. Máximo de 0,06 % por peso en la película seca

(d) Otras propiedades. La pintura debe cumplir lo siguiente:

- No estar asentada al abrir el recipiente.
- Fácilmente homogenizable al mezclarla con una paleta (sin grumos, ni separación de componentes ni vetas de color, etc).
- No formar una piel o nata endurecida antes de 48 horas, cuando se deja en una lata con tres cuartas partes ( $\frac{3}{4}$ ) de su contenido total y el recipiente está bien cerrado.
- Poder repintar con facilidad.
- Tener buenas propiedades de nivelación.
- Adherencia uniforme al usarla sobre superficies de acero.
- Secado con un acabado uniforme y liso, libre de rugosidades, grumos u otras imperfecciones superficiales visibles.
- No mostrar separación al pasarla sobre una superficie limpia de vidrio.
- No mostrar alteración por grumos, separación, secado después de 6 meses de almacenamiento, siempre que se mantenga en recipientes totalmente cerrados a una temperatura de 20 °C.

### **708.02 Muestreo y Ensayos**

Serán inspeccionados los materiales por medio de las pruebas especificadas y su aceptabilidad será comprobada por el Ingeniero previamente a su incorporación a la obra.

Todos los materiales que se estén empleando quedarán sujetos a inspección, prueba o ensayo y rechazo en cualquier tiempo previo a su incorporación dentro de la obra.

No se deberán emplear materiales no aprobados, no aceptados o sin contar con el visto bueno o permiso por escrito del Ingeniero y la obra será considerada como inaceptable o no autorizada, no pagandose. Cuando en el Contrato se hace referencia a una especificación, norma o método de prueba, aprobado por AASHTO, ASTM y otra asociación técnica nacional reconocida, se deberá indicar la especificación, norma o método de prueba (incluyendo resoluciones provisionales o de primera intención) que está en vigor en la fecha del anuncio de solicitud de propuesta a no ser que se indique de otro modo. Las muestras las recogerá un representante idóneo de la Administración.

A solicitud, le serán proporcionadas copias de los resultados de todos los ensayos al representante del Contratista.

Los materiales deberán ser almacenados de manera que se asegure la conservación de sus cualidades y adecuación para la obra o como lo indique el fabricante.

Todos los materiales deberán ser manejados en tal forma que conserven sus cualidades y características propias para el trabajo a que se destinen.

Todos los materiales que no estén de acuerdo con los requisitos de las especificaciones al ser ensayados para su aceptación, serán considerados como inaceptables y todos esos materiales serán rechazados y deberán ser retirados inmediatamente del lugar de la obra, a no ser que los defectos sean corregidos y el material fuese aprobado por el ingeniero. Los materiales rechazados cuyos defectos se hubiesen sido corregidos, podrán ser utilizados una vez que el ingeniero lo autorice.

### **708.03 Pintura para estructuras de madera**

(a) Imprimación. Debe cumplir con los requisitos del FSS TT-P-25, TT-P-96D, o TT-P-001984.

(b) Pintura. Debe cumplir con los requisitos del FSS TT-P-102 clase A, TT-P-96D, TT-P-102F o TT-P-19D.

### **708.04 Pintura para estructuras de concreto y mampostería.**

Debe cumplir con la FSS-TT-P-19 y la tinta de color, con los requisitos de concentrados de todo propósito.

### **708.05 Pintura para estructuras de acero.**

Debe cumplir con las siguientes normas:

- |                                    |   |
|------------------------------------|---|
| (a) Imprimador de zinc inorgánico  | AASHTO M 300 tipo III (aplicación en taller)    |
| (b) Imprimador de zinc orgánico    | DOD-P-21035A o SSPC N° 20 (aplicación en sitio) |
| (c) Imprimador de vinil            | MIL-P-15328 o SSPC No. 27                       |
| (d) Cubiertas de uretano alifático | USPS-C-644 tipo I                               |
| (e) Cubiertas de látex acrílico    | SSPC No. 24                                     |
| (f) Recubrimiento epóxico          | MIL-P-24441 o SSPC N° 22                        |

### **708.06 Pintura penetrante.**

Debe cumplir con lo siguiente:

- |  |                                |
|--|--------------------------------|
| (a) Medición de agua en material base, ASTM G 23 | 1000 h                         |
| (b) Dispersión acrílica                          | 73,4 % del vehículo no volátil |

(c) Viscosidad	58 ± 2 unidades Krebs
(d) Contenido de sólidos volátiles	40,3

#### 708.07 Pintura para señalización horizontal.

Refiérase a las Secciones 634 y 718.

### Sección 709.) ACERO DE REFUERZO Y CABLES

#### 709.01 Acero de refuerzo.

(a) General. Cada embarque de acero que se reciba en el Proyecto debe contar con la siguiente información:

- (1) Nombre y localización de la trefilería (laminadora)
- (2) Proceso de manufactura
- (3) Número de fabricación en horno
- (4) Dimensiones
- (5) Especificaciones
- (6) Copia de las pruebas físicas y análisis químicos
- (7) Consignación y destino de embarque

(b) Barras de refuerzo. Barras deformadas obtenidas de lingotes de acero grado 40, conforme a AASHTO M 31M, M 42M, ó M 53M.

(c) Barras de refuerzo cubiertas con epóxico. Deben cumplir con lo especificado en AASHTO M 284M.

Se inspeccionarán las barras de refuerzo después de su limpieza y se rechazará cualquiera que contenga rebabas, astillas o costras. Las barras se seleccionarán en fábrica, para evitar atrasos innecesarios, antes de colocar el recubrimiento epóxico.

El recubrimiento epóxico colocado sobre el acero de refuerzo, debe estar certificado en cuanto a su adherencia según CRSI.(Concrete Reinforcing Steel Institute).

(d) Barras tensoras. Las barras pasadoras y los tirantes deben fabricarse con acero deformado, de lingotes grado 400, conforme a lo especificado en AASHTO M 31M o M 42M, excepto que no se deberá emplear acero relaminado para las barras pasadoras que tengan que ser dobladas y nuevamente enderezadas durante la construcción.

(e) Tornillos de gancho. Deben fabricarse de acero liso, de lingotes grado 400, conforme lo especificado en AASHTO M 31M o M 42M, laminados con un roscador M14, que pueda cortar una rosca para tuerca capaz de sostener una carga axial de 67 kilonewtons.

(f) Dovelas. Deben fabricarse con barras lisas, libres de rebabas u otra deformación restrictiva para el libre movimiento dentro del concreto, deberán satisfacer la especificación AASHTO M 254, tipo A o B. Se pintará la mitad de cada dovela con una capa de pintura, cuando esté seca, la mitad pintada se lubricará antes de colocarla, para evitar la adherencia.

Para juntas de expansión, deberá colocarse un tubo de expansión o capuchón en el extremo pintado de cada dovela usada en las juntas de expansión (de 50 ± 5 mm.). Dichos capuchones o camisas deben entrar ajustadamente en la barra. El extremo cerrado será impermeable y dejará libre 25mm desde el extremo de la dovela.

Como lubricante de las dovelas tipo B podrá usarse un asfalto rebajado de curación rápida, o una emulsión asfáltica de curación media, o grafito en polvo en suspensión. En las dovelas pintadas de tipo A, no se necesita lubricante.

Las juntas acabadas no deberán desviarse más de 6 milímetros de su alineación horizontal y vertical durante la colocación del concreto, para permitir el movimiento irrestricto de las losas.

Se usará alambre conforme a la especificación AASHTO M 32M, para la armadura de ensamble. Se pintará la armadura de ensamble de las dovelas con la misma pintura que se use en las dovelas. Se repintará cualquier daño en la pintura.

- (g) Alambre de acero corrugado. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 225M.
- (h) Malla soldada de barras lisas. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 55M.
- (i) Malla engrapada. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 32M.
- (j) Malla soldada de barras corrugadas. Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 54M.
- (k) Colchonetas de alambre tejido. Deberá ajustarse a los requisitos de ASTM A 706M.

#### **709.02 Cable de acero acordalado.**

Deberá ajustarse a los requisitos de AASHTO M 30, para dimensiones y clase de resistencia especificados.

Todo el cable deberá carecer de defectos que puedan perjudicar su uso correcto, tener un buen acabado, con superficie lisa. Será rechazado el material que muestre defectos, previo o durante a su uso en la obra.

#### **709.03 Acero preesforzado.**

El acero de refuerzo para preesforzado, deberá ajustarse a los requisitos siguientes:

- Torones de cable de resistencia aliviada de esfuerzo a la tensión, AASHTO M 204M tipo BA ó WA.
- Torones de cable trenzado de resistencia aliviada de esfuerzo a la tensión, AASHTO M 203M grado 270.
- Barras de alta resistencia a la tensión, AASHTO M 275M tipo II.

El acero de preesfuerzo se debe proteger de daños o corrosión durante el envío o almacenamiento. Se debe usar un protector de corrosión, que no produzca daños al acero, al concreto, o a la adherencia del acero con el concreto. Se reemplazará cualquier empaque dañado.

El empaque se marcará con una advertencia de que contiene acero de alta resistencia para preesfuerzo, se deberá indicar el tipo de protector contra corrosión usado, que incluya la fecha de colocación. Se marcarán el lote y el empaque para su fácil localización.

Se entregarán previamente al Contratante, muestras representativas de los cables y torones de las piezas fabricadas fuera de la obra. En el caso de cable o torón, puede tomarse una muestra de la bobina madre. Las muestras serán como sigue:

- (a) Para pretensado. Una muestra de por lo menos dos metros de longitud, de cada torón, de cada dimensión y de cada bobina.
- (b) Para postensado. Muestras de las siguientes longitudes:
  - (1) Para alambre o cable que requiera cabeceo, 5 metros.
  - (2) Para alambre que no requiera cabeceo, suficiente longitud para hacer un grupo de hilos paralelos similar al cable que se va a fabricar, de 1,5 metros por grupo.
  - (3) Para torones que se fabrican con accesorios finales, 1,5 metros entre los herrajes o accesorios finales.
  - (4) Para barras que se fabrican con finales roscados y tuercas, 1,5 metros entre las roscas finales.

### **Sección 710.) CERCAS Y BARANDA PARA DEFENSA**

#### **710.01 Alambre de púas.**

El alambre de púas sin galvanizar deberá satisfacer los requisitos de la norma AASHTO M 280 y el alambre galvanizado con aluminio, deberá cumplir la norma AASHTO M 305, tipo I.



**710.02 Malla para cerca.**

La malla para cerca sin galvanizar deberá satisfacer los requisitos de la norma AASHTO M 279 y la malla galvanizada con aluminio, deberá cumplir la norma ASTM A 584.

**710.03 Cercas de protección.**

Las cercas fabricadas en cadena, los postes, rieles, tensores, flejes, barras, accesorios y herrajes necesarios, deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 181, para el metal, recubrimiento, calibre y malla especificados.

**710.04 Postes para cercas.**

(a) Postes de madera. Los postes de madera deben cumplir con la norma AASHTO M 168.

Deberán suministrarse de acuerdo con los detalles y dimensiones indicadas en los planos. Todos los postes de madera deberán estar hechos con madera sana, sin corteza, con los extremos cortados en forma cuadrada o como fuese indicado. Los postes deberán ser rectos y todos los nudos recortados al ras de la superficie. Cuando se especifiquen postes tratados con algún producto preservante, la clase y tipo de tratamiento deberán ajustarse al que indique los planos.

Toda la madera aserrada en tamaños corrientes que se necesite para cercas o portones deberá, al igual que los postes y troncos, estar sana, recta y razonablemente exenta de nudos, rajaduras y rozaduras. Deberán ser de especies y calidades indicadas en los planos, cepillada y acabada en sus cuatro caras.

(b) Postes de concreto. Los postes de concreto deben cumplir con la Sección 601 para la clase especificada y deberán contener refuerzo de acero según está indicado en los planos, de acuerdo a los requisitos de la Sección 709.

(c) Postes de acero. Los postes de acero laminado deberán cumplir con lo requerido en la norma AASHTO M 281 y deberán ser galvanizados de acuerdo a la norma AASHTO M 111, si así lo indican los planos. Los postes de aleación de aluminio y los tubulares de acero deberán satisfacer los requisitos de la norma AASHTO M 181.

**710.05 Portones.**

Deben cumplir con lo requerido en los planos. Los marcos, cercas y mallas, conforme a la norma AASHTO M 181.

**710.06 Barandas de vigas metálicas.**

(a) Viga W de acero galvanizado. Barandas fabricadas tipo viga W o en viguetas de lámina de acero corrugado deben cumplir los requisitos de la norma AASHTO M 180, con la clase de lámina, tipo, resistencia y galvanización que se solicita en los planos. La galvanización debe cumplir con AASHTO M 111.

(b) Vigas W resistentes a la corrosión. Fabricadas tipo viga W o en vigas de lámina de acero corrugado deben cumplir con los requisitos siguientes:

- |                         |                       |
|-------------------------|-----------------------|
| (1) Planchas y perfiles | AASHTO M 222M         |
| (2) Vigas               | AASHTO A 606, tipo 4  |
| (3) Fijadores           | AASHTO M 164M, tipo 3 |

**710.07 Barandas de vigas de sección en caja.**

Se fabricarán con sección tipo caja, y cumplir con AASHTO – AGC – ARTBA. Guía estándar para barandas de carreteras.

#### **710.08 Apoyos de acero para barandas de madera.**

Se deben fabricar en madera, conforme a AASHTO M 168, de 150 por 250 milímetros y de 100 por 225 milímetros, de maderas secas, sanas, duras, que soporten esfuerzo por lo menos de 10 MPa, protegidos por elementos de acero estructural de 9,5 milímetros de espesor conforme a AASHTO M 222M. Los herrajes fijadores deben cumplir con AASHTO M 222M.

#### **710.09 Postes para barrera de defensa o guardacamino.**

(a) Postes de madera. Los postes de madera para barandas de defensa deben estar libres de grietas, rajaduras en el plano en que irán las perforaciones para tornillos que estén a 75 mm de la base.

(b) Postes para vigas de caja. Conforme la norma AASHTO-AGC-ARTBA y a la Guía Estándar para Barandas de Carretera. (Edición de 1995).

(c) Apoyos de acero para postes de madera. Fabricados de 250 por 300 mm conforme a la Subsección 710.08. La longitud de los postes debe especificarse en el Contrato.

#### **710.10 Accesorios para barandas de defensa.**

Fabricados conforme a AASHTO-AGC-ARTBA y a la Guía Estándar para Barandas de Carretera. (Edición de 1995).

Para herrajes de acero, ángulos, canales, platinas que no están contenidas en el estándar, conforme a ASTM A 36M. Para postes cortos de tubo estructural, conforme a ASTM A 500 ó ASTM A 513, grado 1008. Para placas de apoyo y tubos estructurales galvanizados, conforme a ASTM A 123. No se debe perforar, cortar ni aplicar soldadura al material después de ser galvanizado.

#### **710.11 Señales temporales de plástico.**

Se fabricarán de plástico no corrosivo de polietileno (HDPE: polietileno de alta densidad) y UV estabilizado para soportar intemperismo, con las siguientes características:

- (a) Altura 1200 mm mínimo
- (b) Abertura de la malla 80 a 85 milímetros
- (c) Color anaranjado internacional
- (d) Peso 0,25 kg/m mínimo

#### **710.12 Barriles amortiguadores.**

Fabricados de 900 milímetros de diámetro, de polietileno estructural de alta densidad o de un material similar. La tapa debe ser del mismo material que el barril, y puede ser de menor espesor.

### **Sección 711.) MATERIALES DE CURADO DEL CONCRETO HIDRÁULICO Y ADITIVOS**

#### **711.01 Materiales de curado.**

Deben cumplir con las siguientes normas:

- |                                       |                            |
|---------------------------------------|----------------------------|
| (a) Tela de yute                      | AASHTO M 182               |
| (b) Papel impermeable                 | AASHTO M 171               |
| (c) Película de polietileno           | AASHTO M 171               |
| (d) Compuestos de la Membrana líquida | AASHTO M 148, tipo 1-D ó 2 |

#### **711.02 Aditivos inclusores de aire.**

Deben cumplir con la norma AASHTO M 154.

**711.03 Aditivos químicos.**

Se deben proveer aditivos reductores de agua, retardadores de fragua, aceleradores de fragua y estabilizadores de hidratación o combinaciones de ellos que satisfacen la norma AASHTO M 194. Los aditivos estabilizadores de la hidratación deben cumplir con la norma AASHTO M 194, tipo B o D.

**711.04 Látex modificado**

Se debe suministrar una emulsión de polímeros en forma de película homogénea no tóxica estabilizada en el lugar de fabricación. Debe estar conforme a los siguientes requisitos:

(a) Color	blanco
(b) Polímero estireno butadino	68 ± 4 % estireno 32 ± 4 % butadino
(c) Cloruros	0 %
(d) Tamaño de la partícula del polímero	0,15 a 0,25 µm promedio
(e) Estabilizadores de emulsión	aniónico y no iónico surfactante
(f) Sólidos	46,5 % a 49,0 %
(g) Masa	1,00 a 1,02 kg/L
(h) pH	9 a 13
(i) Período de almacenamiento	2 años mínimo

**711.05 Colorantes del concreto**

Deben estar conformes con la norma ASTM C 979. Se deben utilizar únicamente colorantes compuestos de óxidos inorgánicos de hierro, sintéticos o naturales.

**Sección 712.) MATERIAL PARA JUNTAS****712.01 Sellantes, rellenos, sellos y mangas**

Deben satisfacer los siguientes requerimientos:

- (a) Sellantes y relleno para juntas y grietas. Certificación del fabricante identificando el envase y/o el número de lote, material, cantidad, fecha y tiempo de manufacturado, nombre y dirección.
  - (1) Sello tipo elástico, colado en sitio en caliente, para juntas en concreto AASHTO M 173
  - (2) Sellante para juntas, coladas en sitio en caliente, para pavimentos de concreto y asfalto AASHTO M 301
  - (3) Relleno para grietas, aplicado en caliente, en pavimento de concreto asfáltico y concreto de cemento Pórtland ASTM D 5078
  - (4) El propietario de los productos de asfalto-caucho, debe informar:
    - (a) Fuente y grado del cemento asfáltico
    - (b) Contenido granular de caucho y peso, como porcentaje de la mezcla asfalto-caucho
    - (c) Tipo(s) de caucho granular y contenido de cada tipo (si se mezclan)
      - (1) Peso, como porcentaje de combinación de cauchos
      - (2) Granulometría del caucho granular
    - (d) Tipo de asfalto modificado.
    - (e) Cantidad de asfalto modificado y peso como porcentaje de cemento asfáltico
    - (f) Otros aditivos
    - (g) Calentamiento y aplicación de temperaturas
    - (h) Recomendaciones y procesos de aplicación
- (b) Relleno de las juntas de expansión. Se elaborarán en una sola pieza, con la profundidad y el ancho requeridos para la junta.

- (1) Formar el relleno para la junta de expansión en concreto (tipo bituminoso). AASHTO M 33
- (2) Rellenar la junta de expansión con caucho esponjoso, para pavimento de concreto y construcciones estructurales. AASHTO M 153
- (3) Rellenar la junta de expansión con corcho en pavimentos de concreto y construcciones estructurales (No usar en estructuras de concreto mayor) AASHTO M 153
- (4) Rellenar la junta de expansión en pavimentos de concreto y construcciones estructurales (tipos no extrusivos y bituminosos elásticos). AASHTO M 213

(c) Sellos premoldeados para las juntas

(1) Aplicaciones en pavimentación. Se fabricarán los sellos con elastómeros de policloropreno conforme a AASHTO M 220. Se usará un adherente lubricante de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Contenido de sólido por peso, ASTM D 2369 22 %
- (b) Esfuerzo de limpieza, ASTM D 903 10 MPa máx.
- (c) Edad de manufactura 9 meses máx.

(2) Aplicaciones en cajas de registro, tomas y drenajes. Se fabricarán en secciones múltiples de caucho neopreno y etileno propileno di- monómero (EPDM), sello de caucho, con un mínimo de 1,5 milímetros. Antes de la entrega, se pintará el caucho con un sello de caucho con butil, no endurecedor para impermeabilizar la instalación. Las propiedades requeridas aparecen en la Tabla 712-1 siguiente.

Tabla 712-1

**Sellos para juntas**

<b>Propiedades físicas</b>	<b>ASTM</b>	<b>EPDM</b>	<b>Neopreno Masilla</b>	<b>Método de Butil</b>
<b>Prueba</b>				
Tensión, Mpa	D 142	10	12	---
Elongación, %	D 142	440	230	280
Resistencia a Desgarremj, N/mm	D 624 (molde B)	40	20	---
Rebote, %, 5 mín. (mod)	C 972	---	---	11
Rebote, %, 2 Hr	C 972	---	---	12

(d) Relleno de espuma. Relleno fabricado con poliestireno expandido. Su resistencia a la compresión no debe ser menor de 70 kilopascales.

(e) Sello colado en frío. Fabricado a partir de caucho silicón con módulo bajo, colado el compuesto conforme a FSS TT -S - 1543, clase A, con una elongación última del 1200 %.

(f) Sello de juntas con silicón de módulo bajo. Fabricado en parte con una fórmula de silicón, conforme a los siguientes requerimientos:

- (1) Flujo, MIL S - 8802 8mm max.
- (2) Razón de extrusión, MIL S - 8802 75 a 250 g/min.
- (3) Tiempo libre de liga, MIL S- 8802 20 a 75 min.
- (4) Peso específico, ASTM D 792, método A 1,010 a 1,515
- (5) Dureza con durómetro, ademe A 10 a 25 ASTM D 2240
- (6) Esfuerzo de tensión @ 150 % elongación 520 kPa max. ASTM D 412
- (7) Elongación, ASTM D 412 500 % min.
- (8) Adhesión, MIL S- 8802 9 Kg con > 75 % de falla cohesiva
- (9) Tiempo de fabricado 6 meses max.

Cabilla de apoyo. Fabricada de polietileno conforme ASTM D 3204 tipo 1. Se usará un sellante compatible con el material de la cabilla. Las dimensiones requeridas se muestran en la Tabla 712-2.

Tabla 712-2

**Tamaño de las cabillas**

Ancho de la junta preparada	Diámetro de la cabilla
8 mm	9 mm
9 mm	13 mm
13 mm	16 mm
16 mm	19 mm
19 mm	25 mm
25 mm	32 mm
32 mm	38 mm
38 mm	50 mm

**712.02 Mortero para juntas**

El mortero consistirá en una parte de cemento Portland y dos partes de arena aprobada y el agua necesaria para obtener la consistencia requerida. El cemento Portland y la arena deben satisfacer las Subsecciones 701.01 y 703.01 respectivamente. El mortero se deberá emplear dentro de los 30 minutos siguientes a su preparación. Cuando sea indicado, se deberá proporcionar inductor de aire.

**712.03 Cubrejunta impermeable**

Los anillos de empaque para juntas de tubería rígida, deben cumplir con lo requerido en AASHTO M 198, tipo A o B. Los anillos de empaque para las juntas de tubería metálica flexible, deben cumplir con lo requerido en ASTM C 361 M. Los empaques planos continuos para tubería metálica flexible, con bandas planas, deben cumplir la norma ASTM D 1056 grado SCE 41 usando cubrejunta de 13 milímetros más que el diámetro nominal menor de las corrugaciones del tubo. Para cubrejuntas planas de tubería flexible metálica con bandas corrugadas, se cumplirá la norma ASTM C 1056, grado SCE 43 con 9 milímetros de espesor.

**712.04. Reservada****712.05. Mortero para apoyos y juntas de mampostería**

(a) Materiales. Cuando el contrato contiene otras obras de concreto, se podrá usar el mismo cemento en el mortero, que debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| (1) Cemento mampostería/cemento Portland | Subsección 701.01               |
| (2) Agregado fino                        | Subsección 703.01 o AASHTO M 45 |
| (3) Cal (hidratada)                      | Subsección 725.03               |
| (4) Puzolanas                            | Subsección 725.04               |
| (5) Agua                                 | Subsección 725.01               |

(b) Composición. Consiste en la mezcla de una parte de cemento de mampostería o cemento Portland con aire incorporado, con dos partes de agregado fino, por volumen. Se podrá agregar cal hidratada o ceniza en una cantidad que no exceda el 10 % del cemento, por peso. En el caso de aire incorporado, el aditivo debe estar de acuerdo con la Sección 552.

(c) Esfuerzo a la compresión. El esfuerzo a la compresión uniaxial del mortero a los 28 días de colado, debe resistir 14 megapascales, probado de acuerdo a AASHTO T 22 y 23, excepto las muestras cilíndricas con una relación longitud/diámetro de 2 a 1.

### 712.06 Retenedores de agua de cobre y botaguas

Las planchas de cobre para estos usos deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 138M cobre USN No. C1100. No se requiere la prueba de resistividad.

### 712.07 Retenedores de agua de caucho

Estos retenedores pueden ser de tipo moldeado o estirado a presión y deben tener una sección transversal uniforme, exenta de porosidad y otros defectos, de acuerdo con las medidas nominales mostradas en los planos.

Puede usarse un tipo de forma equivalente, aprobada por el Contratante.

Este tipo de retenedor debe fabricarse con un compuesto de goma natural, de caucho sintético, o una mezcla de los dos, junto con otros materiales compatibles que puedan producir una tapajunta impermeable, que satisfaga los requisitos tabulados a continuación:

(a) Dureza (durómetro ademe)	60 a 70
(b) Ajuste de compresión	30 % máx.
(c) Resistencia a la tensión	17 MPa min.
(d) Alargamiento al fracturarse	450 % min.
(e) Refuerzo a la tensión al 300 % del alargamiento	6 MPa min
(f) Absorción de agua por peso	5 % máx.
(g) Resistencia a la tensión después del envejecimiento, 7111	80 % original min.

Nota: FTMS 601

### 712.08 Retenedores de agua de plástico

Deben fabricarse con un compuesto plástico elástico homogéneo, a base de cloruro de polivinilo y deberán tener una sección transversal uniforme, exenta de porosidad u otros defectos. Se podrán usar otros materiales que, después de fabricados cumplan con los requisitos siguientes:

Características	ASTM	Especificación
a. Resistencia a la tensión	D 638M	9,6 Mpa min.
b. Alargamiento al fracturarse	D 638M	250 % min.
c. Dureza (durómetro ademe)	D 2240	60 hasta 75
d. Peso Especifico	5011 (1) Máx.	0,02 del valor del fabricante
e. Resistencia al álcali (2)	D 543	
- Cambio de peso		-0,1 a + 0,25 % máx.
- Cambio de dureza		± ademe máx.
- Disminución de resistencia a tensión		15 % máx.
f. Absorción de agua (48 horas)	D 570	0,5 máx.
g. Dobladura en frío (3)		sin agrietamiento
h. Pérdida de volátiles	D 1203	No mayor del valor de fábrica

Notas:

(1) FTMS 406.

(2) Usar 10 % de solución NaOH por 7 días

(3) El ensayo de doblado en frío se efectuará sometiendo una tira de plástico de 25 por 150 mm, de 3 milímetros de espesor a una temperatura de -29 °C durante 2 horas. Inmediatamente después se doblará a 180 grados alrededor de una barra de 3 milímetros de diámetro, mediante la aplicación de suficiente fuerza para retener

la tira y examinarla para detectar si se produjo agrietamiento. Se ensayarán por lo menos tres muestras individuales de cada lote.

No se debe usar ningún material recuperado. El Contratista deberá presentar un certificado del fabricante que especifique la composición general del material y aportar muestras, para verificar la calidad del producto mediante las pruebas correspondientes, cuando lo ordene el Contratante.

**Sección 713.) MATERIALES PARA MEROJAMIENTO DE LA FAJA LATERAL EN CARRETERAS**

**713.01 Capa superior de tierra vegetal.**

Tierra suministrada. El Contratista debe proveer tierra vegetal o negra que sea suelta, friable, exenta de mezclas con subsuelo, libre de basura, troncos, raíces, piedras mayores que 25 mm, malezas o matorrales u otras materias perjudiciales para el desarrollo de vegetación. Además la tierra negra debe suministrarse conforme a las siguientes normas.

- (a) Textura
- (b) Materia orgánica, AASHTO T267                      3 a 10 %
- (c) Arena, AASHTO T88                                      20 a 70 %
- (d) Limos, AASHTO T 88                                    10 a 60 %
- (e) Arcillas, AASHTO T88                                 5 a 30 %
- (f) pH, AASHTO T289                                      6 a 8
- (g) Tierra conservada en sitio. Ver la Subsección 204.02

**713.02 Piedra caliza para uso agrícola.**

Debe proveerse piedra caliza molida de tipo calcárea o dolomítica que esté conforme a la norma de la Asociación Internacional de Químico Analíticos, los códigos locales y las siguientes normas:

- (a) Pureza (carbonatos de calcio y magnesio)                      75 % mínimo
- (b) Granulometría    Ver tabla 713-1

*Tabla 713-1*

**Granulometría para la piedra caliza de uso agrícola**

Tamaño de malla	Porcentaje pasando mínimo por peso en el tamiz (AASHTO T 27)
2,0 mm	90%
425 µm	50%

La escoria triturada u otras fuentes naturales de cal pueden ser usadas siempre que la tasa de aplicación sea ajustada para que pueda igualar la fuerza total neutralizante de la piedra caliza triturada que hubiese sido especificada.

#### **713.03 Fertilizante.**

Este material debe ser un fertilizante seco comercial de calidad estándar que cumpla con las normas de la Asociación Internacional de Químicos Analíticos, los códigos locales y los porcentajes mínimos de nutrientes disponibles.

El fertilizante debe suministrarse en envases nuevos, limpios, sellados y cerrados, con su rotulación respectiva, con el nombre del fabricante, peso y datos de análisis de componentes garantizados.

Se puede usar también el fertilizante de tipo líquido, siempre que cumpla con el mínimo de nutrientes especificado para el proyecto.

#### **713.04 Semillas.**

Deben ajustarse a la norma FSS JJJ-S-181. No se usará semilla húmeda, contaminada o deteriorada. Debe suministrarse cada tipo de semilla en un contenedor separado. Cada recipiente debe estar rotulado con lo siguiente:

- Nombre y tipo de semilla
- Número de lote
- Peso neto
- Porcentaje de pureza, germinación y semilla dura
- Porcentaje máximo de contenido de semilla de maleza

#### **713.05 Cubierta vegetal**

(a) Astillas de madera. Deben revisarse astillas de plantas duras, libres de enfermedades u hongos, o cualquier otro material no adecuado. El material debe estar seco al aire y debe ser adecuado para colocarlo con un equipo de sopladura.

(b) Paja. Debe suministrarse paja de hierbas, libre de maleza, hongos u otros elementos no adecuados. La paja debe estar seca al aire para que se pueda colocar con un equipo soplador.

(c) Fibra de celulosa o madera. Debe proveerse de fibra de madera proveniente de fuentes naturales, que cumpla lo siguiente:

- (1) Con pigmentación verde que no sea perjudicial para el crecimiento de planta
- (2) Totalmente dispersable en agua
- (3) No tóxica para la semillas ni las plantas
- (4) Libre de sustancias que inhiban la germinación o crecimiento
- (5) Libre de semillas de maleza
- (6) Seca al aire con una humedad de equilibrio de  $12 \pm 3$  por ciento
- (7) Empacada en contenedores nuevos
- (8) Empacada en condición apropiada para ser mezclada en una lechada homogénea para aplicar por rociadura.

(d) Fibra celulosa de hierba. Debe suministrarse fibra de hierba que cumpla lo siguiente:

- (1) Pigmentación verde que no sea perjudicial para el crecimiento de plantas
- (2) Totalmente dispersable en agua
- (3) No tóxica para la semillas ni las plantas
- (4) Libre de sustancias que inhiban la germinación o crecimiento



- (5) Libre de semillas de maleza
- (6) Secada al aire, con una humedad de equilibrio de  $12 \pm 3$  %.
- (7) Empacada en contenedores nuevos
- (8) Empacada en condición apropiada para ser mezclada en una lechada homogénea para aplicar por rociadura.

(e) Musgo o turba. La turba de pantano debe cumplir con lo siguiente:

- |  |              |
|--|--------------|
| (1) Piedra, palos y material mineral         | 0 %          |
| (2) Ramas y hojas parcialmente descompuestas | 75 % mínimo  |
| (3) Color                                    | Café o pardo |
| (4) Textura fibrosa porosa o esponjosa       |              |
| (5) pH                                       | 3,5 a 7,5    |
| (6) Secada al aire                           |              |

(f) Compost o abono orgánico. Debe suministrarse material orgánico parcialmente descompuesto, tales como hojas, césped, arbustos y residuos de podas, curados entre 4 y 8 semanas. La madurez del material se indica por la estabilidad de la temperatura y el olor a suelo. Debe ser friable, oscura, libre de maleza y patógenos, y cumplir las siguientes normas:

- |   |                  |
|---|------------------|
| (1) Relación carbón/nitrógeno           | 25/1 hasta 35/1  |
| (2) Relación carbón/ fósforo            | 12/1 hasta 240/1 |
| (3) pH                                  | 6,0 a 7,8        |
| (4) Contenido de agua                   | 40 % máximo      |
| (5) Tamaño de partículas                |                  |
| -Semillas                               | 12 mm máximo     |
| -Control de erosión                     | 25 mm máximo     |
| (6) Materia orgánica                    | 50 % mínimo      |
| (7) Materiales extrañas (metal, vidrio) | 2 % máximo       |

(g) Paja para plantación en agua. Se suministrará paja agrícola limpia, molida, de 25 mm o menor longitud. Se secarán las fibras hasta un 10 % de humedad para compactación. Se empacarán en bolsas plásticas selladas.

(h) Matriz de fibra vegetal. Se proveerá una mezcla de fibras de madera alargadas con un agente adherente que cuando se moje y seque produzca una matriz que sea conforme a lo siguiente:

- (1) Al humedecerse no debe disolverse o dispersarse
- (2) Mantener al menos 1 000 gramos de agua por 100 gramos de matriz seca
- (3) No tener elementos que inhiban la germinación o crecimiento
- (4) No formar una capa no sensible de agua
- (5) Contener material 100 % biodegradable

### 713.06 Plantas

(a) Calidad de las plantas. Todas las plantas suministradas deberán ser representativas de la mejor clase de cada especie o variedad y provendrán de viveros donde hayan sido plantadas técnicamente y luego transplantadas. Sus raíces deben haber sido recortadas dos o tres veces según la especie y tamaño de la planta y sus ramas deben mostrar un desarrollo normal suficiente. No se aceptarán plantas que tengan desfiguraciones, maltrato por exceso de sol, daños generales, raspaduras en la corteza, madera muerta o seca, tallos finales rotos u otros deterioros perjudiciales.

Los árboles deben tener troncos razonablemente derechos, así como un ramaje en buen estado y simétrico, de acuerdo a las condiciones habituales de desarrollo.

(b) Nombre de las plantas. Todas las plantas deberán tener nombres comunes o científicos de acuerdo con las normas de Nombres de Plantas del Comité Americano de Horticultura o del Contrato. Cada planta debe tener su identificación y nombre adjuntos.

(c) Granulometría. Debe cumplir con las normas que establezca el Contrato.

(d) Inspección de viveros y cuarentena de plantas. Todas las plantas suministradas deben estar libres de enfermedades y plagas de insectos nocivos. Se cumplirá con todas las regulaciones para transportar viveros y plantas germinadas y las de cuarentena de plantas que existan en su localidad. Se tendrá a mano una copia del certificado de inspección para cada bulto, caja, bolsa o camión cargado con esos elementos.

(e) Plantas embaladas y envueltas en yute. Se proveerán plantas con tierra intacta del lugar de donde es originaria la planta. Se excavarán las plantas lo suficiente como para retener una buena parte de las raíces fibrosas. Se envolverán, transportarán y manejarán las plantas en tal forma que la tierra y las raíces permanezcan intactas.

### **713.07 Mallas o redes para control de erosión y geoceldas**

Mallas de control de erosión. Este material debe cumplir la siguiente normativa:

(a) Mallas de paja. Se proveerán mallas de paja limpia que estén conformes con la Subsección 713.05(a) que estén fijadas a una red fotodegradable de polipropileno, mediante hilo de algodón. Deben cumplir con las especificaciones de la Tabla 713-2.

(1) Tipo 1- Mallas para control de erosión.

*Tabla 713-2*

#### **Mallas de paja para control de erosión**

<b>Material</b>	<b>Especificación</b>
Paja	240 g/m <sup>2</sup> mín
Malla	Fotodegradable con un lado de mecate en cuadro de 5 a 20 mm (**), con un peso de 1,5 kg/100m <sup>2</sup> de superficie

(\*) El contenido de humedad no excederá de 20%

(\*\*) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar según el fabricante.

(b) Tejido de cañamazo. Se proveerá tejido de cañamazo con costura estándar y un peso de 145 ± 20 gramos por metro cuadrado.

(c) Tejido de yute. Se suministrará tejido de yute con una abertura uniforme que no varíe en espesor más de la mitad de su diámetro normal. Debe cumplir las siguientes normas:

(1) Tamaño de malla 25 por 25 mm máximo

(2) Peso de malla, ASTM D1776 0,5 kg/m<sup>2</sup> ± 5%

(d) Papel avitelado o henequén. Este material debe cumplir con las siguientes normas:

(1) Aberturas de malla 3 a 6 mm

(2) Contracción después de ser mojada 20 % máximo

(2) Tipo 2-Malla para control de erosión

(a) Mallas de paja y de palma. Se suministrará una malla de paja y yute biodegradable, sin tratamiento y sin color, de fibra de coco, de fibras sintéticas de propileno, u otro material aprobado en una malla plana. Deben cumplir las especificaciones de la Tabla 713-3.

Tabla 713-3

**Malla de paja y fibra de coco**

Material	Especificación
Paja (*) 70 %	240 g/m <sup>2</sup> mín
Coco 30 %	240 g/m <sup>2</sup> mín
Malla	Fotodegradable en ambos lados con agujeros cuadrados de 16 a 25 mm (**), con un peso de 1,5 Kg/100 m <sup>2</sup> de superficie

(\*) El contenido de humedad no excederá de 20 %

(\*\*) Las dimensiones son aproximadas y varían según el fabricante.

(b) Malla excelsior. Se proveerá una cubierta de espesor uniforme que consiste en madera excelsior arrollada y asegurada en el lado superior a una malla de plástico extruído, biodegradable y fotodegradable. Debe cumplir lo siguiente:

- |  |                                   |
|--|-----------------------------------|
| (1) Fibras de excelsior $\geq$ 200 mm longitud | 80 % mínimo                       |
| (2) Tamaño de malla                            | 25 mm por 50 mm                   |
| (3) Peso de cubierta/ área                     | 0,53 $\pm$ 0,05 kg/m <sup>2</sup> |

(c) Cubierta vegetal. Se suministrará una cubierta de 3 a 13 mm de espesor que se componga de material vegetal orgánico biodegradable, tal como paja, celulosa arrollada de madera, fibra de coco u otros materiales distribuidos uniformemente en un lado de una malla fotodegradable de polipropileno, que tenga una peso mínima de 0,27 kg/m<sup>2</sup>.

(3) Tipo 3 - Malla de fibra de coco. Se proveerá una malla que consista en una capa de yute biodegradable sin color, fibras de coco y fibras sintéticas de polipropileno u otro material tejido que sea aprobado y que tenga una cara plana y aberturas cuadradas entre 16 y 25 mm. Debe cumplir con la Tabla 713-4.

Tabla 713-4

**Malla de coco**

Material	Especificación
Coco 30 %	240 g/m <sup>2</sup> mín
Malla	Fotodegradable en un lado con agujeros cuadrados entre 16 y 25 mm (**), con un peso de 1,5 kg/100 m <sup>2</sup>

(\*) El contenido de humedad no debe exceder de 20 %

(\*\*) Las dimensiones son aproximadas y pueden variar según el fabricante

(4) Tipo 4 - Mallas y cubiertas sintéticas para control de erosión

(a) Malla sintética. Se proveerá una malla flexible, producida en taller, que consista en fibras de poliolefino monofilamento posicionadas entre dos redes orientadas biaxialmente. Se pegarán las redes en forma mecánica con una costura paralela con hilo de poliolefino, para formar una malla tridimensional, altamente resistente al ambiente y al deterioro químico. Se debe cumplir con lo anotado en la Tabla 713-5.

Tabla 713-5

**Malla sintética para control de erosión**

Propiedad	Especificaciones	Método de ensayo
Color	Verde	visual
Espesor	6 mm mín.	ASTM D 1777
Resistencia (1)	1590 x 525 N/m mín.	ASTM D 5035
Elongación (1)	50% máx.	ASTM D 5035
Porosidad (2)	85% mín.	Calculado
Resiliencia (3)	80%	ASTM D 1777
Estabilidad ante ultravioleta (4)	80%	ASTM D 4355

Los valores que se anotan son para condiciones secas o saturadas, en ambas direcciones del tejido.

Los cálculos están basados en peso, espesor y gravedad específica

Porcentaje retenido del espesor original después de 3 ciclos de 690 kPa de carga por 60 segundos sin carga. El espesor se mide 30 minutos después de remover la carga.

Resistencia retenida a tensión después de 1 000 horas en un medidor de intemperismo.

**713.08 Material misceláneo para plantas**

(a) Estacas para anclaje y apuntalamiento. Se harán estacas para apuntalar o para anclar árboles, de una madera robusta aprobada, libre de nudos, comején u otros defectos que puedan perjudicar la resistencia de la estaca. Las estacas tendrán una sección mínima de 50 mm por 50 mm y una longitud adecuada.

Las estacas de anclaje y las de apuntalamiento tendrán una misma longitud tamaño. El diámetro y longitud de la pieza de apoyo se especifica en el contrato.

**713.09 Espigas.**

Se usarán vástagos sanos y vivos, vivientes (estolones o rizomas) con raíces prendidas de pastos perennes para formar césped de las clases mostradas en los planos. Serán cosechadas sin tierra adherente y obtenidas de fuentes aprobadas, en la localidad de la obra, donde sea pesada y tupida. La presencia de hierbas inconvenientes, de maleza o de materiales objetables será motivo de rechazo.

**713.10 Césped.**

Se debe suministrar césped con un desarrollo vigoroso y con el espesor especificado en las disposiciones especiales del contrato. El césped debe tener una condición densa y desarrollada de raíces y estará razonablemente libre de maleza y hierbas perjudiciales. El césped en cuadros debe ser cortado en su parte superior a 75mm de altura.

**713.11 Estacas para césped.**

Se deben suministrar estacas cuadradas y redondas de madera sana que cumplan lo siguiente:

- |  |                     |
|--|---------------------|
| (a) Longitud                               | 200 mm mín.         |
| (b) Área aproximada de sección transversal | 600 mm <sup>2</sup> |

**Sección 714.) MATERIALES GEOCOMPUESTOS Y GEOTEXILES PARA DRENAJE****714.01 Geotextiles.**

Para fabricar los geotextiles y sus costuras se deben usar polímeros sintéticos de cadena larga, compuestos por al menos un 95 % de peso de poliolefinos o poliésteres. El producto debe formarse con una geometría estable, de tal manera que los cordones y filamentos retengan su posición y dimensión relativa respecto a los demás.

(a) Requisitos físicos. Los geotextiles especificados deben cumplir con las especificaciones dadas en las tablas siguientes:

- (1) Tipo I (A-F) Geotextil para drenaje superficial Tabla 714-1
- (2) Tipo II (A-C) Geotextil para separación Tabla 714-2
- (3) Tipo III (A-B) Geotextil para estabilización Tabla 714-3
- (4) Tipo IV (A-F) Geotextil para control de erosión Tabla 714-4
- (5) Tipo V (A-C) Geotextil para barrera temporal Tabla 714-5
- (6) Tipo VI Geotextil para pavimentación Tabla 714-6

Todos los valores de propiedades del material representan los valores medios mínimos para el rollo, en la dirección principal más débil (excepto para la abertura de las redes). Por ejemplo, si se toman muestras de cualquier rollo de geotextil, el valor medio debe exceder los valores especificados. Los valores para la abertura de la malla representan los valores promedio máximos para el rollo del material.

Los rollos de material se deben proteger de la humedad levantándolos sobre el suelo y cubriéndolos con un material impermeable. Además, se deben proteger de la radiación ultravioleta del sol. La exposición máxima permisible al sol será de 10 días.

(b) Procedimientos de evaluación. Los geotextiles serán evaluados conforme a la Subsección 107.03. Se debe suministrar un certificado comercial que incluya el nombre del fabricante, nombre del producto, código o tipo, composición química de los filamentos o cordones y otra información relevante del material.

Para tomar muestras del geotextil se debe extraer un metro de longitud por todo el ancho del rollo. Este metro de material no se debe obtener de la primera capa exterior del rollo, sino de su interior. La muestra se debe etiquetar con información tal como lote de entrega, fecha de muestreo, proyecto, renglón de pago, fabricante y nombre del producto.

Si el geotextil va a tener costuras se debe suministrar una descripción del proceso de costura o unión y una muestra del material ya cosido. La descripción del proceso debe incluir todos los detalles del hilo, espaciamiento de costura, tipo de máquina, tipo de costura, reborde de la costura, etc. Se debe suministrar una muestra de por lo menos 2 metros de longitud y 1,5 metros de ancho. Todas las costuras deben ser aprobadas previamente a la instalación del geotextil en la obra.

Tabla 714-1  
Requisitos físicos para geotextiles de drenaje subterráneo

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo I-A (1)	Tipo I-B (1)	Tipo I-C (1)	Tipo I-D (1)	Tipo I-E (1)	Tipo I-F (1)
Resistencia al agarre	D 4632	N	1100 / 700	1100 / 700	1100 / 700	800 / 500	800 / 500	800 / 500
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	N	990 / 630	990 / 630	990 / 630	720 / 450	720 / 450	720 / 450
Resistencia a rasgaduras	D 4533	N	400 / 250	400 / 250	400 / 250	300 / 175	300 / 175	300 / 175
Resistencia a agujeros	D 4833	N	400 / 250	400 / 250	400 / 250	300 / 175	300 / 175	300 / 175
Resistencia a ruptura	D 3786	kPa	2750 / 1350	2750 / 1350	2750 / 1350	2100 / 950	2100 / 950	2100 / 950
Permisividad	D 4491	s <sup>-1</sup>	0,5	0,2	0,1	0,5	0,2	0,1
Abertura aparente	D 4751	mm	0,45	0,25 (2)	0,22 (2)	0,45 (2)	0,25 (2)	0,22 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición					

(1)El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50 % de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50 % o mayor elongación (ASTM D 4632).

(2)Se aplica al valor promedio máximo del rollo.

(3)El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Tabla 714-2

## Requisitos físicos para geotextiles de separación

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo II-A (1)	Tipo II-B (1)	Tipo II-C (1)
Resistencia al agarre	D 4632	N	1400 / 900	1100 / 700	800 / 500
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	N	1260 / 810	990 / 630	720 / 450
Resistencia a rasgaduras	D 4533	N	500 / 350	400 / 250	300 / 180
Resistencia a agujeros	D 4833	N	500 / 350	400 / 250	300 / 180
Resistencia a ruptura	D 3786	kPa	3500 / 1700	2700 / 1300	2100 / 950
Permisividad	D 4491	s <sup>-1</sup>	0,02	0,02	0,02
Abertura aparente	D 4751	mm	0,60 (2)	0,60 (2)	0,60 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición		

(1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50 % o mayor elongación (ASTM D 4632).

(2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.

(3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Tabla 714-3

## Requisitos físicos para geotextiles de estabilización

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo III-A (1)	Tipo III-B (1)
Resistencia al agarre	D 4632	N	1400 / 900	1100 / 700
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	N	1260 / 810	990 / 630
Resistencia a rasgaduras	D 4533	N	500 / 350	400 / 250
Resistencia a agujeros	D 4833	N	500 / 350	400 / 250
Resistencia a ruptura	D 3786	kPa	3500 / 1700	2700 / 1300
Permisividad	D 4491	s <sup>-1</sup>	0,05	0,05
Abertura aparente	D 4751	mm	0,43 (2)	0,43 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición	

(1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50 % de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50 % o mayor elongación (ASTM D 4632).

(2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.

(3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.

Tabla 714-4  
Requisitos físicos para geotextiles de control permanente de erosión

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo IV-A (1)	Tipo IV-B (1)	Tipo IV-C (1)	Tipo IV-D (1)	Tipo IV-E (1)	Tipo IV-F (1)
Resistencia al agarre	D 4632	N	1400 / 900	1400 / 900	1400 / 900	1100 / 700	1100 / 700	1100 / 700
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	N	1260 / 810	1260 / 810	1260 / 810	990 / 630	990 / 630	990 / 630
Resistencia a rasgaduras	D 4533	N	500 / 350	500 / 350	500 / 350	400 / 250	400 / 250	400 / 250
Resistencia a agujeros	D 4833	N	500 / 350	500 / 350	500 / 350	400 / 250	400 / 250	400 / 250
Resistencia a ruptura	D 3786	kPa	3500 / 1700	3500 / 1700	3500 / 1700	2700 / 1300	2700 / 1300	2700 / 1300
Permisividad	D 4491	s <sup>-1</sup>	0,7	0,2	0,1	0,7	0,2	0,1
Abertura aparente	D 4751	mm	0,34	0,25 (2)	0,22 (2)	0,34 (2)	0,25 (2)	0,22 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	50% después de 500 horas de exposición					

(1) El primer valor en cada tipo se aplica para los geotextiles que se rompen a menos del 50% de elongación. El segundo valor corresponde a los geotextiles que se rompen al 50% a mayor elongación (ASTM D 4632).

(2) Se aplica al valor promedio máximo del rollo.

(3) El valor mínimo promedio de resistencia a rasgadura para geotextil monofilamento tejido es de 245 Newtons.



Tabla 714-5

**Requisitos físicos para barandas temporales de limos**

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo V-A (1)	Tipo V-B (2)	Tipo V-C (3)
Resistencia al agarre. Dirección máquina Dir. Cruzada	D 4632	N	400 400	550 450	550 450
Permisividad	D 4491	s <sup>-1</sup>	0,05	0,05	0,05
Abertura aparente	D 4751	mm	0,60 (1)	0,60 (1)	0,60 (1)
Estabilidad al ultravioleta	D 4355	%	70 % después de 500 horas de exposición solar		
Espaciamiento máximo entre postes		m	1,20	1,20	1,20

(1) Valor máximo promedio del rollo

(2) Valor en la ruptura cuando la elongación es igual o mayor de 50 % (ASTM D 4632)

(3) Valor en la ruptura cuando la elongación es menor que el 50 % (ASTM D 4632)

Tabla 714-6

**Requisitos físicos para tejido de pavimentación**

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo VI
Resistencia al agarre	ASTM D 4632	Newtons	500
Elongación última	ASTM D 4632	Newtons	50% en la ruptura
retención de asfalto	Texas DOT renglón de pago 3099	L/m <sup>2</sup>	0.90
Punto de fusión	ASTM D 276	°C	150

**714.02 Drenes geocompuestos**

El canal central de drenaje debe estar envuelto o encapsulado por el geotextil. Se deberán incluir todos los accesorios de fijación necesarios para empalmar una lámina, panel o rollo con el siguiente y para conectar el drenaje al colector y a la tubería de salida.

Para el canal de drenaje se deben usar materiales con polímeros sintéticos de cadenas largas compuestos por al menos 85 % por peso de polipropileno, poliéster, poliamida y cloruro de polivinilo, poliolefino o poliestireno. Se construirá un canal central con láminas, paneles o rollos de resistencia adecuada para soportar los esfuerzos de instalación y las condiciones de carga a largo plazo. El canal central se formará por medio de columnas, conos, redes, filamentos rígidos u otras configuraciones.

Los drenes geocompuestos deben tener una resistencia mínima a compresión de 275 kilopascales, al ser ensayados de acuerdo con la norma ASTM D 1621, procedimiento A. Los accesorios de fijación y traslape y todos los conectores deben tener resistencia suficiente para mantener la integridad del sistema durante el manejo y su construcción sin impedir el flujo de agua y sin dañar el canal central.

Se protegerá el material del agua y de la radiación del sol mediante cubiertas protectoras, si se tiene que almacenar a la intemperie. Si se va a usar el geotextil en un proyecto permanente, no se permitirá que se exponga al sol por más de 10 días.

Los geocompuestos serán evaluados de acuerdo a la Sección 107.03. Las muestras del material deben ser de 1 metro por 1 metro de sección cuadrada, para material suministrado en láminas. Si se suministra en rollos, la muestra debe ser de un metro por todo el ancho del rollo. Se identificará la muestra con el número del lote de producción, fecha de muestreo, número de proyecto, número de rubro, fabricante y nombre del producto.

(a) Subdrenajes de geocompuestos. Los flujos horizontales y verticales de agua dentro del canal central deben estar interconectados para toda su altura. Este canal envuelto en geotextil debe proveer una tasa mínima de flujo de 1 litro por segundo por metro de ancho, según la norma ASTM D 4716, con las siguientes condiciones:

1. El espécimen debe tener 300 mm de longitud
2. La carga aplicada será de 69 kilopascales
3. La gradiente será de 0,1
4. El periodo de reposo será de 100 horas
5. Se debe colocar espuma de hule para cierre entre las plaquetas y el geocompuesto.

Se asegurará muy bien el geotextil al canal central, en tal forma que no aparezcan arrugas, dobleces o se facilite el movimiento al colocarlo o después de completar su instalación. Se usará un adhesivo no soluble en agua o un sistema en caliente para soldar, o los métodos que recomiende el fabricante.

No se usará el adhesivo en las zonas donde haya flujo de agua constante.

Si se usa soldadura en caliente, se tendrá cuidado de no debilitar el geotextil en sus propiedades de resistencia. Se extenderá el geotextil por debajo del canal central y con suficiente longitud para encapsular completamente la tubería del colector.

(b) Drenes de láminas de geocompuestos. Los flujos horizontales y verticales de agua en el drenaje laminar deben estar conectados con la altura completa del canal central. Este canal, con el geotextil laminado a un lado, debe proveer una tasa mínima de flujo de 1 litro por segundo por metro de ancho, cuando sea ensayado de acuerdo con ASTM, D 4716, bajo las condiciones (1 a 5) que se anotaron en (a). La gradiente debe ser de 1,0.

Si la construcción separa el canal de flujo en dos o más secciones, solamente se tomará en cuenta la tasa de flujo en la cara de entrada, para determinar la aceptabilidad del sistema.

Se asegurará muy bien el geotextil al canal central, en tal forma que no aparezcan arrugas, dobleces o que se facilite el movimiento al colocarlo o después de completar su instalación. Se usará un adhesivo no soluble en agua, o un sistema en caliente para soldar, o los métodos que recomiende el fabricante.

No se usará el adhesivo en las zonas donde haya flujo de agua constante.

Si se usa soldadura en caliente, se tendrá cuidado en no afectar las propiedades del geotextil de resistencia. Se extenderá el geotextil por debajo del canal central y con suficiente longitud para encapsular completamente la tubería del colector.

(c) Drenajes geocompuestos de borde para pavimentos. El geotextil debe encapsular firme y ajustarse al drenaje geocompuesto de borde. Los drenes de borde deben permitir el flujo en ambos lados. El centro del drenaje, con su geotextil en sitio, debe permitir un flujo mínimo de 3 litros por segundo por metro de ancho, si se prueba con la norma ASTM, D 4716, bajo las condiciones (1) a (5) de la parte (a).

Si el geocompuesto principal separa el canal de flujo en dos o más secciones, se considerará solamente el flujo ensayado del canal contiguo al pavimento.

Todas las tuberías y accesorios usados para los desfuegos de los drenes de borde deben ser de tubería plástica no perforada, que cumpla con la Subsección 706.08.

El cemento solvente que se usa para la tubería de desfogue y los conectores, debe cumplir con la norma ASTM D, 2564. La composición del material para los conectores de desfogue debe ser compatible con soldadura solvente de PVC.

## Sección 715.) PILOTES

### 715.01 Pilotes de madera sin tratar.

Los pilotes de madera sin tratar deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 168. Deben suministrarse con las dimensiones especificadas en el contrato. Deben colocarse abrazaderas de acero cada 3 metros de longitud y las primeras 3 cada 75mm de los extremos del pilote.

### 715.02 Pilotes de madera tratados.

A no ser que estuviese especificado de otro modo, el pilotaje de madera tratada deberá ser de pino y deberán ser tratados con el preservativo que se exija en el cartel de licitación, en conformidad con los requisitos mostrados en los planos o en las disposiciones especiales. Los pilotes marinos, deberán ser tratados con creosota de acuerdo con las disposiciones especiales. Deben cumplir con AASHTO M 133.

### 715.03 Pilotes de concreto.

El concreto deberá satisfacer los requisitos de la Sección 552, y será de la Clase A (AE), a no ser que en los planos se indique otra cosa. Los pilotes pretensados deben cumplir con Sección 553.

Las varillas de refuerzo, de acero de lingote y el de riel (relaminado), deberán satisfacer los requisitos de la Subsección 709.01. El acero para preesforzado deberá satisfacer los requisitos de la Subsección 709.03.

### 715.04 Cascos de acero.

Los cascos de acero deberán tener suficiente resistencia y rigidez para permitir su hinca y evitar la distorsión perjudicial causada por las presiones del terreno o por la hinca de pilotes contiguos, mientras son rellenos con concreto. Los cascos deberán estar suficientemente ajustados para que no penetre el agua durante la colocación del concreto. El diámetro de la punta no menor de 8 pulgadas (20,32 cm), y el diámetro del tope no deberá ser menor que el mostrado en los planos. Los cascos que tengan que ser hincados con mandril deberán estar equipados con puntas de hincamiento pesadas, de acero. Ni las puntas de hincamiento ni las soldaduras de conexión deberán sobresalir más allá del perímetro de las puntas de los pilotes.

Se deben suministrar pilotes cilíndricos o cónicos de acero soldado en espiral, de soldaduras rectas, o de acero sin soldadura. Se debe usar solamente un tipo de pilote de acero en toda la estructura y su espesor mínimo debe ser el siguiente:

Tipo de pilote	Espesor
Diámetro externo < 350 mm	6 mm
Diámetro externo $\geq$ 350 mm	10 mm
Pilote cónico	4,5 mm

(a) Conchas de acero hincadas sin usar un mandril. Se deben suministrar conchas segmentadas de acero de 300 mm de diámetro en su parte superior y 200 mm en la punta, para fabricar pilotes de concreto en sitio. Si se requiere construir pilotes de sección constante se debe suministrar una concha de 270 mm de diámetro nominal. Las conchas deben cumplir la norma ASTM, M183 M.

(b) Conchas de acero hincadas usando un mandril. Se deben suministrar conchas de suficiente resistencia y espesor para resistir el proceso de hinca y la presión del suelo, una vez que se terminó el proceso. Las dimensiones de punta y parte superior del pilote se especifican en el contrato.

#### **715.05 Tubos de acero.**

Se deben suministrar tubos de acero que cumplan lo siguiente:

Tubo de acero para ser llenado de concreto	ASTM A 252 grado 2
Placas de cierra para pilotes cerrados	AASHTO M 183M
Puntos cónicos de refuerzo para cierre de punta	AASHTO M 103M
Tubos no soldados y soldados sin relleno	ASTM A 252 grado 2

Ni las placas de taponamiento ni las soldaduras que las sujetan deberán sobresalir más allá del perímetro de las puntas de los pilotes.

#### **715.06 Pilotes de acero estructural tipo H.**

Los pilotes de acero estructural deberán ser secciones de acero laminadas, del peso y forma indicados. Deberán de ser de acero estructural que satisfaga los requisitos de AASHTO M 183 (ASTM A36), con tal que, cuando las disposiciones especiales indiquen acero estructural cuprífero, contengan no menos de 0,20 por ciento ni más de 0,35 por ciento de cobre, con la excepción de que el acero, al ser colocado en las guías del martinete, no deberá exceder de la combadura y curvatura permitidas por la tolerancia del laminador. Los pilotes que se encuentren doblados o maltratados en alguna otra forma, serán rechazados.

#### **715.07 Tablestacas.**

Las tablestacas de acero que se suministren deben cumplir con la norma AASHTO M 202M o M 223M. Para otros tipos de tablestaca, se deben cumplir las especificaciones particulares del material. Las juntas a construir entre paneles deben ser impermeables.

#### **715.08 Zapatas de pilotes.**

Se deben suministrar zapatas de apoyo para los pilotes de madera hechas de acero colado y que cumplan la norma ASTM A 27M.

#### **715.09 Traslapes.**

Los traslapes de pilotes de tubo de acero o de secciones "H" deben cumplir con la norma AASHTO M 183M.

### **Sección 716.) MATERIALES PARA ESTRUCTURAS DE MADERA**

#### **716.01 Maderamen y madera aserrada estructural**

El maderamen estructural, la madera aserrada y el pilotaje, deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 168.

#### **716.02 Herraje**

Los pernos comunes, cabillas, y espigas, podrán ser de hierro forjado o de acero grado intermedio. Las arandelas deberán ser de hierro colado de segunda fusión o de fundición maleable, a no ser que en los planos se especifiquen arandelas cortadas de lámina de hierro forjado o de acero grado intermedio.

Los pernos deberán tener cabezas y tuercas cuadradas, a no ser que se estipule de otro modo. Los clavos deberán ser cortados o redondos, de forma estándar según lo especificado.

Todo el herraje deberá ser protegido adecuadamente contra la oxidación.

Los conectores de anillo o de plancha recortada para la madera deberán ser de diseño aprobado, que

satisfagan los requisitos del artículo 16.2.6, de las Especificaciones estándar para puentes en carreteras, según AASHTO.

#### **716.03 Madera Estructural Tratada**

La madera estructural, la aserrada, y el pilotaje que tenga que ser tratado deberán satisfacer los requisitos de AASHTO M 133. El tipo de tratamiento que se empleará será indicado en los planos o en las disposiciones especiales.

#### **716.04 Madera Laminada Estructural Pegada (Adherida)**

Suministrar madera laminada estructural pegada con un adhesivo apropiado conforme con AITC 117. Fabricarla de acuerdo a la combinación y grado indicados en el contrato. Fabricar los miembros de madera laminada estructural adherida de acuerdo con ANSI/AITC A190.1, Madera Laminada Estructural Adherida.

Fabricar los miembros con apariencia industrial, grado apto para condiciones de uso en ambientes húmedos, utilizando una resina tipo fenol-resorcinol; cubrir las piezas totalmente con el adhesivo. Usar piezas laminadas sencillas o múltiples, con juntas con bordes adheridos.

### **Sección 717.) METAL DE USO ESTRUCTURAL**

#### **717.01 Acero estructural**

(a) Acero estructural con carbono.

Se deberá suministrar acero con carbono que cumpla las siguientes normas:

1. Miembros primarios para puentes AASHTO M 270M grado 250T
2. Miembros críticos a fractura en puentes AASHTO M 270M grado 250 F
3. Otras formas, placas y barras AASHTO M 270M grado 250

(b) Acero de alta resistencia y baja aleación (HSLA).

Se debe suministrar acero de alta resistencia que cumpla las siguientes normas:

1. Miembros principales y soldados en puentes AASHTO M 270M grado 345 T o 345WT
2. Miembros críticos a fractura en puentes y miembros soldados críticos a la fractura AASHTO M 270M grado 345F o 345WF
3. Otras formas, placas y barras AASHTO M 270M grado 345 o 345WF

(c) Acero enfriado y atemperado de alta resistencia (QT).

Se debe suministrar acero atemperado que cumpla las siguientes normas:

1. Miembros primarios AASHTO M 270M grado para puentes 485WT, 690T o 690W
2. Miembros críticos a la AASHTO M 270M grado 485WF fractura en puentes 690F o 690WF
3. Otras formas, placas y barras. AASHTO M 270M grado 485W, 690 o 690W

(d) Pernos y tuercas.

Estos materiales deben cumplir la norma ASTM A 307

(e) Pernos y tuercas de alta resistencia. Deben cumplir con la norma AASHTO M 164M o AASHTO M 253M según lo especificado.

#### **717.02 Forjados de acero.**

Deben cumplir con la AASHTO M 102 clases C, D, F y G.

**717.03 Pines y rodillos.**

Se deben suministrar pines y rodillos de diámetro superior a 225 mm de acero forjado con carbono enfriados lentamente que cumplan la norma AASHTO M 102 clase C.

**717.04 Colados**

(a) Aceros colados. Deben cumplir con la norma AASHTO M 192M clase 485

(b) Aceros con aleación de cromo. Deben cumplir con la norma AASHTO M 163M grado CA-15

(c) Colados de hierro gris. Deben suministrarse materiales que cumplan la norma AASHTO M 105 clase 30B, a menos que se especifique otra cosa. Los colados deben hacerse sin fallas, porosidad, grietas, burbujas u otros defectos que puedan afectar la resistencia y su servicio. La superficie del colado puede ser tratada con chorro abrasivo de arena o pulida para que se entregue lisa, limpia y uniforme.

(d) Colados de hierro maleable. Deben cumplir con la norma ASTM A 47M grado 35018, a menos que se especifique otra cosa. Aplique los mismos procedimientos constructivos que en el apartado anterior.

**717.05 Conectores de cortante.**

Deben cumplir con la norma AASHTO M 169 y AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges Division II, artículo 11.3.3, Conectores soldados de cortante.

**717.06 Tubos de acero.**

Se deben suministrar tubos de acero galvanizado que cumplan con la norma ASTM A 3 Tipo F, de peso estándar para la designación especificada en el contrato.

**717.07 Recubrimiento galvanizado.**

Se debe suministrar un recubrimiento galvanizado conforme a la norma AASHTO M 111 cuando sea especificado.

**717.08 Plomo en láminas.**

Se debe suministrar plomo que no contenga plata que cumpla la norma ASTM B29. Las láminas deben entregarse con espesor uniforme de 6mm  $\pm$  1mm, libre de grietas, costuras, desprendimientos u otros defectos.

**717.09 Mallas de acero para piso.**

Estas mallas deben cumplir la norma AASHTO M 270M grado 250 o 345 W. El acero deberá tener un contenido mínimo de cobre de 0,20 % a menos que sea galvanizado. El acero debe ser galvanizado a menos que se especifique que debe ser pintado.

**717.10 Almohadillas elastoméricas de apoyo.**

Deben cumplir con la norma AASHTO M 251.

**717.11 Aleación de aluminio para uso estructural.**

Los materiales de aluminio estructural deberán satisfacer los requisitos que indiquen los planos del proyecto.

**717.12 Rieles de aleación de aluminio para puentes.**

El material debe cumplir con las especificaciones aplicables de la Tabla 717-2.

**717.13 Pernos y tuercas de aluminio.**

Debe cumplir con la norma ANSI B18.2.

**717.14 Alambre de soldadura de aluminio.**

Debe cumplir con los requisitos que se presentan en la Tabla 717-1.

*Tabla 717-1*

**Alambre para soldadura de aluminio**

<b>Serie de la aleación</b>	<b>Especificación</b>	<b>Alambre</b>
3xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 4043
3xxx, 5xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 5356
5xxx y 6xxx	AWS 5.10	ER 5556 o ER 5183

**717.15 Sellos elastoméricos de juntas de compresión.**

Se deben suministrar sellos que cumplan la norma AASHTO M 220.

Tabla 717-2  
Aleaciones de aluminio para barandas de puentes

Componentes de la baranda	Planchas y láminas	Tubos estirados sin forma	Barras y alambre	Barras, varillas, perfiles y tubos troquelados	Tubería	Perfiles estructurales	Remaches y alambres para encabezamiento en frío	Piezas fundidas en arena	Piezas fundidas en moldes permanentes
Especificación ASTM	B 209	B 210	B 211	B 221	B 241	B 308	B 316	B 26	B 108
Posts y base para postes. Estructural, forjados Fundidos				6061-T6	6061-T6 6063-T6	6061-T6			A444.0-T4
Postes ornamentales Forjados Fundidos				6063-T6	6063-T6			356.0-T6 356.0-T6	A356.0T-6 A356.0T-6
Rieles Estructurales Forjados		6061-T6 6063-T6		6061-T6 6063-T6 6351-T5	6061-T6 6063-T6	6061-T6			
Pernos y tornillos <sup>(2), (3)</sup>									
Aluminio			2024-T4 <sup>(4)</sup>						
Acero inoxidable			6061-T6 <sup>(5)</sup>						
Acero galvanizado									
Acero aluminizado									
Tuecas <sup>(6)</sup>			2024-T4						
6 mm e inferiores <sup>(3)</sup>			6061-T6						
5 mm y superiores			6262-T9						

Nota general: La designación "F" aplica para productos que adquieren algún estado o carácter diferente en el proceso de fabricación.



Tabla 717-2 (continuación)

**Aleaciones de aluminio para barandas de puentes**

Componentes de la baranda	Especificación ASTM	Plancas y láminas B 209	Tubos estirados sin forma B 211	Barras y alambre B 211	Barras, varillas, perfiles y tubos troquelados B 221	Tubería B 241	Perfiles estructurales B 308	Remaches y alambres para encabezamiento en frío B 316	Piezas fundidas en arena B 26	Piezas fundidas en moldes permanentes B 108
Arandelas planas (6)	Alclad 2020-T4									
Forjados	Alclad 2024-T3 <sup>(8)</sup>									
Arandelas de rosca (6)			7075-T6							
Forjados										
Remaches Forjados					6061-T6		6061-T6 6061-T4 (1) (10)			
Ajustadores o niveladores Forjados Fundidos	1100-0				6063-F	(1)			443,0-F	
Relleno para soldadura Forjados										
Chapas o tapones Forjados Fundidos		6061-T6			6061-T6				356,0-F 356,0-F 443,0-F	

Notas específicas:

- (1) Sólo composición química
- (2) Usar tuercas y arandelas compatibles inoxidables y con recubrimiento. No usar aluminio para anclar los pernos.
- (3) Recubrimiento con aleación 2024-T4 con 5 micrómetros mínimo de espesor
- (4) Usar aleación 2024-T4 para pernos sometidos a esfuerzo
- (5) Usar aleación 6061-T6 como material alternativo para pernos menores
- (6) Usar con pernos y tornillos de aluminio. No usar aluminio para anclar pernos y arandelas
- (7) B 211 es una alternativa aceptable
- (8) Usar tipo T3 para espesores menores de 6 milímetros y usar T4 para espesores mayores de 6 milímetros
- (9) Usar para remaches en frío
- (10) Usar para remaches entre 530 a 565 °C.

## Sección 718.) MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN

Se recomienda que los dispositivos de señalamiento y demarcación deben colocarse de conformidad con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA).

### 718.01 Material laminado retroreflectivo.

Se recomienda incluir el tipo de material retroreflectivo y su correspondiente tabal de retro reflexión, tal y como se indica a continuación:

Tabla 718.1

**TIPO I: Laminado de intensidad media, con lente de botones de vidrio encerrado Mínimo coeficiente de retro reflexión. ASTM-4956-09.**

Tabla 1 - Tipo I								
Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul	
0.2	-4	70	50	25	9	14	4.0	1.0
0.2	+30	30	22	7.0	3.5	6.0	1.7	0.3
0.5	-4	30	25	13	4.5	7.5	2.0	0.3
0.5	+30	15	13	4.0	2.2	3.0	0.8	0.2

Tabla 718.2

**TIPO II: Laminado de intensidad media-alta, con lente de botones de vidrio encerrado mínimo coeficiente de retro reflexión. ASTM-4956-09.**

Tabla 3 - Tipo II								
Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul	
0.2	-4	140	100	60	30	30	10.0	5.0
0.2	+30	60	36	22	10	21	4.0	2.0
0.5	-4	50	33	20	9.0	10	3.0	2.0
0.5	+30	28	20	12	6.0	6.0	2.0	1.0

Tabla 718.3

**TIPO III: Laminado de alta densidad, con botones de vidrio o material prismático encapsulado mínimo coeficiente de retro reflexión. ASTM-4956-09.**

Tabla 4 - Tipo III								
Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul	
0.1	-4	300	200	120	54	54	24	14
0.1	+30	180	120	32	32	32	14	10
0.2	+4	250	170	45	45	45	20	12
0.2	+30	150	100	25	25	25	11	8.5
0.5	-4	95	62	15	15	15	7.5	5.0
0.5	+30	65	45	10	10	10	5.0	3.5

Tabla 718.4

**TIPO IV: Laminado de alta densidad, con elementos micro prismáticos no metalizados mínimo coeficiente de retro reflexión. ASTM-4956-09.**

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul		Verde limón fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0.1	-4	500	380	200	70	90	42	25	400	300	150
0.1	+30	240	175	94	32	42	20	12	185	140	70
0.2	+4	360	270	145	50	65	30	18	290	220	105
0.2	+30	170	135	68	25	30	14	8.5	135	100	50
0.5	-4	150	110	60	21	27	13	7.5	120	90	45
0.5	+30	72	54	28	10	13	6.0	3.5	55	40	22

Tabla 718.5

**TIPO V: Laminado de intensidad super alta, con elementos micro prismáticos metalizados mínimo coeficiente de retro reflexión. ASTM-4956-09.**

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul
0.1	-4	2000	1300	800	360	360	160
0.1	+30	1100	740	440	200	200	88
0.2	+4	700	470	280	120	120	56
0.2	+30	400	270	160	72	72	32
0.5	-4	160	110	64	28	28	13
0.5	+30	75	51	30	13	13	6.0

Tabla 718.6

**TIPO VI: Laminado elastomérico de alta intensidad, con material micro prismático de vinil mínimo coeficiente de retro reflexión. ASTM-4956-09.**

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul	Verde limón fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0.1	-4	750	525	190	90	105	68	800	600	300
0.1	+30	300	210	75	36	42	27	370	280	135
0.2	+4	500	350	125	60	70	75	560	420	210
0.2	+30	200	140	50	24	28	18	260	200	95
0.5	-4	225	160	56	27	32	20	200	150	75
0.5	+30	85	60	21	10	12	7.7	92	69	35

TIPO VII: Materiales retro reflectivos, previamente clasificados como Tipo VII han sido reclasificados como tipo VIII. ASTM-4956-09.

Tabla 718.7

**TIPO VIII: Láminas retro reflectantes normalmente fabricadas con un micro prisma truncado, estos materiales pueden ser usados en señales permanentes, dispositivos de control de obra y delineadores mínimo coeficiente de retro reflexión. ASTM-4956-09.**

Tabla 8 - Tipo VII											
Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul		Verde limón fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0.1	-4	1000	750	375	100	150	45	30	800	600	300
0.1	+30	460	345	175	46	69	21	14	370	280	135
0.2	+4	700	525	265	70	105	32	21	560	420	210
0.2	+30	325	245	120	33	49	15	10	260	200	95
0.5	-4	250	190	94	25	38	11	7.5	200	150	75
0.5	+30	115	86	43	12	17	5.0	3.5	92	69	35

Tabla 718.8

**TIPO IX: Láminas retro reflectantes normalmente fabricadas con un micro prisma truncado. La aplicación de estos materiales es en señales permanentes, dispositivos de control de obra y delineadores. Mínimo coeficiente de retro reflexión. Tabla 9. ASTM-4956-09.**

Tabla 9 - Tipo IX										
Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul	Verde limón fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0.1	-4	660	500	250	66	130	30	530	400	200
0.1	+30	370	280	140	37	74	17	300	220	110
0.2	+4	380	285	145	38	76	17	300.0	130	115
0.2	+30	215	162	82	22	43	10	170.0	130	65
0.5	-4	240	180	90	24	48	11	190.0	145	72
0.5	+30	135	100	50	14	27	6.0	110.0	81	41
1	-4	80	60	30	8.0	16	3.6	64.0	48	24
1	-30	45	34	17	4.5	9.0	2.0	36.0	27	14

TIPO X: Láminas retro reflectantes previamente clasificadas como Tipo X han sido reclasificadas como tipo VIII. El uso de una denominación de Tipo X ha sido discontinuado. ASTM-4956-09

Tabla 718.9

**TIPO XI: Láminas retro reflectantes normalmente fabricadas con un micro prisma truncado. La aplicación de estos materiales es en señales permanentes, dispositivos de control de obra y delineadores. Mínimo coeficiente de retro reflexión.ASTM-4956-09.**

Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul		Verde limón fluorescente	Amarillo fluorescente	Naranja fluorescente
0.1	-4	830	620	290	83	125	37	25	660	500	250
0.1	+30	325	245	115	33	50	15	10	260	200	100
0.2	+4	580	435	200	58	87	26	17	460	350	175
0.2	+30	220	165	77	22	33	10	7.0	180	130	66
0.5	-4	420	315	150	42	69	19	13	340	250	125
0.5	+30	150	110	53	15	23	7.0	5.0	120	90	42
1	-4	120	90	42	12	18	5.0	4.0	96	72	36
1	-30	45	34	16	5.0	7.0	2.0	1.0	36	27	14

#### 718.02 Procedimientos de ensayo. 0

Se deberá cumplir con la norma ASTM D 4956, excepto que los Requisitos Suplementarios (SI), resistencia a los hongos, son enmendados en la forma siguiente: Los cultivos de *Aspergillus niger* en la materia prima ATCC No. 6275, pueden ser mantenidos por no más de 4 meses en un refrigerador a una temperatura de 3 °C a 10 °C. Se usarán subcultivos incubados a 28 ° a 30 °C de diez a catorce días en la preparación del inóculo.

#### 718.03 Tableros de plywood.

Se usará plywood, para forro de tipo B-B de alta densidad para uso exterior o mejor, de acuerdo con las especificaciones PS-1 del NIST para construcción o uso industrial. Para tableros con un área frontal de 0,4 m<sup>2</sup> o menos, y la dimensión horizontal no mayor que la vertical, úsese plywood de 13 mm de espesor; para tableros mayores, se usará plywood de 19 mm de espesor.

#### 718.04 Tableros de acero.

Se usará acero comercial en láminas. Para rótulos pequeños (hasta de 61 cm en su dimensión mayor), se podrá usar, como mínimo, el calibre 18, y para rótulos grandes, el calibre 16. Las láminas serán galvanizadas por medio de una capa continua que llenará los requisitos de la ASTM A 525. El recubrimiento de zinc será el designado como G 90 y, además, toda la lámina será fosfatada en fábrica en un espesor de 1,1 + 0,5 g/m<sup>2</sup> de superficie.

#### 718.05 Tableros de aluminio.

Las láminas llenarán los requisitos de la Norma ASTM B 209 M, aleación 6061-T ó 5052 H-38. Las láminas tendrán un recubrimiento superficial que provea una base satisfactoria para el material laminado o pintura reflectiva, que será aplicada después. Ese tratamiento químico de conversión impartirá, además, resistencia contra la corrosión. Dicho recubrimiento se ajustará a la Norma ASTM B449-67, Clase 2 (12-30 mg/m<sup>2</sup>). Los tableros con tamaño de 750 x 750 mm o menores, deberán ser de láminas de aluminio de 2 mm de espesor; para tamaños mayores, se usará lámina de 3mm de espesor.

#### 718.06 Tableros de plástico

(a) Plástico. Se debe suministrar material luminoso, flexible, de alto impacto y material químico ultravioleta resistente de policarbonato, al que se le pueda aplicar material adhesivo, recubrimientos y material retroreflectivo laminado.

Los tableros deberán ser planos y libres de cualquier defecto en su superficie.

(b) Plástico de fibra de vidrio reforzado. Se suministrará material de fibra de vidrio reforzado de poliéster acrílico modificado laminado. Los tableros de señales deberán aceptar materiales adhesivos, recubrimientos y material retroreflectivo laminado según sea recomendado.

#### **718.07 Tableros de aluminio extruído.**

Se usarán tableros conforme a la norma AASHTO B 221 M de aleación de aluminio 6063-T6. La máxima desviación permisible para la superficie plana o cara del tablero será de 4 mm/m.

#### **718.08 Postes.**

Los postes serán de madera, acero o aluminio, según esté especificado en los planos.

(a) Postes de madera. Los postes serán de madera seca y dura que cumpla los requerimientos de AASHTO M 168.

(b) Postes de acero. Estos llenarán los requisitos de la Norma ASTM A499, galvanizados de acuerdo con ASTM A 123. El peso mínimo por metro lineal de poste o el calibre, será el indicado en los planos.

Los agujeros de 10 mm, serán perforados o punzonados antes de ser galvanizados.

(c) Postes de aluminio. Estos serán hechos de los perfiles laminados estándar especificados de aleación de aluminio 6061-T6, 6351-T5, 6063-T6 ó 6005-T5, de acuerdo con la norma ASTM B 221 M.

#### **718.09 Postes indicadores de objetos y postes delineadores.**

Los postes serán de madera, acero, aluminio o plástico, según lo indiquen los planos.

(a) Postes de madera. Tendrán sección de 100 mm x 100 mm y se ajustarán a lo requerido en la Subsección 718.08.

(b) Postes de acero. Estos serán de acero de brida en U (Canal) que pesen no menos de 3 kg/m y cumplan con ASTM A 36M. Serán galvanizados de acuerdo con ASTM A 123.

(c) Postes de aluminio. Estos serán de perfil estándar de 3 mm, de espesor, que cumplan con la norma ASTM B 221M, aleación 356.0-T6.

(d) Postes de plástico. Estos serán postes delineadores flexibles hechos de material polimérico altamente resistente al impacto.

#### **718.10 Accesorios.**

Los pernos corrientes, pernos de ensanche y las clavijas pueden ser de acero medio. Usar arandelas de fundición de hierro gris o hierro maleable, a menos que se hayan especificado arandelas estructurales.

Se deberá usar pernos y tuercas de cabeza cuadrada, un tipo comercial estándar de clavo cortado o redondeado y tirafondos cortados, redondeados o del tipo para botes, según sea especificado.

Se deberá galvanizar todos los accesorios de acuerdo con la norma ASTM A 153.

Se usarán conectores de madera de argolla o platina de cizalle conforme a las "Especificaciones para Puentes de Carreteras, División II, artículo 16.2.6, Conectores para Madera" de la AASHTO.

Para pernos, arandelas y tuercas de aleación de aluminio se ajustarán a lo establecido en las Subsecciones 717.13 y 717.14.

#### **718.11 Letras, números, flechas, símbolos y bordes.**

Las letras, números, flechas, símbolos y bordes, y otras características o detalles del mensaje de la señal, serán del tipo, tamaño, series y colores mostrados en los planos u ordenados por el Contratante.

Los colores cumplirán con lo especificado en Subsección 718.01. Las letras, números y demás elementos del mensaje, serán dibujados con una línea continua de ancho uniforme y bordes suaves y tendrán una

superficie plana libre de alabeo, ampollas, arrugas, rebabas y astillas. Los elementos del mensaje de la señal del tipo mostrado en los planos deberán llenar los siguientes requisitos.

(a) Tipo L-1: Proceso de malla serigráfica aplicada. Las letras, números, flechas, símbolos y bordes serán aplicados sobre la lámina retroreflectiva o fondo opaco de la señal por medio de un proceso de malla serigráfica, directo o inverso. Los mensajes y bordes de un color más oscuro que el fondo, serán aplicados a la pintura o a la lámina retroreflectiva por un proceso directo. Los mensajes y bordes de un color más claro que el fondo serán puestos por el proceso inverso de malla serigráfica.

Los colores, tintas y pinturas opacos y transparentes usados en el proceso de malla serigráfica serán del tipo y calidad recomendados por el fabricante de la lámina reflectiva.

La aplicación del color por medio de la malla será hecha de una manera que el color y el tono queden uniformes, con las orillas de la leyenda y el borde bien definidos, sin que se produzcan en el fondo de la señal ampollas que afecten el uso que se le va a dar.

Las señales, después de la puesta de la leyenda, borde y símbolos por medio de la malla, serán secadas al aire o al horno, según lo recomiende el fabricante, a fin de darles un acabado duro y liso. Las señales que desarrollen ampollas durante el proceso de secado, serán rechazadas.

(b) Tipo L-3: Caracteres directamente aplicados. Las letras, números, símbolos, bordes y demás elementos del mensaje de la señal serán recortados de láminas retroreflectivas (Subsección 718.01) de lentes embebidos o lentes encapsulados, del color especificado en los planos, y aplicadas a la lámina retroreflectiva de la cara de la señal de acuerdo con las instrucciones del fabricante de la lámina.

La lámina retroreflectiva deberá tener un coeficiente de retroreflección (Ra) de acuerdo con la norma ASTM D 4956.

(c) Tipo L-2: Caracteres desmontables. Las letras, números, símbolos, bordes y demás elementos del mensaje de la señal, serán hechos de lámina retroreflectiva aplicada a planchas planas de aluminio, con el equipo y de la manera recomendada por el fabricante. Las letras, números, símbolos, y bordes serán de plancha de aluminio de aleación 3003-H14, según la norma ASTM B209 y espesor de 0,81 mm. El espaciamiento de los agujeros de montaje para tornillos, pernos o remaches será determinado por la naturaleza, tamaño y forma de la señal, pero, en ningún caso quedarán a más de 203mm, de centro a centro. Cada elemento del mensaje será asegurado a la señal por medio de tornillos, pernos o remaches resistentes a la corrosión y que no se tuerzan una vez colocados.

**718.12 Objetos de demarcación retroreflectivos.**

Se usarán elementos retroreflectivos del tipo 1 o tipo 2 que se encuentren listos para el montaje.

(a) Tipo I: Lentes de plástico acrílico. Se usarán lentes de plástico acrílico de 4500 mm<sup>2</sup>, con elementos ópticos prismáticos con una apariencia lisa, clara y transparente. Fabricar la parte posterior con un material similar y unir con los lentes alrededor de todo el perímetro para formar una unidad homogénea. Sellar todas las unidades para protegerlas contra el polvo, agua o aire. En la Tabla 718-10 se presentan los ángulos de orientación:

*Tabla 718-10*

**Coefficientes (Retroreflectivos) de intensidad luminosa (R) mínimos  
Candelas per lux**

Ángulo de observación (°)	Ángulo de entrada (°)	Blanco (1)	Amarillo	Rojo
0,1	0	10,7	6,5	2,8
0,1	20	4,2	2,3	1,1

Nota 1: Para la designación de este color es aceptable también cristal o material transparente.

(b) Tipo 2: Láminas retroreflectivas. Se usarán láminas retroreflectivas (Sección 708.01) resistente a hongos tipo III, IV o V con material adhesivo clase 1 ó 2 conforme a la norma ASTM D 4956. Estas láminas se colocarán unidas a tablero de soporte de aluminio o plástico de tamaño y dimensiones según sea especificado.

**718.13 Pintura para señalamiento horizontal.**

Se usará una pintura preparada especial para usar en pavimentos de concreto asfáltico o de concreto con cemento Pórtland conforme a la norma FSS TT-P-115F.

**718.14 Pintura a base de agua para señalamiento horizontal.**

Se usará una pintura a base de agua acrílica especial para usar en pavimentos de concreto asfáltico o de concreto con cemento Pórtland, satisfaciendo 718.13.

**718.15 Demarcación con epóxicos.**

Se usarán dos componentes, 100 % sólidos aplicables con un sistema de rociado en caliente y satisfaciendo 718.13.

**718.16 Demarcación con poliéster.**

Se usará un sistema de dos componentes considerando la dirección reflectante de los colores a usar (blanco o amarillo) conforme a la norma FTMS 141, método 6121.

**718.17 Demarcación termoplástica.**

Conforme a AASHTO M 249.

**718.18 Demarcación con plástico preformado (captaluces).**

Conforme a ASTM D 4505 tipo I, V, VI o VII, grado A, B, C, D o E.

**718.19 Esferas de vidrio.**

Conforme a la norma AASHTO M 247 para el tipo especificado. En la Tabla 718-2 se presenta la granulometría recomendada para las esferas de vidrio. Estas esferas de vidrio serán tratadas con un recubrimiento adhesivo según recomendación del fabricante.

*Tabla 718-2*  
**Granulometría para esferas de vidrio**

Malla abertura	Porcentaje por peso pasando la malla designada (ASTM D 1214)		
	Granulometría designada		
	Tipo 1	Tipo 4	Tipo 5
2,36 mm			100
2,0 mm		100	95 - 100
1,7 mm	100	95 - 100	80 - 95
1,4 mm	95 - 100	80 - 95	0 - 5
1,18 mm	80 - 95	10 - 40	0 - 2
1,0 mm	10 - 40	0 - 5	
850 µm	0 - 5	0 - 2	
710 µm	0 - 2		



**718.20 Demarcación elevada.**

Se usará demarcación retroreflectiva con un coeficiente mínimo de intensidad luminosa según se recomienda en la Tabla 718-3.

Tabla 718-11

**Coefficientes (Retroreflectivos) de intensidad luminosa (R) mínimos  
Milicandelas per lux**

Ángulo de observación (°)	Ángulo de entrada (°)	Blanco (1)	Amarillo	Rojo
0,2	0	279	167	70
0,2	20	112	67	28

Notas 1: Para la designación de este color es aceptable también cristal o material transparente. La desviación con respecto a la superficie plana no deberá exceder 1 milímetro.

**718.21 Demarcación temporal.**

(a) Cinta retroreflectiva. Se usará una cinta retroreflectiva con un ancho de 100 mm conforme a la norma ASTM D 4592, tipo I (removible).

(b) Demarcación elevada. Se usará demarcación en forma de L de polieuretano con cinta retroreflectiva en ambas caras de la sección vertical, capaz de retroreflectar la luz en direcciones opuestas y con material adhesivo en la base. Se deberá proveer un coeficiente mínimo de retroreflexión de 1200 candelas per lux por metro cuadrado con un ángulo de observación de 0,1 ° y un ángulo de entrada de -4 °.

**718.22 Señales de advertencia y control del tránsito temporales.**

Se usarán señales de advertencia y control del tránsito tales como barricadas, conos, demarcación tubular, tableros verticales barandas portátiles, luces de advertencia, tableros con flechas de advertencia, señales de control de tránsito, etc., cuyos diseños y configuraciones sean las especificadas. No se deberán usar unidades de demarcación de otros proyectos sin la debida aprobación.

**718.23 Resinas epóxicas adhesivas.**

Se usarán resinas epóxicas adhesivas para unión en la demarcación de tránsito que se adhieran fácil y resistentemente a superficies de pavimento de concreto asfáltico o de cemento Pórtland conforme a la norma AASHTO M 237.

**718.24 Otras disposiciones para el uso de pintura en demarcación permanente.**

La pintura a ser colocada como señalamiento o demarcación horizontal debe cumplir con lo establecido en la Sección 634.

**Sección 719.) GEOTEXTILES PARA PAVIMENTOS**

**719.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro, preparación y colocación de una tela geotextil en conjunto con un sello asfáltico entre dos capas de la estructura del pavimento, para formar una membrana impermeable y de mitigación de esfuerzos, integrada al pavimento.

### 719.02 Materiales.

De conformidad con las siguientes Subsecciones:

Cemento asfáltico	702.01
Material de secado	703.13
Emulsión asfáltica	702.03
Tela geotextil tipo VI	719.01
Material de sello	712.01 (a)
Asfalto rebajado	702.04

### Requerimientos para la construcción

#### 719.03 Preparación de la superficie.

El Contratista preparará la superficie sobre la cual se colocará la tela geotextil, asegurándose de limpiar antes de la colocación la superficie existente y eliminando cualquier material suelto, polvo, tierra u otras sustancias deletéreas o degradables que impidan o disminuyan una adecuada adherencia. El método de limpieza utilizado debe ser tal que garantice las condiciones descritas anteriormente y en concordancia con lo establecido y aprobado contractualmente.

#### 719.04 Limitación de condiciones climáticas.

El Contratista aplicará la tela geotextil y el sello asfáltico en una superficie seca, cuando la superficie del pavimento esté por lo menos a 13°C, e incrementándose.

#### 719.05 Aplicación del sello asfáltico.

El contratista aplicará cemento asfáltico dentro de un rango de temperatura de 140°C a 165°C; o emulsión asfáltica dentro de un rango de temperatura de 55°C a 70°C, o asfalto rebajado dentro del rango de temperatura que defina el Contratante. El Contratante definirá la aplicación de uno u otro tipo de cemento asfáltico, así como el grado correspondiente.

El sello con cemento asfáltico, será aplicado sobre la superficie de pavimento, de acuerdo con la Subsección 411.08, a una tasa de dosificación entre 0,90 y 1,35 litros por metro cuadrado. La aplicación del cemento asfáltico, tal como se detalla en la Sección 411.08 debe realizarse de forma homogénea sobre toda la superficie, calibrando las barras del distribuidor de asfalto en cuanto a su altura, ángulo de rocío y presión de bombeo. Cada una de las boquillas debe ajustarse en un ángulo de 15 a 30 grados, respecto al eje horizontal de la barra, nunca en ángulos de 60 a 90 grados. El cubrimiento transversal no debe variar en más de un 15 %, y el longitudinal en más de un 10 %.

Tabla 719-1

#### Ángulo correcto de las boquillas del distribuidor.

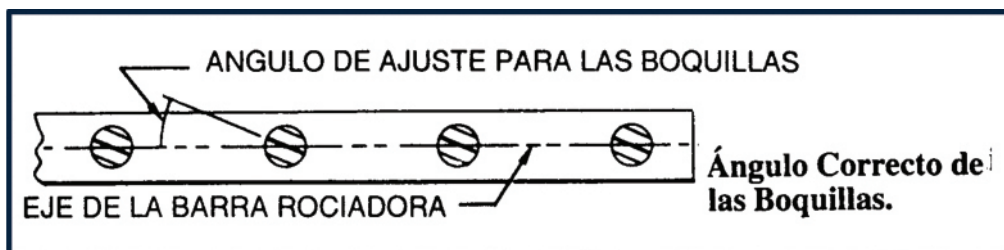
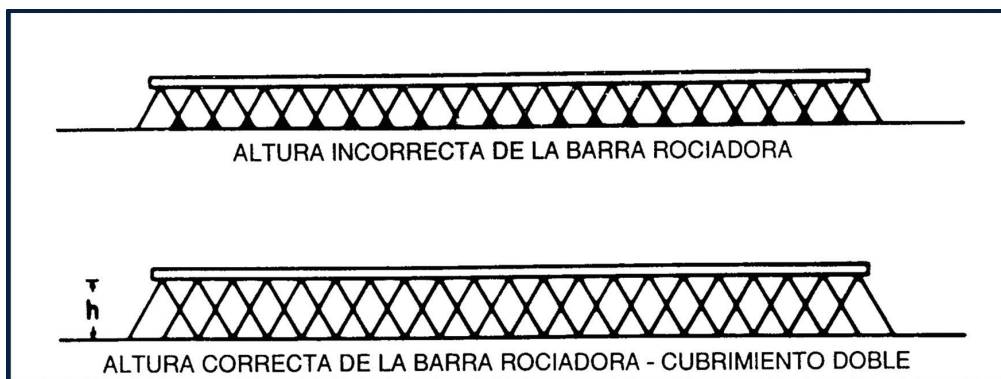


Tabla 719-12

**Altura correcta de las boquillas del distribuidor.**

Se debe tener sumo cuidado de no exceder la tasa de aplicación en las zonas de inicio y final del área de rocío. Se puede utilizar algún material, como láminas de papel al inicio de la aplicación, hasta que el distribuidor alcance la velocidad de aplicación correcta para lograr obtener la tasa de aplicación requerida.

Se distribuirá el sello asfáltico en un ancho que exceda en 150 mm el ancho de la tela geotextil. El sello asfáltico deberá aplicarse con la anticipación adecuada a la colocación de la tela geotextil. Deberá evitarse, además, que haya circulación de vehículos sobre el sello asfáltico, de previo a la colocación de la tela geotextil.

Cuando se utilice asfalto rebajado o emulsión asfáltica, se permitirá que éste cure antes de la colocación de la tela geotextil.

Cuando se utilice cemento asfáltico, se colocará la tela geotextil antes de que éste se haya enfriado y perdido pegajosidad al tacto.

**719.06 Colocación de la tela geotextil.**

El Contratista colocará la tela geotextil sobre el sello asfáltico, de manera que no se formen arrugas en su extendido. Se deberán suprimir, aplanar o nivelar, todas las arrugas o corrugaciones de una altura superior a veinticinco (25) milímetros. Se extenderá la tela geotextil de manera que se maximice el contacto con la superficie de apoyo, ya sea por medio de barrido o aplanado.

El Contratista proveerá traslapes de 150 mm en las juntas entre dos tendidos adyacentes de tela geotextil. Deberá proveerse un traslape en las juntas transversales, en la dirección de la pavimentación, para prevenir el desplazamiento o levantamiento de los bordes en las juntas por efecto de la pavimentadora. Se aplicará un sello asfáltico adicional sobre los traslapes de los geotextiles, para asegurar la propia adherencia de la doble tela geotextil en tales áreas.

Si el cemento asfáltico exuda a través de la tela geotextil, se deberá tratar el área afectada con un material de secado. Se evitará el tránsito sobre el geotextil. Si las circunstancias requieren la circulación de vehículos, se deberá aplicar un material de secado sobre la superficie de ruedo y se deberán proveer rótulos de advertencia con la leyenda "Posibilidad de derrape". Corresponderá al Contratante el definir cuando se permite el tránsito de vehículos sobre la tela geotextil.

El Contratista deberá remover el exceso de material de secado de la superficie de la tela geotextil, de previo a la colocación de la capa superior en la estructura de pavimento. Se repararán todos los daños sobre la tela geotextil, de previo a la colocación de la capa superior en la estructura de pavimento. Se distribuirá una aplicación ligera de riego de liga, de acuerdo con la Sección 414, antes de la colocación de una sobrecapa asfáltica. Para prevenir el daño de la tela geotextil, no deberán permitirse virajes a los equipos de pavimentación que operen sobre la misma.

El Contratista deberá colocar una sobrecapa de concreto asfáltico dentro de un plazo no mayor a 48 horas posterior a la colocación de la tela geotextil. Se limitará la temperatura de colocación de la sobrecapa asfáltica sobre la tela geotextil a un máximo de 165 °C, excepto cuando la tela geotextil esté compuesta de fibras de polipropileno, en cuyo caso se limitará la temperatura de colocación de la sobrecapa asfáltica a un máximo de 150 °C.

**719.07 Aceptación.**

El material asfáltico será evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.04 y la respectiva Subsección de la Sección 702. La tela geotextil será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02, 107.03 y 719.01.

La colocación de la tela geotextil será evaluada de conformidad con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

La preparación de la superficie donde se colocará el sello asfáltico y la tela geotextil será evaluada de acuerdo con la Sección 303.

**719.08 Medida.**

Se medirá la cantidad de tela geotextil por metro cuadrado, excluyendo traslapes. Se medirá la cantidad de sello asfáltico por litro.

**719.09 Pago.**

Las cantidades aceptadas, medidas de acuerdo con la Subsección 414.08, serán pagadas según el precio de contrato, por unidad de medida, para los renglones de pago indicados en los términos del contrato. El pago será la compensación para los trabajos descritos en esta Sección. Véase la Subsección 110.05.

El pago se realizará de acuerdo con:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.719.01</b> Tela geotextil	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.719.02</b> Sello asfáltico	Litro (l)

**Sección 720.) MATERIALES PARA MUROS ESTRUCTURALES Y TERRAPLENES ESTABILIZADOS**

**720.01 Materiales para muros.**

(a) Revestimiento con paneles de concreto. Conforme a la Sección 552 y a lo siguiente:

- (1) Se usará concreto de cemento Portland clase A (AE) con resistencia mínima a la compresión uniaxial de 30 Mpa, a los 28 días.
- (2) El encofrado y la obra falsa deberán soportar plenamente las cargas hasta que el concreto alcance, como mínimo, una resistencia a la compresión de 7 Mpa, conforme la Subsección 552.11. Las unidades podrán retirarse cuando el concreto alcance como mínimo una resistencia a la compresión de 24 Mpa.
- (3) El acabado de la cara frontal del panel debe ser de Clase 1, de acuerdo a la Subsección 552.16 y su parte trasera se debe codlear para eliminar distorsiones que excedan 6 mm. Los paneles deberán colarse sobre un área plana. No se colocarán dispositivos de conexión o sujetadores galvanizados al acero de refuerzo de los paneles de revestimiento.
- (4) Con un punzón trazador, se anotará claramente sobre una cara no expuesta del panel, la fecha de fabricación, el lote de producción y la marca propia de la pieza.
- (5) Se deberán manipular, transportar y almacenar todas las unidades, de tal manera que se eliminen los peligros de desastillamiento, decoloración, agrietamiento, fractura y los esfuerzos excesivos de pandeo. Los paneles deberán almacenarse apoyados en superficies firmes, a fin de proteger los dispositivos de

conexión y el acabado exterior del panel.

(6) Las unidades deberán fabricarse dentro de las siguientes tolerancias:

(a) Dimensiones del panel. Posición de los dispositivos de conexión del panel, dentro de los 25 mm. Todas las otras dimensiones, dentro de los 5 mm.

(b) Escuadría del panel. La escuadría, determinada por la diferencia entre dos diagonales, no deberá exceder 13 mm.

(c) Acabado superficial del panel. Los defectos en superficies lisas de 1,5 metros de longitud o más, no excederán de 3 mm. Los defectos en superficies con acabado texturado de 1,5 metros de longitud o más, no excederán de 8mm.

Serán rechazados los paneles de concreto que muestren los siguientes defectos:

- Indicaciones de moldeo imperfecto.
- Indicaciones de hormigueros.
- Grietas y roturas.
- Variación de color en su cara frontal debido a exceso de aceite en los moldes o a otras razones.

(b) Revestimiento con malla de alambre. La malla deberá fabricarse con alambre soldado MW 40 x MW 15, de acuerdo con AASHTO M 55 M, excepto que el valor del cortante promedio no será menor de 450 kilopascales. Después de fabricado el alambre será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(c) Colchón de respaldo. Deberá fabricarse con tela de alambre soldado MW10 x MW10 mínimo, que cumpla con AASHTO M 55M. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(d) Grilletes o conectores de abrazadera. Serán fabricados con alambre de acero laminado o extruído en frío que cumpla con AASHTO M 32M y soldado de acuerdo con AASHTO M 55M. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(e) Barras conectoras. Serán fabricadas de alambre de acero laminado o extruído en frío, que cumpla con AASHTO M 32. Después de fabricado, será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(f) Pernos fijadores o sujetadores. Los pernos tendrán 13 milímetros de diámetro, cabeza hexagonal, tuercas, y arandelas que cumplan con AASHTO M 164M. Serán galvanizados de acuerdo a AASHTO M 232.

(g) Malla de acero. Será fabricada con tela de alambre de acero galvanizado, tejida o soldada, con aberturas cuadradas de malla de 7 milímetros máximo, que cumplan con ASTM A 740.

(h) Malla de refuerzo. Será fabricada con alambre de acero laminado o extruído en frío, que cumpla con AASHTO M 32. Se soldará al alambre de malla y terminada de acuerdo con AASHTO M 55M. Después de fabricada, el alambre será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

Se debe reparar todo daño en el revestimiento galvanizado, antes de ser instalado.

(i) Cintas o tiras de refuerzo. Serán fabricadas con acero estructural de alta resistencia, de aleación pobre que cumpla con AASHTO M 223M de grado 450, tipo 3. Después de fabricado, el acero será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

(j) Cintas o tiras de amarre. Serán fabricadas de acero laminado en caliente, que cumpla con ASTM A 570 M, grado 50. Después de fabricado, el acero será galvanizado de acuerdo con AASHTO M 111.

#### **720.02 Gaviones y colchonetas.**

(a) Malla para canastas. Se retorcerá o soldará la malla fabricada con alambre de acero galvanizado que cumpla con ASTM A 641 M, clase 3 ó con alambre de acero aluminizado que cumpla con ASTM A 809. Se usará alambre que tenga una resistencia mínima a la tensión de 415 Mpa, cuando se le ensaya de acuerdo con ASTM A 370. La galvanización o la aluminización podrá aplicarse después de fabricada la canasta. Las aberturas de las mallas serán de una dimensión máxima menor de 120 mm y un área menor de 7000 mm<sup>2</sup> y de un tamaño menor que la roca con que se rellenarán la canasta, gavión o colchoneta.

(1) Canasta de gavión con dimensión vertical de 30 cm o más.

Se fabricará la canasta con malla de alambre galvanizado o revestido con aluminio, de 3 mm de diámetro nominal o más. Las mallas para canastas revestidas con PVC, serán de alambre de 2,7 mm de diámetro nominal o más.

(a) Mallas con alambre retorcido. Se formará la malla según un patrón hexagonal uniforme, doblemente retorcida como mínimo, o de triple torsión para que no se deshilen los bordes. Para canastas galvanizadas o revestidas con aluminio se amarrará el borde del perímetro de cada panel, con alambre de 3,9 mm de diámetro o mayor. Para canastas revestidas con PVC, se atarán los bordes del perímetro de la malla a cada panel con alambre de 3,4 mm de diámetro. El alambre para orillas, deberá ser del mismo tipo del material usado en la malla y de la misma resistencia.

(b) Malla de alambre soldado. Para canastas galvanizadas o recubiertas con aluminio, se soldará cada conexión de tal manera que se obtenga como mínimo una resistencia promedio al cortante en la soldadura de 2600 N, sin que haya valores de menos de 2000 N. Para canastas revestidas con PVC, se soldará cada conexión en tal forma que se obtenga una resistencia mínima promedio al cortante en la soldadura de 2100 N, sin que haya valores de menos de 1600 N.

Las canastas de los gaviones se fabricarán de las dimensiones requeridas, con una tolerancia, de  $\pm 5\%$ . Cuando la longitud de la canasta exceda 1,5 veces su ancho, se dividirá en celdas de igual largo, igual o menor que el ancho de la canasta, usando diafragmas de malla del mismo material y del mismo tipo y tamaño que el de los paneles de la canasta. Cada canasta deberá ser prefabricada con los paneles y diafragmas necesarios, asegurados de tal manera que puedan rotar en su lugar.

(2) Canasta de gavión con dimensión vertical menor de 30 cm. La malla será fabricada con alambre de diámetro nominal no menor de 2,2 mm.

(a) Mallas de Alambre Retorcido. Se formará la malla según un patrón hexagonal uniforme doblemente retorcida como mínimo, o de triple torsión para que no se deshilen los bordes. Para canastas galvanizadas o revestidas con aluminio amárrese el borde del perímetro de cada panel, con alambre de 3.9 mm de diámetro o mayor. Para canastas revestidas con PVC, se atarán los bordes del perímetro de la malla a cada panel con alambre de 3,4 mm de diámetro. El alambre para orillas, deberá ser del mismo tipo del material usado en la malla y de la misma resistencia.

(b) Malla de Alambre Soldado. Para canastas galvanizadas o recubiertas con aluminio. Se soldará cada conexión de tal manera que se obtenga como mínimo una resistencia promedio al cortante en la soldadura de 1300 N, sin que haya valores de menos de 1000 N.

Las canastas de los gaviones se fabricarán con las dimensiones requeridas, con una tolerancia en dichas dimensiones de  $\pm 5\%$ , en la longitud y el ancho, y  $\pm 10\%$  en la altura. Cuando la longitud de la canasta exceda 0,5 veces su ancho, se dividirá en partes iguales formando celdas iguales o menores que el ancho de la canasta, usando diafragmas de malla del mismo material del mismo tipo y tamaño que los de los paneles de la canasta. Cada canasta deberá ser prefabricada con los paneles y diafragmas necesarios, asegurados de tal manera que roten en su lugar.

(3) Canastas revestidas con PVC. Se deberá usar un revestimiento ligado a fusión o extruido para revestir la malla galvanizada o recubierta con aluminio.

El revestimiento deberá cumplir con lo siguiente:

(a) Color negro o gris

(b) Espesor	0,38 mm mín.
(c) Gravedad específica, ASTM D 792	1,20 a 1,40
(d) Resistencia a la tensión, ASTM D 638 M	15,7 MPa mín.
(e) Módulo de elasticidad, ASTM D 638 M	13.7 Mpa mín. a 100 de fatiga
(f) Dureza – ademe "A" ASTM D 2240	75 mín.
(g) Temperatura de fragilidad ASTM D 746	- 9 ° C máx.
(h) Resistencia al desgaste ASTM D 1242, Método B a 200 ciclos, CSI-A,	12 % máx. pérdida de peso faja desgastadora lija, grano 80.
(i) Rociado con sal ASTM B 117 y exposición sin efecto visual a la luz ultra violeta (ASTM D 1499 y G 23 usando aparato tipo E) y 63 ° C por 3000 horas	(c) ⊗ < 6 % (d) ⊗ < 25 % (e) ⊗ < 25 % (h) ⊗ < 10 %
(j) Doblado al mandril, 360 ° a – 18 ° C, alrededor de un mandril, 10 veces el diámetro del alambre.	No se producen quiebres ni grietas en el revestimiento

(b) Sujetadores permanentes.

(1) Alambre para amarre. Se debe suministrar alambre de diámetro nominal de 2,2 mm del mismo tipo, resistencia y revestimiento que el de la malla de la canasta.

(2) Amarre en espiral. Se debe suministrar alambre del mismo diámetro, tipo, resistencia y revestimiento que el de la malla de la canasta.

(3) Sujetadores alternos. Los sujetadores deben guardar las mismas características y especificaciones de fabricación de las canastas, asegurando que cuando los cierres sean sometidos a una fuerza de tensión de 2600 N, cuando confinan la estructura del gavión o colchoneta. El Contratista suministrará los resultados de las pruebas de los sujetadores.

(c) Alambres internos de conexión. Se suministrará alambre de acuerdo a lo especificado en el inciso " b, 1", antes descrito, o de textura alterna, de acuerdo a lo especificado por el fabricante de la canasta.

**720.03 Muros de cajas metálicas tipo cribas.**

Las piezas serán fabricadas del tipo y clase de material especificados en los planos y especificaciones especiales, ajustándose a las siguientes normas o especificaciones.

(a)	Láminas de acero galvanizado	AASHTO M 218
(b)	Láminas de aluminio	AASHTO M 197 M
(c)	Láminas de fibra de acero aglutinada	Subsección 707.09
(d)	Láminas de acero con revestimiento de aluminio	AASHTO M 274
(e)	Pernos y tuercas	ASTM A 307, grado A

Se deben suministrar cabezas y tuercas hexagonales sin arandelas o con dos arandelas planas. Las arandelas deben fabricarse de láminas planas en forma circular, de 3,3 mm de grueso, incluyendo el recubrimiento, con agujeros de diámetro de 1,6 mm más grandes que el diámetro del perno. Los pernos, tuercas y arandelas deberán ser galvanizados de acuerdo con AASHTO M 232.

## **Sección 721.) MATERIAL ELÉCTRICO Y DE ALUMBRADO**

### **721.01 Material eléctrico.**

El material de los sistemas eléctricos debe cumplir con las siguientes especificaciones.

(a) Tubería conduit. Debe cumplir con las siguientes normas según el tipo de tubería o lo que especifique el contrato.

(1) Tubería y ductos de PVC. La tubería conduit de PVC rígido se usará para instalaciones subterráneas o aéreas sin recubrimiento de concreto. Debe cumplir con la norma UL-651. El cemento o pegamento de tubería debe cumplir con la norma ASTM D 2564.

(2) Tubería metálica. Se debe suministrar tubería rígida galvanizada que cumpla con la norma UL-6. Los acoples también deben ser rígidos y galvanizados. Esta tubería se debe recubrir con una capa de mastiche asfáltico o de PVC de 0,5 mm de espesor.

(3) Tubería flexible. Se deben suministrar tuberías metálicas flexibles que sean herméticas al agua y que cumplan la norma UL 360. También deben ser aceptables para polarizar a tierra los equipos. Los acoples también serán impermeables, galvanizados y aislados.

(4) Cajas y conectores. Deben ser piezas galvanizadas e impermeables conforme a la norma UL 514B.

(b) Cajas y cubiertas. Las cajas formadas dentro del concreto se fabricarán con acero de 5 mm mínimo. Las cajas estarán galvanizadas por ambas caras conforme al AASHTO M 232.

(c) Cable y alambre. Se deben suministrar conductores de cobre tejidos de 600 voltios, aisladores y abrazaderas. Se debe usar un código de colores para identificar cada tipo de cable y alambre.

(d) Tableros de interruptores. Los interruptores termomagnéticos deben cumplir con las normas UL 489 y UL 67.

(e) Interruptores de seguridad. Se debe suministrar interruptores de seguridad de alto rendimiento que cumplan la norma UL 98.

(f) Conexión a tierra. Se debe suministrar una varilla de cobre de 16 mm de diámetro y 2,5 metros de longitud con sus accesorios que sea conforme a la norma UL 467.

(g) Contactores, transformadores, pararrayos, postes de servicio, medidores y cabinas de control. Deben satisfacer las exigencias o normas de la compañía local de servicio eléctrico o lo que determine el contrato.

### **721.02 Material para alumbrado.**

Este material debe cumplir lo siguiente:

(a) Postes. Los postes deben ser de concreto o de metal especialmente diseñados para el trabajo de soporte de las líneas y accesorios eléctricos. Deben cumplir con las siguientes cargas de trabajo.

(1) Una carga horizontal de 2,2 Kilonewtons aplicada 450 mm de su parte superior en cualquier dirección sin que se produzca falla ni una deflexión superior a 7,5 por ciento de la longitud.

(2) Una carga horizontal de 220 Newtons aplicada en el punto de fijación de las luces en conjunto con una carga vertical de 130 Newtons sobre el brazo de soporte de las luces para una deflexión máxima de 10 % de la longitud del brazo.

(3) Una carga vertical de 440 Newtons aplicada en el punto de fijación de las luces con una deflexión máxima de 5,5 % de la longitud horizontal.

(4) Una carga vertical de 1,1 Kilonewtons aplicada en el punto de fijación de las luces sin que se produzca ningún tipo de ruptura o deterioro en la estructura.

(5) El peso del poste y de las luces debe tener una deflexión máxima permisible de uno por ciento



de la longitud de deflexión vertical desde su parte superior. Los postes se deben proteger interna y externamente con pintura apropiada.

(b) Brazos de soporte para luces

(1) Material. Se deben suministrar brazos de acero o de aluminio. Debe usarse el mismo material del que está hecho el poste.

(2) Tipo. Los brazos pueden ser de tipo armadura, de abrazadera o simples. El diámetro mínimo de la tubería de soporte será de 50 milímetros.

(3) Conexión. La conexión del brazo al poste debe ser resistente al deslizamiento y a la intemperie. El Contratista debe suministrar todos los accesorios para las conexiones.

(c) Bases de anclaje. Se deben suministrar bases dimensionadas para el soporte estructural del poste con sistemas de fijación emperrados. El material de las bases será igual al de los postes y debe cumplir con las siguientes normas:

(1) Aceros AASHTO M 103M grado 450-240

(2) Placas de acero AASHTO M 183M

(3) Colados de aluminio ASTM B 26M aleación SG70A-T6 (356-T6)

(d) Pernos, tuercas y arandelas. Estos accesorios deben ser adecuados para el material del poste y cumplirán las normas AASHTO M 183M.

(e) Cubiertas de anclajes. Se deben suministrar cubiertas de acero inoxidable para los pernos y tuercas de fijación.

(f) Lámparas. Se deben suministrar lámparas de los siguientes tipos:

(1) Lámparas convencionales. Se deben suministrar lámparas de 100 voltios y 250 vatios de vapor de sodio y todos sus accesorios para instalación. El vidrio debe ser reflectivo y resistente al impacto térmico y el reflector metálico debe ser adecuado y resistente. Se deben suministrar también los empaques adecuados para el conjunto.

(2) Lámparas para iluminación de señales. Se deben suministrar lámparas blancas de mercurio de 250 vatios con una vida prevista de 24000 horas. Se debe suministrar todo el material y accesorios para su instalación completa. El vidrio será reflectivo y resistente al impacto térmico.

## **Sección 722.) MATERIAL PARA ANCLAJE**

### **722.01 Anclajes para post-tensión.**

Se deben suministrar anclajes de postensión que sean capaces de mantener al acero de preesfuerzo con la carga producida por el esfuerzo de no menos que 95% del esfuerzo de tensión mínimo garantizado para el acero de preesfuerzo.

Se debe usar una placa de acero para distribución de los esfuerzos de compresión del dispositivo de anclaje hacia el concreto. Se deben suministrar dos dispositivos de anclaje (con placas de ensamblaje) para cada lado y tipo a ser utilizado.

### **722.02 Anclajes.**

Deben suministrarse materiales que cumplan las siguientes normas.

(a) Tendones. Deben cumplir las disposiciones de las normas AASHTO M 203M, AASHTO M 275M y ASTM A 779 según el tipo de tendón.

(b) Acopladores. Debe suministrarse acopladores que tengan capacidad mínima de desarrollar el 95% de la resistencia última especificada para el tendón.

(c) Forros laminares. Se deben suministrar tubos de polietileno, de polipropileno extruído, de polietileno extruído, de acero, de plástico, de cloruro de polivinilo o de epóxico según las especificaciones ASTM y AASHTO

establecidas en el contrato.

(d) Grasa. La grasa a usar debe evitar la corrosión y brindar suficiente lubricación. Debe ser conforme con las normas establecidas en el contrato.

(e) Mortero. Se debe suministrar una mezcla bombeable de cemento Pórtland, arena, agua y aditivos preparado conforme a la Subsección 725.22. Se debe usar cemento tipo I, II y III que cumpla con la Subsección 701.01. Se pueden usar aditivos químicos siempre que cumplan con la Subsección 711.03 y se mezclen conforme lo recomienda el fabricante. La lechada suministrada debe ser capaz de alcanzar una resistencia en cubos de 25 MPa en 7 días (norma AASHTO T106). Los cubos se prepararán de batidas de lechada seleccionadas al azar.

(f) Espaciadores. Se deben suministrar espaciadores de tendones y alambres que no produzcan deterioro del acero de post-tensión.

(g) Dispositivos de anclaje. Deben cumplir las normas AASHTO M 183M y AASHTO M 222M y las recomendaciones del Manual del Instituto de Postensión de Los Estados Unidos de América.

## **Sección 723.) REVESTIMIENTO DE TALUDES**

### **723.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de un revestimiento de concreto, ladrillos, bloques de mampostería, escombros o bloques de concreto celular colocado sobre un talud.

### **723.02 Materiales.**

Los materiales deberán estar de acuerdo con las siguientes secciones y subsecciones.

Capa de base	704.09
Bloques celulares de concreto	725.10
Estructuras menores de concreto	601
Ladrillos de concreto	725.08
Bloques de mampostería de concreto	725.09
Geotextiles tipo IV	714.01
Mortero	725.22 (c)
Mortero para apoyos y juntas de mampostería	712.05
Unidades de concreto prefabricado	725.11 (f)
Mampostería de piedra	620
Capa superior de tierra vegetal	713.01(a) ó (b)
Acero de refuerzo	709.01 (h)

### **Requerimientos para la construcción**

### **723.03 General.**

Ubicar y compactar el material de cama con al menos tres pasadas de un compactador, rodillo o sistema vibratorio.

### **723.04 Geotextil.**

Cuando el contrato lo requiere, ubicar los geotextiles de acuerdo con la subsección 207.05. Enterrar los

extremos para el anclaje. Clavar los sujetadores a intervalos de 1,5 m para sostener el geotextil en el lugar hasta que el recubrimiento es ubicado. Reemplazar o reparar el geotextil que ha sido rasgado o pinchado.

#### ***723.05 Revestimiento de concreto hidráulico.***

Construir bases de apoyo. Ubicar malla electrosoldada en fábrica en el centro de la losa. La capa adyacente se debe construir al menos a 150 mm de la anterior.

Coloque el concreto de acuerdo con la Sección 601. Ubique las primeras losas en la parte inferior del talud. Construya juntas horizontales paralelas a la parte inferior del talud y juntas verticales perpendiculares a las juntas horizontales.

Construya juntas frías sin relleno de junta. El acabado superficial de la acera realícelo de acuerdo con la Subsección 552.14 (c). Afine los bordes de la losa y todas las juntas con una herramienta de 6 mm de radio.

#### ***723.06 Revestimiento de adoquín, mampostería de bloques de concreto, de piedra labrada o sin labrar.***

Colocar los primeros adoquines, la mampostería de bloques o de piedra labrada y sin labrar, en la parte inferior del talud. Colocarlos en la cama de fundación con las caras planas hacia arriba y la mayor dimensión paralela a la base del talud. Coloque cada adoquín, mampostería de bloque (block) o de piedra labrada y sin labrar en su lugar. Aplique mortero en el lado expuesto en la cantidades que cuando el adoquín, mampostería de bloque (block) o de piedra labrada y sin labrar es ubicada y sujeta en su lugar, el mortero entre ambos elementos esté a 13 mm de cada uno y que no salga hacia arriba. Construya juntas de 13 mm de ancho entre los ladrillos y el bloque (block) de mampostería o menos, y para la piedra labrada de 25 mm o menos. Limpiar y remover todo el mortero que fluye hacia superficie. No deben quedar excesos de material.

#### ***723.07 Revestimiento con bloques celulares de concreto.***

Ubique los primeros bloques en una trinchera o contra un anclaje adecuado en la parte inferior del talud. Ponga cada bloque perpendicular a la pendiente del talud y ubíquelos firmemente contra los bloques adyacentes. Aplique una lechada para llenar las juntas desalineadas o cambios en la pendiente.

Rellene con suelo vegetal las celdas de los bloques. Cuando lo requiera el contrato, colocar césped de acuerdo con la Sección 625.

#### ***723.08 Aceptación.***

Los bloques celulares en las losas de concreto, los bloques de mampostería, el material para mortero y las mallas electrosoldadas deben ser evaluados de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.03.

El mortero debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Ver la Tabla 723-1 para el muestreo y requerimientos de ensayo.

El material de base debe ser evaluado de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04. Vea la Tabla 723-1 para el muestreo y los requerimientos de ensayo. La construcción de los revestimientos de taludes será evaluada de acuerdo con las Subsecciones 107.02 y 107.04.

Los Geotextiles deberán ser evaluados de acuerdo con la Sección 207.

La excavación y relleno serán evaluadas de acuerdo a la Sección 209.

El concreto será evaluado de acuerdo a la Sección 601.

Los escombros deben ser evaluados de acuerdo con la Sección 620.

El suelo vegetal debe ser evaluado de acuerdo con la Sección 624.

El césped debe ser evaluado según la Sección 625.

### 723.09 Medición.

La medida del revestimiento en taludes deberá hacerse por metro cuadrado. La medición del suelo vegetal deberá hacerse de acuerdo con la Sección 624.

La medición de la colocación del césped deberá hacerse de acuerdo con la Sección 627.

564 Especificaciones generales • CR-2010

### 723.10 Pago.

Las cantidades aceptadas, medidas como se indica anteriormente, se pagarán por unidad de medida indicada en los renglones de pago descritos en la siguiente tabla. El pago será por toda la compensación indicada en esta Sección. Vea la Subsección 110.05.

El pago será hecho de acuerdo con lo siguiente:

<b>Renglón de pago</b>	<b>Unidad de medida</b>
<b>CR.616.01</b> Revestimiento de taludes con concreto	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.616.02</b> Revestimiento de taludes con ladrillos	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.616.03</b> Revestimiento de taludes con mampostería	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.616.04</b> Revestimiento de taludes con piedra labrada o sin labrar	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )
<b>CR.616.05</b> Revestimiento de taludes con bloques de concreto celular	Metro cuadrado (m <sup>2</sup> )

Tabla 723-1

### Muestras y Ensayos

<b>Material o producto</b>	<b>Propiedades o caracter.</b>	<b>Método de prueba o especificaciones</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Punto de muestreo</b>
Capa de base	Granulometría Límite líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 89	1 cada 500 m <sup>3</sup>	Sitio de producción o almacenamiento
Mortero	Especímenes de prueba, para esfuerzo de compresión (2)	AASHTO T 23 AASHTO T22	1 muestra por instalación <sup>(1)</sup>	Sitio de trabajo

(1) El muestreo se ejecuta con dos especímenes de prueba.

(2) El esfuerzo a la compresión será el promedio de dos especímenes de prueba.

**Sección 724.) RESERVADA****Sección 725.) MATERIALES DIVERSOS****725.01 Agua**

El agua se suministrará de acuerdo a lo siguiente:

(a) Agua para usar en la mezcla o curado del concreto y del mortero. Deberá estar de acuerdo a AASHTO M 157. Se deberá usar agua potable de calidad conocida, que esté de acuerdo con la norma AASHTO T 26. El agua potable es segura para el consumo humano, como está definida en la normativa estatal.

(b) Agua para el plantado o cuidado de vegetación. Suministrar agua que esté libre de sustancias peligrosas para la vida de las plantas como: aceites, ácidos, álcalis, o sales.

(c) Agua para el movimiento de tierra, pavimentación y control de polvo. Se suministrará agua libre de sustancias que causen detrimentos en el trabajo.

**725.02 Cloruro de calcio y cloruro de magnesio**

(a) Cloruro de calcio para el control de polvo. Deberá estar de acuerdo con la norma AASHTO M 144 tipo S para el grado y clase especificada.

(b) Cloruro de magnesio. Deberá usarse de acuerdo a lo siguiente:

Cloruro de magnesio por peso	28 al 35 %
Agua por peso	65 al 72 %
Gravedad específica, ASTM D 1298	1,290 a 1,330

**725.03 Cal**

(a) Cal para mampostería. Se suministrará cal hidratado de acuerdo con la norma ASTM C 207 tipo N.

(b) Cal para estabilización del suelo y pavimentación. Deberá usarse de acuerdo a la norma AASHTO M-216.

**725.04 Puzolanas**

Deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

(a) Cenizas finas	AASHTO M 295
(b) Acero de tierra	AASHTO M 302 grado 100 o 200
(c) Humos de silicio (microsilíce)	AASHTO M 307

**725.05 Relleno mineral**

Debe estar de acuerdo con la norma AASHTO M 17.

**725.06 Concreto prefabricado**

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

(a) Concreto	Sección 601
(b) Acero de re refuerzo	Subsección 709.01

**725.07 Ladrillos de arcilla y lasjas**

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

(a) Ladrillo	AASHTO M 91 grado SM
(b) Ladrillo de construcción	AASHTO M 114 grado SW

### **725.08 Ladrillos de concreto**

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM C 55 grado N-1

### **725.09 Bloques de mampostería de concreto**

Se suministrarán bloques de concreto de mampostería. Debe estar de acuerdo con el capítulo de mampostería del Código Sísmico de Costa Rica.

### **725.10 Bloques celulares de concreto**

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM C 90 grado N-I o N-II, pesos normales, excepto al usar el concreto de acuerdo con la Sección 601.

### **725.11 Anclajes prefabricados**

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

(a) Esfuerzo a 28 días, AASHTO T 22 25 MPa mín

(b) Contenido de aire por volumen, cuando se requiera

(1) 9,5 mm como tamaño máximo de agregado 5 % mín

(2) > 9,5 mm como tamaño máximo de agregado 4% mín

Se curarán las unidades de acuerdo con la norma AASHTO M 170 M.

Se colará una cantidad suficiente de cilindros de concreto para cada unidad, de forma que se permitan ensayos a la compresión a 7, 14 y 28 días. Se deberá preparar 3 cilindros para cada ensayo. Si los requerimientos para el esfuerzo son para 7 o 14 días, se deberá certificar la edad de los cilindros a los 14 días del colado.

No usar unidades de concreto prefabricado cuando:

- un número representativo de los cilindros no cumple el esfuerzo requerido a los 28 días.
- hay grietas o agujeros en áreas superiores a 0,02 metros cuadrados.

El concreto prefabricado reforzado deberá estar de acuerdo con la norma AASHTO M 199M.

### **725.12 Armaduras, rejillas, cobertores y escaleras**

Se fabricarán escaleras de metal. Deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

(a) Encofrados de acero	AASHTO M 105
(b) Encofrados de carbón	AASHTO M 103M
(c) Acero estructural	AASHTO M 183M
(d) Galvanizado	AASHTO M 111
(e) Encofrados de acero maleable	AASHTO A 47M
(f) Escaleras de aluminio	ASTM B 221M 6061 – T6
(g) Encofrados de aluminio	ASTM B 26M 356,0 – T6
(h) Barniz de asfalto	FSS TT - V-51

### **725.13 Unidades de metal corrugado**

Las unidades de metal corrugado deberán estar de acuerdo con la norma AASHTO M 36M. Las unidades de aluminio corrugado, deberán estar de acuerdo con la norma AASHTO M 196M. En el caso de los recubrimientos, deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

(a) Unidades de cobertor asfáltico	AASHTO M 190 tipo A
(b) Unidades de polímero	AASHTO M 245M grado 250/250
(c) Unidades de fibra	Subsección 707.09

**725.14 Recubrimientos de protección del concreto**

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- |              |                        |
|--------------|------------------------|
| (a) Aceite   | ASTM D 260 tipo I o II |
| (b) Petróleo | ASTM D235              |

**725.15 Tuberías de cloruro polivinilo (PVC) para sistemas de distribución de aguas**

Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- |                                      |             |
|--------------------------------------|-------------|
| (a) Tubería de PVC                   | ASTM D 1785 |
| (b) Cemento como solvente en tubería | ASTM D 2564 |

**725.16 Tubería de polietileno (PE) para sistemas de distribución de aguas**

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM D 2447 para las medidas de diseño y esfuerzos esperados.

**725.17 Tubería de acero**

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM A 74 clase SV.

**725.18 Tubería de cobre**

Debe estar de acuerdo con la norma ASTM V 88 m tipo L.

**725.19 Revestimiento de plástico**

Se suministrará una película que tenga un espesor de  $175 \pm 25$  micrómetros y de acuerdo con una de las siguientes opciones:

- |   |                        |
|---|------------------------|
| (a) Película de plástico de cloruro polivinil | ASTM D 1593 tipo II    |
| (b) Película de plástico de polietileno       | ASTM D 2103 tipo 02000 |

**725.20 Revestimiento sulfonado**

Se suministrará una solución acuosa a base del catión amonio, calcio o sodio. Deberá estar de acuerdo con lo siguiente:

- |                         |         |
|-------------------------|---------|
| (a) Sólidos             | 50 %    |
| (b) Gravedad específica | 1,25    |
| (c) pH, (AASHTO T 210)  | 4,5 min |

**725.21 Adhesivos epóxicos de resina**

De acuerdo la norma AASHTO M 235

**725.22 Mortero**

Suministrar morteros de acuerdo con los siguientes tipos o las especificaciones del contrato.

(a) Mortero de cemento hidráulico. Se suministrará una mezcla de cemento Pórtland, agregado fino, agua, aditivo de expansión, de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Esfuerzo de compresión a los 7 días, AASHTO T 106 4 MPa min
- (2) Flujo (FLH T 502 o ASTM C 939) 16 a 26 s

Suministrar la siguiente información con la certificación del producto:

- Certificaciones del fabricante del cemento
- Análisis químico y físico de las puzolanas
- Ensayos de laboratorio (1 día, 3 días, y 7 días para los esfuerzos, tiempos de flujo, encogimiento y expansión observada, y tiempo de fragua)

(b) Mortero de polímero. Suministrar un polímero y agregado fino mezclados en las proporciones recomendadas por el fabricante del polímero con un esfuerzo a la compresión mínimo de 25 Megapascales a las 4 horas de su elaboración.

(c) Mortero no-compresible. Conforme a la norma ASTM C 1107

(d) Mezcla de yeso (mortero). Conforme a lo siguiente:

(1) Esfuerzo adhesivo, 28 días	2 MPa mín
(2) Resistencia al congelamiento ASTM C 666, método B, 300 ciclos	Sin aparición de grietas
(3) Intemperismo acelerado, 5000 horas	Sin defectos visibles
(4) Resistencia al rociado	Sin deteriorarse y sin pérdida de adhesión
(5) Absorción, ASTM C 67	3,5 % máximo
(6) Esfuerzo de flexión, ASTM C 348, 28 días	6,8 Mpa mín
(7) Esfuerzo a la compresión, AASHTO T 106,	28 días 27,5 MPa mín

(e) Mortero de cemento Pórtland. Se suministrará una mezcla con 1 porción de cemento Pórtland por 3 de arena. Cuidadosamente se mezclarán con agua para producir un mortero.

#### **725.23 Reservada**

#### **725.24 Color del recubrimiento**

Se suministrará un cartucho que contenga las resinas que se van a usar, solventes y los pigmentos del tono del color suspendidos en una solución por un agente de suspensión químico. Los pigmentos deben consistir de silicatos laminares, dióxido de titanio y óxidos inorgánicos. Deberán estar de acuerdo con lo siguiente:

(a) Peso por litro o galón, ASTM D 147	38 kg mín.
(b) Sólidos por peso, ASTM D 2369	30 % mín.
(c) Sólidos por volumen	21 % mín.
(d) Tiempo de secado, ASTM D 1640 50% de humedad máxima	30 minutos a 21 °C y
(e) Cambio de color, ASTM D 822, 1000 h	Sin cambios apreciables
(f) Resistencia a los ácidos, álcalis, gasolina ASTM D 543	
(g) Transmisión de vapor de agua en el interior del concreto, ASTM D 1653	capaz de transmitir
(h) Absorción de humedad exterior dentro de los poros de la superficie del concreto FSS TT-C-555	Taza reducida
(i) Oxidación en el tiempo	Ninguna

#### **725.25 Explosivos y accesorios de voladura**

Sólo se usarán explosivos y accesorios con menos de un año de antigüedad.

#### **725.26 Lechadas minerales**

Se suministrará bentonita de sodio de origen comercial. Usar tamaños de granos minerales que permanezcan en suspensión con una viscosidad suficiente y características de gel en la mezcla.

#### **725.27 Encofrados**

Se suministrará un producto de alta calidad con elementos de unión fáciles de manipular. Las formaletas



que se usarán no compresionarán el concreto más de 6 mm a una tasa de 3650 kg por metro cuadrado.

**725.28 Masilla de aluminio impregnado**

Conforme a la norma FSS TT-C-598 grado 1.



# Tabla de Contenidos



# Division 100

## Disposiciones generales

	<b>11</b>
<b>Sección 101.) TÉRMINOS, FORMATOS Y DEFINICIONES</b>	<b>11</b>
101.01 Intención de los términos.	11
101.02 Formato de las especificaciones.	11
101.03 Abreviaturas.	12
101.04 Definiciones.	15
<b>Sección 102.) RESERVADA</b>	<b>32</b>
<b>Sección 103.) RESERVADA</b>	<b>32</b>
<b>Sección 104.) ALCANCE DEL TRABAJO</b>	<b>32</b>
104.01 Trabajo por ejecutar.	32
104.02 Otros Contratos.	32
104.03 Señalización y mantenimiento del tránsito.	32
104.04 Mantenimiento del tránsito durante la suspensión parcial o total de las obras.	33
104.05 Mantenimiento de la carretera.	33
104.06 Limpieza final.	33
104.07 Oficinas de campo.	33
104.08 Estipulaciones sanitarias.	33
104.09 Materiales.	33
104.10 Superintendente en la obra.	34
104.11 Equipo y Maquinaria	35
104.12 Local del trabajo.	35
104.13 Organización del Contratista.	35
104.14 Cambios en los planos o en el carácter de la obra:	35
104.15 Condiciones que difieren de las estipuladas en el contrato:	36
<b>Sección 105.) CONTROL DEL TRABAJO</b>	<b>37</b>
105.01 Autoridad del Contratante.	37
105.02 Autoridad de los inspectores gubernamentales.	37
105.03 Especificaciones, planos y dibujos.	37
105.04 Coordinación de los documentos del Contrato.	37
105.05 Restricciones de carga.	38
<b>Sección 106.) CONTROL DEL MATERIAL</b>	<b>38</b>
106.01 Fuentes de suministro y requisitos de calidad.	38
106.02 Fuentes locales de materiales.	38
106.03 Manejo de la fuente de material.	39
106.04 Acopio y manejo del material.	39
106.05 Uso de materiales encontrados en la obra.	40
<b>Sección 107.) ACEPTACIÓN DEL TRABAJO</b>	<b>40</b>
107.01 Conformidad con los requisitos del Contrato.	40
107.02 Inspección visual.	41

107.03 Certificación.	<a href="#">41</a>
107.04 Conformidad determinada o ensayada.	<a href="#">42</a>
107.05 Evaluación estadística del trabajo y determinación del factor de pago (valor del trabajo).	<a href="#">43</a>
107.06 Inspección en la planta.	<a href="#">46</a>
107.07 Inspección en el sitio.	<a href="#">46</a>
107.08 Parámetros de aceptación, control y pago.	<a href="#">46</a>
107.09 Aceptación parcial y final.	<a href="#">46</a>

## **Sección 108.) RELACIONES LEGALES Y RESPONSABILIDAD RESPECTO**

### **AL PÚBLICO [61](#)**

108.01 Leyes que deben ser cumplidas.	<a href="#">61</a>
108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje.	<a href="#">61</a>
108.03 Pizarra de anuncios.	<a href="#">62</a>
108.04 Protección de los Ferrocarriles.	<a href="#">62</a>
108.05 Responsabilidad por demandas de daño.	<a href="#">62</a>
108.06 Responsabilidad del Contratista por el trabajo.	<a href="#">63</a>
108.07 Obtención de derechos de vía.	<a href="#">63</a>
108.08 Sanidad, salud y seguridad.	<a href="#">63</a>
108.09 Relación legal entre las partes.	<a href="#">63</a>
108.10 Protección del ambiente.	<a href="#">63</a>
108.11 Protección de bosques, parques y terrenos públicos.	<a href="#">64</a>

### **Sección 109.) EJECUCIÓN Y PROGRESO [64](#)**

109.01 Inicio y ejecución del trabajo.	<a href="#">64</a>
109.02 Subcontratos.	<a href="#">64</a>
109.03 Determinación y extensión del tiempo del Contrato.	<a href="#">65</a>
109.04. Incumplimiento del término del Contrato.	<a href="#">66</a>
109.05 Recepción de la Obra y Finiquito del Contrato.	<a href="#">66</a>
109.05.01 Recepción de la Obra	<a href="#">66</a>
109.05.02 Finiquito del Contrato	<a href="#">68</a>
109.05.03 Orden de Modificación de Obra (Finiquito).	<a href="#">68</a>

### **Sección 110.) MEDICIÓN Y PAGO [69](#)**

110.01 Métodos de medición.	<a href="#">69</a>
110.02 Unidades de medición y definiciones.	<a href="#">69</a>
110.03 Procedimientos y aparatos de pesaje.	<a href="#">71</a>
110.04 Procedimientos de recepción.	<a href="#">72</a>
110.05 Alcance del pago.	<a href="#">73</a>
110.06. Obras especiales u obras por administración.	<a href="#">73</a>
110.06.01. Trabajos con cargo al Renglón de pago CR.110.06 "Trabajo a costo más porcentaje"	<a href="#">73</a>
110.07 Renglones de pago.	<a href="#">76</a>
110.08 Pagos de avance.	<a href="#">76</a>
110.09 Pago Final.	<a href="#">77</a>

<b>Sección 111.) DISPOSICIONES AMBIENTALES GENERALES</b>	<b><u>77</u></b>
111.01 Aspectos Generales.	<u>77</u>
111.02 Campamentos, plantas y manejo de materiales.	<u>78</u>
111.03 Explotación de sitios de préstamos.	<u>80</u>
111.04 Botaderos.	<u>82</u>
111.05 Precauciones durante los trabajos.	<u>84</u>
111.06 Precauciones durante la suspensión temporal de los trabajos.	<u>87</u>
111.07 Protección de la propiedad y servicios.	<u>87</u>
111.08 Acabado, aseo y presentación final de la obra.	<u>88</u>

## División 150

### Requisitos del Proyecto **89**

<b>Sección 151.) MOVILIZACIÓN</b>	<b><u>89</u></b>
-----------------------------------	------------------

151.01 Descripción.	<u>89</u>
151.02 Medición.	<u>89</u>
151.03 Pago.	<u>89</u>

<b>Sección 152.) TOPOGRAFIA PARA LA CONSTRUCCIÓN</b>	<b><u>90</u></b>
--	------------------

152.01 Descripción.	<u>90</u>
152.02 Requerimientos para la construcción.	<u>90</u>
152.03 Requerimientos de la topografía.	<u>91</u>
152.04 Aceptación.	<u>93</u>
152.05 Medición.	<u>93</u>
152.06 Pago.	<u>94</u>

<b>Sección 153.) CONTROL DE CALIDAD DEL PROYECTO</b>	<b><u>95</u></b>
--	------------------

153.01 Descripción.	<u>95</u>
153.02 Consultor de Calidad.	<u>95</u>
153.03 Organismo de ensayo.	<u>95</u>
153.04 Plan de control de calidad.	<u>96</u>
153.05 Constancias de calidad.	<u>97</u>
153.06 Informe mensual de control de calidad.	<u>98</u>
153.07 Aceptación.	<u>98</u>
153.08 Medición.	<u>98</u>

<b>Sección 154.) RESERVADA</b>	<b><u>99</u></b>
--------------------------------	------------------

<b>Sección 155.) PROGRAMAS DE TRABAJO PARA LOS CONTRATOS DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b><u>99</u></b>
--	------------------

155.01 Descripción	<u>99</u>
155.02 General.	<u>99</u>
155.03 Método del Diagrama de Barras (BCM).	<u>99</u>
155.04 Método de la Ruta Crítica (CPM).	<u>100</u>
155.05 Descripción escrita.	<u>100</u>
155.06 Actualización del programa.	<u>101</u>

<b>Sección 156.) TRÁNSITO DEL PÚBLICO</b>	<b><a href="#">101</a></b>
156.01 Descripción.	<a href="#">101</a>
156.02 Materiales.	<a href="#">101</a>
156.03 Acomodo del tránsito durante el trabajo.	<a href="#">102</a>
156.04 Mantenimiento de los caminos durante el trabajo.	<a href="#">102</a>
156.05 Mantenimiento de los caminos durante los períodos de paralización.	<a href="#">102</a>
156.06 Limitaciones en las operaciones de construcción.	<a href="#">102</a>
156.07 Operaciones nocturnas.	<a href="#">103</a>
156.08 Supervisor del tránsito y de la seguridad.	<a href="#">103</a>
156.09 Aceptación.	<a href="#">104</a>
156.10 Medición y pago	<a href="#">104</a>
<b>Sección 157.) CONTROL DE LA EROSIÓN DEL SUELO</b>	<b><a href="#">104</a></b>
157.01 Descripción.	<a href="#">104</a>
157.02 Materiales.	<a href="#">104</a>
157.03 General.	<a href="#">104</a>
157.04 Controles y limitaciones en el trabajo.	<a href="#">105</a>
157.05 Barreras Filtrantes.	<a href="#">105</a>
157.06 Estructuras de retención de sedimentos.	<a href="#">105</a>
157.07 Protección de la salida de la corriente.	<a href="#">106</a>
157.08 Pasos de agua.	<a href="#">106</a>
157.09 Desvíos.	<a href="#">106</a>
157.10 Corrientes de agua, Protección y Estabilización de Taludes.	<a href="#">106</a>
157.11 Plantación Temporal de Césped.	<a href="#">107</a>
157.12 Inspección y Reporte.	<a href="#">107</a>
157.13 Mantenimiento y Limpieza.	<a href="#">107</a>
157.14 Aceptación.	<a href="#">108</a>
157.15 Medición.	<a href="#">108</a>
157.16 Pago.	<a href="#">108</a>
<b>Sección 158.) APLICACIÓN DE AGUA PARA CONTROL DEL POLVO</b>	<b><a href="#">109</a></b>
158.01 Descripción.	<a href="#">109</a>
158.02 Materiales.	<a href="#">109</a>
158.03 General.	<a href="#">109</a>
158.04 Aceptación.	<a href="#">110</a>
158.05 Medición.	<a href="#">110</a>
158.06 Pago.	<a href="#">110</a>



# División 200

## Movimientos de tierra

111

### **Sección 201.) LIMPIEZA Y DESMONTE**

**111**

<i>201.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>111</u></a>
<i>201.02 Materiales.</i>	<a href="#"><u>111</u></a>
<i>201.03 General.</i>	<a href="#"><u>111</u></a>
<i>201.04 Limpieza.</i>	<a href="#"><u>112</u></a>
<i>201.05 Desmonte.</i>	<a href="#"><u>112</u></a>
<i>201.06 Desechos.</i>	<a href="#"><u>112</u></a>
<i>201.07 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>112</u></a>
<i>201.08 Medición.</i>	<a href="#"><u>112</u></a>
<i>201.09 Pago.</i>	<a href="#"><u>113</u></a>

### **Sección 202.) LIMPIEZA Y DESMONTE ADICIONAL**

**113**

<i>202.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>113</u></a>
<i>202.02 Definiciones.</i>	<a href="#"><u>113</u></a>
<i>202.03 General.</i>	<a href="#"><u>113</u></a>
<i>202.04 Limpieza seleccionada.</i>	<a href="#"><u>114</u></a>
<i>202.05 Limpieza y desmonte seleccionados.</i>	<a href="#"><u>114</u></a>
<i>202.06 Limpieza y desmonte especial.</i>	<a href="#"><u>114</u></a>
<i>202.07 Remoción de árboles individuales o de troncos.</i>	<a href="#"><u>114</u></a>
<i>202.08 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>114</u></a>
<i>202.09 Medición.</i>	<a href="#"><u>114</u></a>
<i>202.10 Pago.</i>	<a href="#"><u>114</u></a>

### **Sección 203.) ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS**

#### **EXISTENTES Y OBSTÁCULOS**

**114**

<i>203.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>114</u></a>
<i>203.02 Materiales.</i>	<a href="#"><u>115</u></a>
<i>203.03 Material recuperado.</i>	<a href="#"><u>115</u></a>
<i>203.04 Material removido.</i>	<a href="#"><u>115</u></a>
<i>203.05 Material de desecho.</i>	<a href="#"><u>115</u></a>
<i>203.06 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>116</u></a>
<i>203.07 Medida.</i>	<a href="#"><u>116</u></a>
<i>203.08 Pago.</i>	<a href="#"><u>116</u></a>

#### **Sección 204.) EXCAVACIÓN Y TERRAPLENADO**

**116**

<i>204.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>116</u></a>
<i>204.02 Definiciones.</i>	<a href="#"><u>117</u></a>
<i>204.03 Materiales.</i>	<a href="#"><u>119</u></a>
<i>204.04 Preparación para la excavación en la vía y la construcción de terraplenes.</i>	<a href="#"><u>119</u></a>
<i>204.05 Conservación de tierra vegetal.</i>	<a href="#"><u>119</u></a>
<i>204.06 Excavación de la vía.</i>	<a href="#"><u>119</u></a>
<i>204.07 Subexcavación.</i>	<a href="#"><u>120</u></a>

204.08	Excavación de préstamo.	<a href="#">120</a>
204.09	Preparación de la fundación para la construcción del terraplén.	<a href="#">120</a>
204.10	Construcción del terraplén.	<a href="#">121</a>
204.11	Compactación.	<a href="#">122</a>
204.12	Cunetas y zanjas.	<a href="#">122</a>
204.13	Taludes, conformado y acabado.	<a href="#">123</a>
204.14	Disposición de materiales inadecuados o excedentes.	<a href="#">123</a>
204.15	Aceptación.	<a href="#">123</a>
204.16	Medida.	<a href="#">124</a>
204.17	Pago.	<a href="#">125</a>
<b>Sección 205.) VOLADURA DE ROCAS</b>		<b><a href="#">130</a></b>
205.01	Descripción.	<a href="#">130</a>
205.02	Materiales.	<a href="#">130</a>
205.03	Regulaciones.	<a href="#">130</a>
205.04	Plan de voladura.	<a href="#">130</a>
205.05	Encargado de la voladura.	<a href="#">131</a>
205.06	Voladura de prueba.	<a href="#">131</a>
205.07	Voladura controlada.	<a href="#">131</a>
205.08	Voladura de producción.	<a href="#">132</a>
205.09	Registro de voladura.	<a href="#">132</a>
205.10	Aceptación.	<a href="#">133</a>
205.11	Medida.	<a href="#">133</a>
205.12	Pago.	<a href="#">133</a>
<b>Sección 206.) ACARREOS</b>		<b><a href="#">134</a></b>
206.01	Descripción	<a href="#">134</a>
206.02	Acarreos normal y libre	<a href="#">134</a>
206.03	Sobreacarreo	<a href="#">134</a>
206.04	Medición	<a href="#">134</a>
206.05	Pago	<a href="#">134</a>
<b>Sección 207.) GEOTEXILES PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>		<b><a href="#">135</a></b>
207.01	Descripción.	<a href="#">135</a>
207.02	Material.	<a href="#">135</a>
207.03	General.	<a href="#">135</a>
207.04	Aplicaciones para separación y estabilización.	<a href="#">135</a>
207.05	Aplicaciones para control permanente de erosión.	<a href="#">136</a>
207.06	Aceptación.	<a href="#">136</a>
207.07	Medida.	<a href="#">136</a>
207.08	Pago.	<a href="#">136</a>
<b>Sección 208.) EXCAVACION Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS</b>		
<b>MAYORES</b>		<b><a href="#">137</a></b>
208.01	Descripción.	<a href="#">137</a>
208.01	Materiales.	<a href="#">137</a>

208.03 Preparación para excavación de superficie.	<a href="#">137</a>
208.04 General.	<a href="#">137</a>
208.05 Preservación de canales.	<a href="#">138</a>
208.06 Diques provisionarios.	<a href="#">138</a>
208.07 Sello de fundación.	<a href="#">138</a>
208.08 Remoción de aguas.	<a href="#">139</a>
208.09 Preparación de la fundación.	<a href="#">139</a>
208.10 Relleno.	<a href="#">139</a>
208.11 Compactación.	<a href="#">139</a>
208.12 Aceptación.	<a href="#">140</a>
208.13 Medida.	<a href="#">140</a>
208.14 Pago.	<a href="#">140</a>

### **Sección 209.) EXCAVACION Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS**

	<b><a href="#">142</a></b>
209.01 Descripción.	<a href="#">142</a>
209.02 Materiales.	<a href="#">142</a>
209.03 Preparación para excavación de superficie.	<a href="#">142</a>
209.04 General.	<a href="#">142</a>
209.05 Preservación de canales.	<a href="#">142</a>
209.06 Sello de fundación.	<a href="#">142</a>
209.07 Remoción de aguas.	<a href="#">142</a>
209.08 Preparación de la fundación.	<a href="#">142</a>
209.09 Construcción de camas o lechos de fundación.	<a href="#">143</a>
209.10 Relleno.	<a href="#">143</a>
209.11 Compactación.	<a href="#">144</a>
209.12 Aceptación.	<a href="#">144</a>
209.13 Medida y Pago.	<a href="#">144</a>

### **Sección 210.) RELLENO PERMEABLE**

210.01 Descripción.	<a href="#">145</a>
210.02 Material.	<a href="#">145</a>
210.03 General.	<a href="#">146</a>
210.04 Aceptación.	<a href="#">146</a>
210.05 Medida.	<a href="#">146</a>
210.06 Pago.	<a href="#">146</a>

### **Sección 211.) ELIMINACIÓN DE CAMINOS O CALLES EXISTENTES**

211.01 Descripción.	<a href="#">147</a>
211.02 Generalidades.	<a href="#">147</a>
211.03 Materiales rígidos.	<a href="#">147</a>
211.04 Materiales no rígidos.	<a href="#">147</a>
211.05 Conformación.	<a href="#">148</a>
211.06 Aceptación.	<a href="#">148</a>
211.07 Medida.	<a href="#">148</a>
211.08 Pago.	<a href="#">148</a>

<b>Sección 212.) CONSTRUCCIÓN LINEAL DE EXPLANACIÓN</b>	<b><a href="#">148</a></b>
212.01 Descripción.	<a href="#">148</a>
212.02 Preparación de la calzada.	<a href="#">148</a>
212.03 Excavación y relleno.	<a href="#">148</a>
212.04 Tolerancia de la calzada.	<a href="#">149</a>
212.05 Aceptación.	<a href="#">149</a>
212.06 Medida.	<a href="#">149</a>
212.07 Pago.	<a href="#">149</a>
<b>Sección 213.) ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE</b>	<b><a href="#">149</a></b>
213.01 Descripción.	<a href="#">149</a>
213.02 Material.	<a href="#">149</a>
213.03 Proporcionamiento.	<a href="#">150</a>
213.04 General.	<a href="#">150</a>
213.05 Aplicación.	<a href="#">150</a>
213.06 Mezclado.	<a href="#">151</a>
213.07 Compactación y acabado.	<a href="#">151</a>
213.08 Curado.	<a href="#">151</a>
213.09 Aceptación.	<a href="#">152</a>
213.10 Medida.	<a href="#">152</a>
213.11 Pago.	<a href="#">152</a>

# División 250

## Refuerzo de taludes y muros de retención

153

### **Sección 251.) ESCOLLERAS (RIPRAP)**

**153**

<i>251.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>153</u></a>
<i>251.02 Material.</i>	<a href="#"><u>153</u></a>
<i>251.03 General.</i>	<a href="#"><u>153</u></a>
<i>251.04 Enrocado Colocado.</i>	<a href="#"><u>153</u></a>
<i>251.05 Enrocado entrabado.</i>	<a href="#"><u>154</u></a>
<i>251.06 Enrocado con mortero.</i>	<a href="#"><u>154</u></a>
<i>251.07 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>154</u></a>
<i>251.08 Medida.</i>	<a href="#"><u>154</u></a>
<i>251.09 Pago.</i>	<a href="#"><u>154</u></a>

### **Sección 252.) PEDRAPLENES ESPECIALES Y CONTRAFUERTE DE**

#### **ROCA**

**156**

<i>252.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>156</u></a>
<i>252.02 Materiales.</i>	<a href="#"><u>156</u></a>
<i>252.03 Colocación de la roca.</i>	<a href="#"><u>156</u></a>
<i>252.04 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>156</u></a>
<i>252.05 Medida.</i>	<a href="#"><u>156</u></a>
<i>252.06 Pago.</i>	<a href="#"><u>156</u></a>

### **Sección 253.) GAVIONES Y COLCHONES DE REVESTIMIENTO**

**157**

<i>253.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>157</u></a>
<i>253.02 Materiales.</i>	<a href="#"><u>157</u></a>
<i>253.03 General.</i>	<a href="#"><u>157</u></a>
<i>253.04 Ensamble de la celda.</i>	<a href="#"><u>157</u></a>
<i>253.05 Erección de la estructura.</i>	<a href="#"><u>157</u></a>
<i>253.06 Relleno de las Celdas.</i>	<a href="#"><u>158</u></a>
<i>253.07 Relleno de la estructura.</i>	<a href="#"><u>158</u></a>
<i>253.08 Colchones de revestimiento.</i>	<a href="#"><u>158</u></a>
<i>253.09 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>158</u></a>
<i>253.10 Medida.</i>	<a href="#"><u>158</u></a>
<i>253.11 Pago.</i>	<a href="#"><u>159</u></a>

### **Sección 254.) MUROS DE CONTENCIÓN MODULARES**

**159**

<i>254.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>159</u></a>
<i>254.02 Materiales.</i>	<a href="#"><u>159</u></a>
<i>254.03 General.</i>	<a href="#"><u>159</u></a>
<i>254.04 Ensamblaje.</i>	<a href="#"><u>160</u></a>
<i>254.05 Rellenado.</i>	<a href="#"><u>160</u></a>
<i>254.06 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>160</u></a>
<i>254.07 Medida.</i>	<a href="#"><u>160</u></a>
<i>254.08 Pago.</i>	<a href="#"><u>160</u></a>

<b>Sección 255.) MUROS CON SUELO REFORZADO</b>	<b><u>161</u></b>
255.01 Descripción.	<u>161</u>
255.02 Materiales.	<u>161</u>
255.03 General.	<u>161</u>
255.04 Construcción de muros.	<u>161</u>
255.05 Relleno.	<u>162</u>
255.06 Aceptación.	<u>163</u>
255.07 Medida.	<u>163</u>
255.08 Pago.	<u>163</u>
<b>Sección 256.) ANCLAJES PERMANENTES EN SUELO</b>	<b><u>164</u></b>
256.01 Descripción.	<u>164</u>
256.02 Materiales.	<u>164</u>
256.03 Requerimientos de experiencia.	<u>164</u>
256.04 Planos constructivos.	<u>164</u>
256.05 Fabricación de los tendones.	<u>165</u>
256.06 Almacenamiento y manejo.	<u>166</u>
256.07 Instalación.	<u>166</u>
256.08 Ensayos.	<u>167</u>
256.09 Aceptación.	<u>169</u>
256.10 Medida.	<u>170</u>
256.11 Pago.	<u>170</u>
<b>Sección 257.) MUROS DE RETENCIÓN ALTERNATIVOS</b>	<b><u>170</u></b>
257.01 Descripción.	<u>170</u>
257.02 Material.	<u>171</u>
257.03 General.	<u>171</u>
257.04 Entrega.	<u>171</u>
257.05 Construcción.	<u>173</u>
257.06 Aceptación.	<u>173</u>
257.07 Medición.	<u>173</u>
257.08 Pago.	<u>173</u>
<b>Sección 258.) MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO</b>	<b><u>174</u></b>
258.01 Descripción.	<u>174</u>
258.02 Material.	<u>174</u>
258.03 General.	<u>174</u>
258.04 Acero de Refuerzo.	<u>175</u>
258.05 Concreto Estructural.	<u>175</u>
258.06 Rellenado.	<u>175</u>
258.07 Aceptación.	<u>175</u>
258.08 Medida.	<u>175</u>
258.09 Pago.	<u>175</u>

## **Sección 259.) MUROS DE RETENCIÓN DE SUELO CLAVETEADO**

<b>(COSIDO)</b>	<b><a href="#">176</a></b>
259.01 Generalidades	<a href="#">176</a>
259.02 Descripción.	<a href="#">176</a>
259.03 Materiales.	<a href="#">176</a>
259.04 Capacidad del personal.	<a href="#">177</a>
259.05 General.	<a href="#">177</a>
259.06 Programa de Construcción.	<a href="#">177</a>
259.07 Excavación.	<a href="#">177</a>
259.08 Instalación de los Tendones de Acero.	<a href="#">178</a>
259.09 Tendones de ensayo.	<a href="#">178</a>
259.10 Red de drenajes del muro.	<a href="#">181</a>
259.11 Construcción del Muro.	<a href="#">181</a>
259.12 Cara Exterior Permanente del Muro.	<a href="#">182</a>
259.13 Relleno detrás de la cara del muro cuando en la parte superior presente una sección en voladizo.	<a href="#">182</a>
259.14 Aceptación.	<a href="#">182</a>
259.15 Medición.	<a href="#">183</a>
259.16 Pago.	<a href="#">183</a>

## **Sección 260.) PERNOS PARA USO COMO ANCLAJES MECÁNICOS EN**

<b>ROCA</b>	<b><a href="#">186</a></b>
260.01 Descripción.	<a href="#">186</a>
260.02 Materiales.	<a href="#">186</a>
260.03 Presentación de Información.	<a href="#">186</a>
260.04 Pernos para roca.	<a href="#">186</a>
260.05 Manejo y almacenaje.	<a href="#">187</a>
260.06 Instalación.	<a href="#">187</a>
260.07 Tensionado.	<a href="#">187</a>
260.08 Aceptación.	<a href="#">188</a>
260.09 Medición.	<a href="#">188</a>
260.10 Pago.	<a href="#">188</a>

## **Sección 261.) DOVELAS PARA ROCA (PASADORES DE FIJACIÓN)**

Generalidades	<a href="#">188</a>
261.01 Descripción.	<a href="#">188</a>
261.02 Materiales.	<a href="#">188</a>
261.03 General.	<a href="#">188</a>
261.04 Perforaciones.	<a href="#">188</a>
261.05 Instalación.	<a href="#">188</a>
261.06 Aceptación.	<a href="#">189</a>
261.07 Medición.	<a href="#">189</a>
261.08 Pago.	<a href="#">189</a>

# División 300

## Capas de base y sub-base

191

### **Sección 301.) SUBBASES O BASES GRANULARES**

**191**

<i>301.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>191</u></a>
<i>301.02 Materiales.</i>	<a href="#"><u>191</u></a>
<i>301.03 General.</i>	<a href="#"><u>191</u></a>
<i>301.04 Colocación y Tendido</i>	<a href="#"><u>192</u></a>
<i>301.05 Compactación.</i>	<a href="#"><u>192</u></a>
<i>301.06 Tolerancia superficial.</i>	<a href="#"><u>192</u></a>
<i>301.07 Mantenimiento.</i>	<a href="#"><u>192</u></a>
<i>301.08 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>192</u></a>
<i>301.09 Medición.</i>	<a href="#"><u>193</u></a>
<i>301.10 Pago.</i>	<a href="#"><u>193</u></a>

### **Sección 302.) MEJORAMIENTO DE CAMINOS (ESTABILIZACIÓN EN SITIO)**

**197**

<i>302.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>197</u></a>
<i>302.02 Materiales.</i>	<a href="#"><u>197</u></a>
<i>302.03 Diseño de mezcla (equivalente a BE-25).</i>	<a href="#"><u>197</u></a>
<i>302.04 General.</i>	<a href="#"><u>198</u></a>
<i>302.05 Mezcla.</i>	<a href="#"><u>198</u></a>
<i>302.07 Juntas de construcción.</i>	<a href="#"><u>199</u></a>
<i>302.08 Curado.</i>	<a href="#"><u>199</u></a>
<i>302.09 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>199</u></a>
<i>302.10 Medición</i>	<a href="#"><u>200</u></a>
<i>302.11 Pago</i>	<a href="#"><u>200</u></a>

### **Sección 303.) REACONDICIONAMIENTO DE LA CALZADA**

**202**

<i>303.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>202</u></a>
<i>303.02 Materiales.</i>	<a href="#"><u>202</u></a>
<i>303.03 Reacondicionamiento de las cunetas, conformación de las cunetas.</i>	<a href="#"><u>202</u></a>
<i>303.04 Reacondicionamiento de los espaldones.</i>	<a href="#"><u>202</u></a>
<i>303.05 Reacondicionamiento de la subrasante.</i>	<a href="#"><u>202</u></a>
<i>303.06 Reacondicionamiento de la superficie de agregados.</i>	<a href="#"><u>202</u></a>
<i>303.07 Reacondicionamiento de la calzada.</i>	<a href="#"><u>202</u></a>
<i>303.08 Pulverización.</i>	<a href="#"><u>202</u></a>
<i>303.09 Aceptación.</i>	<a href="#"><u>203</u></a>
<i>303.10 Medición.</i>	<a href="#"><u>203</u></a>
<i>303.11 Pago.</i>	<a href="#"><u>203</u></a>

### **Sección 304.) ESTABILIZACIÓN DE LOS AGREGADOS**

**205**

<i>304.01 Descripción.</i>	<a href="#"><u>205</u></a>
<i>304.02 Materiales.</i>	<a href="#"><u>205</u></a>
<i>304.03 Dosificación.</i>	<a href="#"><u>205</u></a>



304.04	General.	<a href="#">207</a>
304.05	Aplicación de los agentes de estabilización.	<a href="#">207</a>
304.06	Mezcla.	<a href="#">208</a>
304.07	Colocación, compactación y acabado.	<a href="#">208</a>
304.08	Juntas de construcción.	<a href="#">208</a>
304.09	Curado.	<a href="#">208</a>
304.10	Aceptación.	<a href="#">209</a>
304.11	Medición.	<a href="#">209</a>
304.12	Pago.	<a href="#">209</a>
<b>Sección 305.) MEZCLA DE TIERRA VEGETAL Y AGREGADO PARA</b>		
<b>RECUBRIMIENTO</b>		<b><a href="#">211</a></b>
305.01	Descripción.	<a href="#">211</a>
305.02	Materiales.	<a href="#">211</a>
305.03	Preparación de la superficie.	<a href="#">211</a>
305.04	Mezcla, colocación y compactación.	<a href="#">211</a>
305.05	Aceptación.	<a href="#">211</a>
305.06	Medición.	<a href="#">211</a>
305.07	Pago.	<a href="#">212</a>
<b>Sección 306.) ESTABILIZADOR DE POLVO</b>		<b><a href="#">212</a></b>
306.01	Descripción.	<a href="#">212</a>
306.02	Materiales.	<a href="#">212</a>
306.03	General.	<a href="#">213</a>
306.04	Preparación y aplicación.	<a href="#">213</a>
306.05	Mantenimiento y apertura al tráfico.	<a href="#">213</a>
306.06	Aceptación.	<a href="#">213</a>
306.07	Medición.	<a href="#">214</a>
306.08	Pago.	<a href="#">214</a>
<b>Sección 307.) APILAMIENTO DE AGREGADOS</b>		<b><a href="#">214</a></b>
307.01	Descripción.	<a href="#">214</a>
307.02	Materiales.	<a href="#">214</a>
307.03	Requerimientos para la construcción.	<a href="#">214</a>
307.04	Apilamiento.	<a href="#">215</a>
307.05	Aceptación.	<a href="#">215</a>
307.06	Medición.	<a href="#">215</a>
307.07	Pago.	<a href="#">215</a>
<b>Sección 308.) AGREGADOS TRITURADOS</b>		<b><a href="#">215</a></b>
308.01	Descripción	<a href="#">215</a>
308.02	Materiales	<a href="#">216</a>
308.03	Ganulometría	<a href="#">216</a>
308.03.1	Límites de Consistencia.	<a href="#">216</a>
308.04	Explotación de Materiales y Elaboración de Agregados.	<a href="#">216</a>
308.05	Procedimiento de Construcción	<a href="#">216</a>

308.05.1 Equipo	<a href="#">216</a>
308.05.2 Preparación de la Subrasante	<a href="#">216</a>
308.05.3 Colocación y Compactación	<a href="#">217</a>
308.05.5 Tolerancias	<a href="#">217</a>
308.06 Medición	<a href="#">217</a>
308.07 Base para el Pago	<a href="#">217</a>
<b>Sección 309.) BASE TRATADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA</b>	<b><a href="#">219</a></b>
309.01 Descripción.	<a href="#">219</a>
309.02 Materiales.	<a href="#">219</a>
309.03 General.	<a href="#">219</a>
309.04 Mezcla y tendido.	<a href="#">219</a>
309.05 Compactación.	<a href="#">219</a>
309.06 Tolerancia superficial.	<a href="#">220</a>
309.07 Mantenimiento.	<a href="#">220</a>
309.08 Aceptación.	<a href="#">220</a>
309.09 Medición.	<a href="#">220</a>
309.10 Pago.	<a href="#">220</a>
<b>Sección 310.) REDUCCIÓN A ESCOMBROS DE PAVIMENTOS Y BASES DE CONCRETO</b>	<b><a href="#">222</a></b>
310.01 Generalidades.	<a href="#">222</a>
310.02 Materiales.	<a href="#">222</a>
310.03 Definiciones.	<a href="#">222</a>
310.04 Equipo.	<a href="#">222</a>
310.05 Limitaciones operacionales.	<a href="#">222</a>
310.06 Requisitos granulométricos para la reducción a escombros de pavimentos de concreto.	<a href="#">223</a>
310.07 Sección de prueba.	<a href="#">223</a>
310.08 Compactación y prueba del rodillo.	<a href="#">223</a>
310.09 Muestreo.	<a href="#">223</a>
310.10 Acero embebido.	<a href="#">224</a>
310.11 Eliminación de material excedente.	<a href="#">224</a>
310.12 Medida.	<a href="#">224</a>
310.13 Pago.	<a href="#">224</a>
<b>SECCION 311.) CAPAS GRANULARES DE RODADURA</b>	<b><a href="#">224</a></b>
311.01 Descripción del Trabajo a Ejecutar.	<a href="#">224</a>
311.02 Materiales Necesarios para Realizar la Obra.	<a href="#">224</a>
Límites de Consistencia.	<a href="#">225</a>
Prueba de Desgaste:	<a href="#">225</a>
311.03 Procedimiento de Ejecución del Trabajo.	<a href="#">225</a>
311.04 Conformación de Superficies no Pavimentadas.	<a href="#">225</a>
311.05 Medición de Obra y Forma de Pago.	<a href="#">226</a>

<b>SECCION 312.) LASTRADO</b>	<b><a href="#">226</a></b>
312.01 Descripción del Trabajo a Ejecutar.	<a href="#">226</a>
312.02 Materiales Necesarios para Realizar la Obra.	<a href="#">226</a>
Límites de Consistencia.	<a href="#">227</a>
Prueba de Desgaste.	<a href="#">227</a>
312.03 Procedimiento de Ejecución del Trabajo.	<a href="#">227</a>
312.04 Conformación de Superficies no Pavimentadas.	<a href="#">228</a>
312.05 Medición de Obra y Forma de Pago.	<a href="#">228</a>

## División 400

### Pavimentos asfálticos y tratamientos superficiales [229](#)

#### **Sección 401.) MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE TIPO SUPERPAVE PROCESADA EN PLANTA CENTRAL PARA SUPERFICIE DE**

<b>RUEDO</b>	<b><a href="#">229</a></b>
401.01 Descripción.	<a href="#">229</a>
401.02 Materiales.	<a href="#">229</a>
401.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño).	<a href="#">230</a>
401.04 Planta de Mezclado.	<a href="#">234</a>
401.05 Pavimentadores.	<a href="#">234</a>
401.06 Preparación de la superficie.	<a href="#">235</a>
401.07 Limitaciones Climatológicas.	<a href="#">235</a>
401.08 Preparación del Cemento asfáltico.	<a href="#">236</a>
401.09 Preparación del Agregado.	<a href="#">236</a>
401.10 Mezclado.	<a href="#">236</a>
401.11 Transporte de la mezcla al sitio de obra.	<a href="#">236</a>
401.12 Procedimientos para el inicio de la producción.	<a href="#">236</a>
401.13 Colocación y acabado.	<a href="#">237</a>
401.14 Compactación.	<a href="#">238</a>
401.15 Juntas, preparación de bordes y limpieza.	<a href="#">238</a>
401.16 Control de regularidad (IRI) en carpetas de mezclas asfálticas en caliente	<a href="#">239</a>
401.17 Control de regularidad (IRI) en sobrecapas, reciclajes con sobrecapas o sobrecapas sobre fresados, de mezcla asfáltica en caliente.	<a href="#">240</a>
401.18 Aceptación del Trabajo.	<a href="#">241</a>
401.19 Medida	<a href="#">242</a>
401.20 Pago	<a href="#">242</a>

#### **Sección 402.) PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE**

<b>SEGÚN MÉTODOS DE DISEÑO DE MEZCLA HVEEM O MARSHALL</b>	<b><a href="#">248</a></b>
402.01 Descripción	<a href="#">248</a>
402.02 Materiales	<a href="#">248</a>
402.03 Composición de la mezcla (Fórmula de la Mezcla de Trabajo).	<a href="#">249</a>

402.04 Planta de mezclado.	<a href="#">251</a>
402.05 Pavimentadoras.	<a href="#">251</a>
402.06 Preparación de la superficie.	<a href="#">251</a>
402.07 Limitaciones del clima.	<a href="#">251</a>
402.08 Preparación del asfalto.	<a href="#">251</a>
402.09 Preparación de los agregados.	<a href="#">251</a>
402.10 Mezclado.	<a href="#">251</a>
402.11 Acarreo.	<a href="#">251</a>
402.12 Procedimiento para inicio de la producción.	<a href="#">251</a>
402.13 Colocación y acabado.	<a href="#">252</a>
402.14 Compactación.	<a href="#">252</a>
402.15 Juntas, recortes, y limpieza.	<a href="#">252</a>
402.16 Lisura/regularidad del pavimento.	<a href="#">252</a>
402.17 Aceptación.	<a href="#">252</a>
402.18 Medición	<a href="#">252</a>
402.19 Pago	<a href="#">252</a>

**Sección 403.) MEZCLA ASFÁLTICA RECICLADA PROCESADA EN PLANTA DE PRODUCCIÓN EN CALIENTE [258](#)**

403.01 Descripción.	<a href="#">258</a>
403.02 Materiales.	<a href="#">258</a>
403.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).	<a href="#">258</a>
403.04 Planta de procesamiento de mezcla asfáltica reciclada.	<a href="#">259</a>
403.05 Construcción.	<a href="#">259</a>
403.06 Aceptación.	<a href="#">259</a>
403.07 Medida.	<a href="#">260</a>
403.08 Pago.	<a href="#">261</a>

**Sección 404.) MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA APLICACIONES**

**MISCELÁNEAS [262](#)**

404.01 Descripción.	<a href="#">262</a>
404.02 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).	<a href="#">262</a>
404.03 Preparación de la superficie.	<a href="#">263</a>
404.04 Limitaciones climáticas.	<a href="#">263</a>
404.05 Transporte.	<a href="#">263</a>
404.06 Colocación.	<a href="#">263</a>
404.07 Compactación.	<a href="#">263</a>
404.08 Regularidad superficial del pavimento.	<a href="#">263</a>
404.09 Aceptación.	<a href="#">263</a>
404.10 Medida.	<a href="#">264</a>
404.11 Pago.	<a href="#">264</a>

## **Sección 405.) MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE DE GRANULOMETRÍA**

### **ABIERTA PARA CAPAS DE RUEDO **265****

405.01 Descripción.	<a href="#"><u>265</u></a>
405.02 Materiales.	<a href="#"><u>265</u></a>
405.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).	<a href="#"><u>265</u></a>
405.04 Plantas procesadoras y pavimentadoras.	<a href="#"><u>265</u></a>
405.05 Preparación de la superficie.	<a href="#"><u>265</u></a>
405.06 Limitaciones climáticas.	<a href="#"><u>265</u></a>
405.07 Preparación y mezclado del material.	<a href="#"><u>266</u></a>
405.08 Transporte, colocación y acabado.	<a href="#"><u>266</u></a>
405.09 Compactación.	<a href="#"><u>266</u></a>
405.10 Juntas y limpieza.	<a href="#"><u>266</u></a>
405.11 Aceptación.	<a href="#"><u>266</u></a>
405.12 Medición.	<a href="#"><u>267</u></a>
405.13 Pago.	<a href="#"><u>267</u></a>

## **Sección 406.) MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA CAPAS DE**

### **BASE **269****

406.01 Descripción.	<a href="#"><u>269</u></a>
406.02 Materiales.	<a href="#"><u>269</u></a>
406.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).	<a href="#"><u>269</u></a>
406.04 Plantas procesadoras.	<a href="#"><u>269</u></a>
406.05 Construcción.	<a href="#"><u>269</u></a>
406.06 Aceptación.	<a href="#"><u>269</u></a>
406.07 Medición.	<a href="#"><u>270</u></a>
406.08 Pago.	<a href="#"><u>270</u></a>

## **Sección 407.) MEZCLA ASFÁLTICA DE GRADUACIÓN ABIERTA**

### **PREPARADA EN FRIO CON EMULSIÓN ASFÁLTICA **271****

407.01 Descripción.	<a href="#"><u>271</u></a>
407.02 Materiales.	<a href="#"><u>271</u></a>
407.03 Composición de la mezcla (Dosificación de diseño)	<a href="#"><u>271</u></a>
407.04 Plantas procesadoras.	<a href="#"><u>272</u></a>
407.05 Preparación de la superficie.	<a href="#"><u>272</u></a>
407.06 Limitaciones climáticas.	<a href="#"><u>272</u></a>
407.07 Mezclado.	<a href="#"><u>273</u></a>
407.08 Transporte, colocación y acabado.	<a href="#"><u>273</u></a>
407.09 Compactación.	<a href="#"><u>273</u></a>
407.10 Sello asfáltico.	<a href="#"><u>274</u></a>
407.11 Tratamiento superficial.	<a href="#"><u>274</u></a>
407.12 Aceptación.	<a href="#"><u>274</u></a>
407.13 Medición.	<a href="#"><u>274</u></a>
407.14 Pago.	<a href="#"><u>275</u></a>

<b>Sección 408.) MEZCLA ASFÁLTICA PROCESADA EN FRÍO PARA</b>	
<b>CAPAS DE BASE INCORPORANDO MATERIAL DE RECICLADO</b>	<b><u>275</u></b>
408.01 Descripción.	<u>275</u>
408.02 Materiales.	<u>275</u>
408.03 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).	<u>275</u>
408.04 Preparación de la superficie.	<u>276</u>
408.05 Limitaciones climáticas.	<u>277</u>
408.06 Mezclado.	<u>277</u>
408.07 Distribución, acabado y compactación.	<u>277</u>
408.08 Aceptación.	<u>277</u>
408.09 Medición.	<u>278</u>
408.10 Pago.	<u>278</u>
<b>Sección 409.) MEZCLA ASFÁLTICA PROCESADA EN FRÍO PARA</b>	
<b>CAPAS DE BASE INCORPORANDO MATERIAL NUEVO Y MATERIAL</b>	
<b>RECICLADO</b>	<b><u>280</u></b>
409.01 Descripción.	<u>280</u>
409.02 Materiales.	<u>280</u>
409.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño).	<u>280</u>
409.04 Preparación de la superficie.	<u>280</u>
409.05 Limitaciones climáticas.	<u>281</u>
409.06 Fresado del pavimento existente.	<u>281</u>
409.07 Mezclado y dosificación.	<u>281</u>
409.08 Distribución, terminado y compactación.	<u>282</u>
409.09 Sello de emulsión asfáltica “fog seal”.	<u>284</u>
409.10 Aceptación.	<u>284</u>
409.11 Medida.	<u>284</u>
409.12 Pago.	<u>284</u>
<b>Sección 410.) MEZCLAS ASFÁLTICAS PROCESADAS EN FRÍO DE</b>	
<b>GRADUACIÓN DENSA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA</b>	<b><u>286</u></b>
410.01 Descripción.	<u>286</u>
410.02 Materiales.	<u>286</u>
410.03 Composición de la mezcla asfáltica.	<u>286</u>
410.04 Fórmula de la mezcla para la obra.	<u>287</u>
410.05 Producción y colocación de la mezcla asfáltica preparada en frío	<u>289</u>
410.06 Muestras de pavimento.	<u>292</u>
410.07 Aceptación.	<u>294</u>
410.08 Medida.	<u>294</u>
410.09 Pago.	<u>294</u>
<b>Sección 411.) TRATAMIENTOS SUPERFICIALES ASFÁLTICOS</b>	<b><u>295</u></b>
411.01 Descripción.	<u>295</u>
411.02 Materiales.	<u>295</u>
411.03 Dosificación de diseño.	<u>295</u>

411.04 Equipamiento.	<a href="#">295</a>
411.05 Preparación de la superficie.	<a href="#">297</a>
411.06 Limitaciones climáticas.	<a href="#">297</a>
411.07 Procedimientos para iniciar la producción para tratamientos superficiales.	<a href="#">297</a>
411.08 Aplicación del asfalto.	<a href="#">298</a>
411.09 Aplicación del agregado.	<a href="#">298</a>
411.10 Sello de niebla asfáltica (Fog seal)	<a href="#">301</a>
411.11 Tratamiento superficial simple.	<a href="#">306</a>
411.12 Tratamientos superficiales múltiples.	<a href="#">307</a>
411.13 Control de regularidad (IRI) en los tratamientos superficiales asfálticos	<a href="#">307</a>
411.14 Aceptación.	<a href="#">312</a>
411.15 Medida.	<a href="#">313</a>
411.16 Pago.	<a href="#">313</a>
<b>Sección 412.) SELLOS CON LECHADA ASFÁLTICA (SLURRY SEAL)</b>	<b><a href="#">315</a></b>
412.01 Descripción.	<a href="#">315</a>
412.02 Materiales.	<a href="#">315</a>
412.03 Composición de la mezcla asfáltica.	<a href="#">316</a>
412.04 Equipamiento.	<a href="#">318</a>
412.05 Notificación y control del tránsito.	<a href="#">319</a>
412.06 Preparación de la superficie.	<a href="#">320</a>
412.07 Limitaciones climáticas.	<a href="#">320</a>
412.08 Aplicación del sello de lechada asfáltica.	<a href="#">320</a>
412.09 Aceptación.	<a href="#">321</a>
412.10 Medida.	<a href="#">322</a>
412.11 Pago.	<a href="#">322</a>
<b>Sección 413.) RIEGO DE IMPRIMACIÓN</b>	<b><a href="#">324</a></b>
413.01 Descripción.	<a href="#">324</a>
413.02 Materiales.	<a href="#">324</a>
413.03 Equipamiento.	<a href="#">324</a>
413.04 Preparación de la superficie.	<a href="#">324</a>
413.05 Limitaciones climáticas.	<a href="#">324</a>
413.06 Aplicación de la imprimación.	<a href="#">324</a>
413.07 Aceptación.	<a href="#">325</a>
413.08 Medida.	<a href="#">325</a>
413.09 Pago.	<a href="#">325</a>
<b>Sección 414.) RIEGO DE LIGA ASFÁLTICA (TACK COAT)</b>	<b><a href="#">326</a></b>
414.01 Descripción.	<a href="#">326</a>
414.02 Materiales.	<a href="#">326</a>
414.03 Equipos.	<a href="#">326</a>
414.04 Preparación de la superficie.	<a href="#">326</a>
414.05 Limitación de condiciones climáticas.	<a href="#">326</a>

414.06 Aplicación del cemento asfáltico.	<a href="#">326</a>
414.07 Aceptación.	<a href="#">326</a>
414.08 Medida.	<a href="#">327</a>
414.09 Pago.	<a href="#">327</a>
<b>Sección 415.) PERFILADO (FRESADO) DE CAPAS ASFÁLTICAS</b>	<b><a href="#">327</a></b>
415.01 Descripción.	<a href="#">327</a>
415.02 Equipos.	<a href="#">327</a>
415.03 Escarificación del pavimento.	<a href="#">328</a>
415.04 Limitaciones en la ejecución de los trabajos.	<a href="#">329</a>
415.05 Acopio y propiedad del material fresado.	<a href="#">329</a>
415.06 Condiciones para recibir los trabajos.	<a href="#">329</a>
415.07 Aceptación.	<a href="#">330</a>
415.08 Medida.	<a href="#">330</a>
415.09 Pago.	<a href="#">330</a>
<b>Sección 416.) SELLO DE JUNTAS Y GRIETAS EN PAVIMENTOS ASFÁLTICOS</b>	<b><a href="#">331</a></b>
416.01 Descripción.	<a href="#">331</a>
416.02 Materiales.	<a href="#">331</a>
416.03 Equipos.	<a href="#">331</a>
416.04 Corte y sello de juntas.	<a href="#">331</a>
416.05 Limpieza, preparación y sello de grietas.	<a href="#">332</a>
416.06 Reparación del sello de grietas y juntas deterioradas.	<a href="#">333</a>
416.07 Aceptación.	<a href="#">333</a>
416.08 Medida.	<a href="#">333</a>
416.09 Pago.	<a href="#">333</a>
<b>Sección 417.) RESERVADA</b>	<b><a href="#">334</a></b>
<b>Sección 418.) MEZCLA ASFÁLTICA EN CALIENTE PARA USOS ESPECÍFICOS</b>	<b><a href="#">334</a></b>
418.01 Objeto	<a href="#">334</a>
418.02 Definición	<a href="#">334</a>
418.03 Diseño y composición de las mezclas	<a href="#">335</a>
418.04 Materiales	<a href="#">335</a>
418.05 Requisitos para el apilamiento de los agregados procesados.	<a href="#">339</a>
418.06 Requisitos para la mezcla asfáltica.	<a href="#">339</a>
418.06.01 Requisitos para la mezcla asfáltica designación 418 (1).	<a href="#">339</a>
418.07 Diseño de mezcla asfáltica y fórmula de mezcla para el trabajo.	<a href="#">347</a>
418.08 Requisitos de compactación durante la construcción	<a href="#">356</a>
<b>Sección 419.) RESERVADA</b>	<b><a href="#">356</a></b>
<b>Sección 420.) SISTEMAS DE ATENUACION DE REFLEJO DE GRIETAS</b>	<b><a href="#">357</a></b>
420.01 Descripción	<a href="#">357</a>
420.02 Materiales	<a href="#">357</a>



420.03 Cemento asfáltico	<a href="#">357</a>
420.04 Agregado	<a href="#">357</a>
420.05 Capa de liga	<a href="#">358</a>
420.06 Diseño de Mezcla	<a href="#">358</a>
420.07 Requisitos para la construcción	<a href="#">359</a>
420.08 Aceptación del Trabajo.	<a href="#">360</a>
420.09 Medida	<a href="#">361</a>
420.10 Pago	<a href="#">361</a>

**Sección 421.) MICRO-CAPA (MICROSURFACING) [361](#)**

421.01 Descripción.	<a href="#">361</a>
421.02 Materiales.	<a href="#">362</a>
421.03 Composición de la mezcla asfáltica.	<a href="#">364</a>
421.04 Equipamiento.	<a href="#">365</a>
421.05 Notificación y control del tránsito.	<a href="#">367</a>
421.06 Preparación de la superficie.	<a href="#">367</a>
421.07 Limitaciones climáticas.	<a href="#">367</a>
421.08 Aplicación de Microcapa (microsurfacing).	<a href="#">367</a>
421.09 Aceptación.	<a href="#">369</a>
421.10 Medida.	<a href="#">369</a>
421.11 Pago.	<a href="#">369</a>

# División 500

## Pavimentos de concreto hidráulico

371

### **Sección 501.) PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO**

**371**

<i>501.01 Descripción</i>	<u>371</u>
<i>501.02 Materiales</i>	<u>371</u>
<i>501.03 Dosificación y Resistencia</i>	<u>373</u>
<i>501.04 Control de Calidad del Concreto</i>	<u>374</u>
<i>501.05 Equipo, Mezclado y Colocación</i>	<u>374</u>
<i>501.06 Limitaciones Meteorológicas</i>	<u>374</u>
<i>501.07 Tramo de Prueba y Ajuste de la Fórmula de Trabajo</i>	<u>376</u>
<i>501.08 Colocación del Concreto</i>	<u>376</u>
<i>501.09 Acabado de la Superficie</i>	<u>378</u>
<i>501.10 Curado.</i>	<u>378</u>
<i>501.11 Juntas.</i>	<u>379</u>
<i>501.12 Sellado de Juntas.</i>	<u>381</u>
<i>501.13 Comprobación de la Superficie.</i>	<u>382</u>
<i>501.14 Control de regularidad (IRI) en pavimentos de losas de hormigón hidráulico</i>	<u>382</u>
<i>501.15 Protección del Pavimento</i>	<u>383</u>
<i>501.16 Apertura al Tránsito.</i>	<u>383</u>
<i>501.17 Ensayo de Aceptación.</i>	<u>384</u>
<i>501.18 Medición.</i>	<u>384</u>
<i>501.19 Pago</i>	<u>384</u>

### **Sección 502.) REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO**

**385**

<i>502.01 Descripción</i>	<u>385</u>
<i>502.02 Materiales</i>	<u>385</u>
<i>502.03 Composición de la Mezcla</i>	<u>386</u>
<i>502.04 Equipo</i>	<u>386</u>
<i>502.05 Reparación (Bacheo) a Profundidad parcial o total</i>	<u>387</u>
<i>502.06 Reparación de Juntas y Grietas</i>	<u>388</u>
<i>502.07 Restablecimiento del nivel y soporte de los Pavimentos</i>	<u>388</u>
<i>502.08 Estabilización y Sellado Inferior de los Pavimentos</i>	<u>389</u>
<i>502.09 Fresado (Cepillado) de la Superficie del Pavimento</i>	<u>390</u>
<i>502.10 Fracturación de un Pavimento de Concreto</i>	<u>390</u>
<i>502.11 Apertura al Tránsito</i>	<u>391</u>
<i>502.12 Aceptación</i>	<u>391</u>
<i>502.13 Medición</i>	<u>392</u>
<i>502.14 Pago</i>	<u>392</u>

## **Sección 503.) SOBRECAPAS DE CONCRETO HIDRAÚLICO SOBRE**

### **PAVIMENTOS ASFÁLTICOS**

**393**

<i>503.01 Descripción</i>	<u>393</u>
<i>503.02 Reparación de Fallas Previo a la Colocación de la Sobrecapa</i>	<u>393</u>
<i>503.03 Tipos de Falla por Reparar en el Pavimento Asfáltico Existente</i>	<u>394</u>
<i>503.04 Proceso Constructivo</i>	<u>395</u>
<i>503.05 Bacheo de la Superficie Existente</i>	<u>395</u>
<i>503.06 Fresado del Pavimento Asfáltico</i>	<u>395</u>
<i>503.07 Materiales</i>	<u>396</u>
<i>503.08 Dosificación y Resistencia</i>	<u>396</u>
<i>503.09 Operaciones de Construcción</i>	<u>396</u>
<i>503.10 Acabado Superficial</i>	<u>396</u>
<i>503.11 Curado</i>	<u>396</u>
<i>503.12 Juntas</i>	<u>396</u>
<i>503.13 Sellado de Juntas</i>	<u>396</u>
<i>503.14 Comprobación de la Superficie</i>	<u>396</u>
<i>503.15 Control de regularidad (IRI) en las sobrecapas de concreto.</i>	<u>396</u>
<i>503.16 Control de la Textura Superficial</i>	<u>396</u>
<i>503.17 Protección del Pavimento</i>	<u>396</u>
<i>503.18 Apertura al Tránsito</i>	<u>396</u>
<i>503.19 Aceptación</i>	<u>397</u>
<i>503.20 Medición</i>	<u>397</u>
<i>503.21 Pago</i>	<u>397</u>

## **Sección 504.) PAVIMENTO DE ADOQUINES DE CONCRETO**

### **HIDRAÚLICO**

**397**

<i>504.01 Descripción</i>	<u>397</u>
<i>504.02 Adoquines</i>	<u>397</u>
<i>504.03 Arena para capa de Soporte</i>	<u>397</u>
<i>504.04 Arena para Sello</i>	<u>398</u>
<i>504.05 Equipo</i>	<u>398</u>
<i>504.06 Preparación de la Superficie Existente</i>	<u>398</u>
<i>504.07 Colocación y Nivelación de la Capa de Arena</i>	<u>399</u>
<i>504.08 Colocación de los Adoquines</i>	<u>399</u>
<i>504.09 Ajustes</i>	<u>399</u>
<i>504.10 Compactación Inicial</i>	<u>399</u>
<i>504.11 Sello de Juntas y Compactación Final</i>	<u>399</u>
<i>504.12 Confinamiento</i>	<u>400</u>
<i>504.13 Limitaciones en la Ejecución</i>	<u>400</u>
<i>504.14 Apertura al Tránsito</i>	<u>400</u>
<i>504.15 Conservación</i>	<u>400</u>
<i>504.16 Calidad del Producto Terminado</i>	<u>400</u>
<i>504.17 Aceptación</i>	<u>400</u>

504.18 Medición	<a href="#">401</a>
504.19 Pago	<a href="#">401</a>
<b>Sección 505.) PAVIMENTO DE CONCRETO COMPACTADO CON RODILLO (CCR)</b>	<b><a href="#">402</a></b>
505.01 Descripción	<a href="#">402</a>
505.02 Generalidades	<a href="#">402</a>
505.03 Dosificación y Resistencia	<a href="#">404</a>
505.04 Equipo, Mezclado y Colado	<a href="#">405</a>
505.05 Control de Calidad del Concreto	<a href="#">406</a>
505.06 Limitaciones Meteorológicas	<a href="#">406</a>
505.07 Tramo de Prueba y Ajuste de la Fórmula de Trabajo	<a href="#">406</a>
505.08 Colocación del Concreto	<a href="#">406</a>
505.09 Compactación	<a href="#">407</a>
505.10 Curado.	<a href="#">408</a>
505.11 Ejecución de Juntas	<a href="#">408</a>
505.12 Sellado de Juntas.	<a href="#">409</a>
505.13 Comprobación de la Superficie.	<a href="#">409</a>
505.14 Apertura al Tránsito.	<a href="#">409</a>
505.15 Aceptación	<a href="#">410</a>
505.16 Medición	<a href="#">410</a>
505.17 Pago	<a href="#">410</a>

# División 550

## Construcción de puentes

411

### **Sección 551.) HINCA DE PILOTES**

**411**

<i>551.01 Descripción.</i>	<u>411</u>
<i>551.02 Material.</i>	<u>411</u>
<i>551.03 Equipo para la hincada de pilotes.</i>	<u>412</u>
<i>551.04 Longitud de los pilotes.</i>	<u>415</u>
<i>551.05 Pilotes de prueba.</i>	<u>415</u>
<i>551.06 Capacidad de soporte del pilote.</i>	<u>416</u>
<i>551.07 Perforación previa.</i>	<u>417</u>
<i>551.08 Preparación e hincado.</i>	<u>417</u>
<i>551.09 Empalmes.</i>	<u>418</u>
<i>551.10 Pilotes que emergen luego de hincarse.</i>	<u>419</u>
<i>551.11 Pruebas de carga de pilotes.</i>	<u>419</u>
<i>551.12 Corte de pilotes.</i>	<u>421</u>
<i>551.13 Pilotes rechazados.</i>	<u>422</u>
<i>551.14 Colado de concreto en corazas o pilotes tubulares.</i>	<u>422</u>
<i>551.15 Aceptación.</i>	<u>422</u>
<i>551.16 Medida.</i>	<u>422</u>
<i>551.17 Pago.</i>	<u>423</u>

### **Sección 552.) CONCRETO ESTRUCTURAL**

**423**

<i>552.01 Descripción.</i>	<u>423</u>
<i>552.02 Materiales.</i>	<u>423</u>
<i>552.03 Composición (Diseño de mezclas de concreto).</i>	<u>424</u>
<i>552.04 Manipulación y almacenamiento de materiales.</i>	<u>426</u>
<i>552.05 Medida de materiales.</i>	<u>426</u>
<i>552.06 Plantas de dosificación, mezcladoras y agitadores.</i>	<u>426</u>
<i>552.07 Mezcla.</i>	<u>427</u>
<i>552.08 Entrega.</i>	<u>427</u>
<i>552.09 Control de calidad de la mezcla.</i>	<u>428</u>
<i>552.10 Temperatura y condiciones ambientales.</i>	<u>429</u>
<i>552.11 Manejo y colocación del concreto.</i>	<u>431</u>
<i>552.12 Juntas de construcción.</i>	<u>435</u>
<i>552.13 Juntas de expansión y contracción.</i>	<u>435</u>
<i>552.14 Acabado de concreto plástico.</i>	<u>436</u>
<i>552.15 Curado del concreto.</i>	<u>438</u>
<i>552.16 Acabado de superficies encofradas.</i>	<u>438</u>
<i>552.17 Accesorios de anclaje.</i>	<u>440</u>
<i>552.18 Cargas en estructuras nuevas de concreto.</i>	<u>441</u>
<i>552.19 Aceptación.</i>	<u>442</u>
<i>552.20 Medición.</i>	<u>442</u>
<i>552.21 Pago.</i>	<u>442</u>

<b>Sección 553.) CONCRETO PRETENSADO</b>	<b><a href="#">443</a></b>
553.01 Descripción.	<a href="#">443</a>
553.02 Materiales.	<a href="#">443</a>
553.03 Método de aprobación.	<a href="#">444</a>
553.04 Acero de preesfuerzo.	<a href="#">444</a>
553.05 Concreto.	<a href="#">444</a>
553.06 Tensado.	<a href="#">445</a>
553.07 Miembros pretensados.	<a href="#">446</a>
553.08 Almacenaje, transporte y erección de estructuras.	<a href="#">446</a>
553.09 Miembros post-tensados.	<a href="#">447</a>
553.10 Pintura de acero.	<a href="#">449</a>
553.11 Aceptación.	<a href="#">452</a>
553.12 Medición.	<a href="#">452</a>
553.13. Pago	<a href="#">453</a>
<b>Sección 554.) ACERO DE REFUERZO</b>	<b><a href="#">453</a></b>
554.01 Descripción.	<a href="#">453</a>
554.02 Materiales	<a href="#">453</a>
554.03 Lista de pedido.	<a href="#">453</a>
554.04 Identificación.	<a href="#">453</a>
554.05 Dobladura.	<a href="#">453</a>
554.06 Protección del material.	<a href="#">454</a>
554.07 Acero de refuerzo con recubrimiento epóxico.	<a href="#">454</a>
554.08 Colocación y fijación.	<a href="#">454</a>
554.09 Empalmes.	<a href="#">455</a>
554.10 Aceptación.	<a href="#">455</a>
554.11 Medición.	<a href="#">456</a>
554.12 Pago.	<a href="#">456</a>
<b>Sección 555.) ESTRUCTURAS DE ACERO</b>	<b><a href="#">456</a></b>
555.01 Descripción.	<a href="#">456</a>
555.02 Materiales.	<a href="#">456</a>
555.03 General.	<a href="#">456</a>
555.04 Orden de inicio de trabajo.	<a href="#">457</a>
555.05 Inspección.	<a href="#">457</a>
555.06 Planos de taller, planos de erección y transporte.	<a href="#">457</a>
555.07 Almacenamiento del material.	<a href="#">458</a>
555.08 Fabricación.	<a href="#">458</a>
555.09 Destemplado y alivio de esfuerzos.	<a href="#">462</a>
555.10 Agujeros para los pernos (tornillos).	<a href="#">463</a>
555.11 Pasadores y rodillos.	<a href="#">464</a>
555.12 Barra de ojo.	<a href="#">464</a>
555.13 Ensamblaje- Atornillado.	<a href="#">465</a>
555.14 Conexiones soldadas.	<a href="#">465</a>
555.15 Preensamblado de conexiones de campo.	<a href="#">465</a>

555.16 Conexiones utilizando pernos sin torneear, torneados o nervados	<a href="#">466</a>
555.17 Conexiones utilizando pernos de alta resistencia.	<a href="#">467</a>
555.18 Soldadura.	<a href="#">472</a>
555.19 Erección de estructura.	<a href="#">472</a>
555.20 Aceptación.	<a href="#">473</a>
555.21 Medición.	<a href="#">473</a>
555.22 Pago.	<a href="#">474</a>

**Sección 556.) BARANDAS PARA PUENTES [474](#)**

556.01 Descripción.	<a href="#">474</a>
556.02 Material.	<a href="#">474</a>
556.03 Generalidades.	<a href="#">474</a>
556.04 Barandas de concreto.	<a href="#">474</a>
556.05 Barandas de acero.	<a href="#">474</a>
556.06 Barandas de aluminio.	<a href="#">475</a>
556.07 Barandas de madera.	<a href="#">475</a>
556.08 Remover y colocar las barandas para puentes.	<a href="#">475</a>
556.09 Pintura.	<a href="#">475</a>
556.10 Aceptación.	<a href="#">475</a>
556.11 Medición.	<a href="#">476</a>
556.12 Pago.	<a href="#">476</a>

**Sección 557.) ESTRUCTURAS DE MADERA [476](#)**

557.01 Descripción.	<a href="#">476</a>
557.02 Material.	<a href="#">476</a>
557.03 Generalidades.	<a href="#">476</a>
557.04 Madera tratada.	<a href="#">477</a>
557.05 Agujeros para pernos, dovelas, barras y tornillos tirafondo.	<a href="#">477</a>
557.06 Pernos y arandelas.	<a href="#">477</a>
557.07 Avellanado.	<a href="#">478</a>
557.08 Arrostramiento.	<a href="#">478</a>
557.09 Arrostramiento de caballetes.	<a href="#">478</a>
557.10 Cabeceros de todos los caballetes.	<a href="#">478</a>
557.11 Riostras.	<a href="#">478</a>
557.12 Largueros.	<a href="#">479</a>
557.13 Pisos de tablonos.	<a href="#">479</a>
557.14 Cubiertas de láminas clavadas transversalmente.	<a href="#">479</a>
557.15 Guardarruedas y barandas y postes.	<a href="#">480</a>
557.16 Armaduras.	<a href="#">480</a>
557.17 Drenajes.	<a href="#">480</a>
557.18 Pintura.	<a href="#">480</a>
557.19 Aceptación.	<a href="#">480</a>
557.20 Medidas.	<a href="#">480</a>
557.21 Pago.	<a href="#">480</a>

## **Sección 558.) IMPERMEABILIZACIÓN DE MAMPOSTERÍA Y CONCRETO**

**481**

<i>558.01 Descripción.</i>	<u>481</u>
<i>558.02 Material.</i>	<u>481</u>
<i>558.03 Impermeabilización.</i>	<u>481</u>
<i>558.04 Aceptación.</i>	<u>481</u>
<i>558.05 Medición.</i>	<u>481</u>
<i>558.06 Pago.</i>	<u>481</u>

## **Sección 559.) IMPERMEABILIZACIÓN (agua)**

**482**

<i>559.01 Descripción.</i>	<u>482</u>
<i>559.02 Material.</i>	<u>482</u>
<i>559.03 Membrana impermeable.</i>	<u>482</u>
<i>559.04 Membrana impermeable protegida con mortero.</i>	<u>483</u>
<i>559.05 Membrana impermeable protegida con asfalto laminado.</i>	<u>483</u>
<i>559.06 Aceptación.</i>	<u>483</u>
<i>559.07 Medición.</i>	<u>483</u>
<i>559.08 Pago.</i>	<u>484</u>

## **Sección 560.) REMOCIÓN DE CONCRETO POR DEMOLICIÓN**

### **HIDRÁULICA**

**484**

<i>560.01 Descripción.</i>	<u>484</u>
<i>560.02 Material.</i>	<u>484</u>
<i>560.03 Generalidades.</i>	<u>484</u>
<i>560.04 Equipo.</i>	<u>484</u>
<i>560.05 Remoción de concreto.</i>	<u>484</u>
<i>560.06 Acero de refuerzo.</i>	<u>485</u>
<i>560.07 Preparación de la superficie.</i>	<u>485</u>
<i>560.08 Aceptación.</i>	<u>485</u>
<i>560.09 Medición.</i>	<u>485</u>
<i>560.10 Pago.</i>	<u>485</u>

## **Sección 561.) RESERVADA**

**486**

## **Sección 562.) OBRAS TEMPORALES**

**486**

<i>562.01 Descripción.</i>	<u>486</u>
<i>562.02 Material.</i>	<u>486</u>
<i>562.03 Diseño.</i>	<u>486</u>
<i>562.04 Planos.</i>	<u>486</u>
<i>562.05 Fundaciones.</i>	<u>487</u>
<i>562.06 Construcción.</i>	<u>487</u>
<i>562.07 Mantenimiento e inspección.</i>	<u>488</u>
<i>562.08 Remoción.</i>	<u>489</u>
<i>562.09 Aceptación.</i>	<u>489</u>
<i>562.10 Medición y Pago.</i>	<u>489</u>



<b>Sección 563.) PINTURA</b>	<b><a href="#">490</a></b>
563.01 Descripción.	<a href="#">490</a>
563.02 Material.	<a href="#">490</a>
563.03 Protección al público, propiedades y trabajadores.	<a href="#">490</a>
563.04 Protección del trabajo.	<a href="#">491</a>
563.05 Generalidades de la preparación de la superficie.	<a href="#">491</a>
563.06 Generalidades sobre la aplicación de la pintura.	<a href="#">491</a>
563.07 Hierro y acero estructural.	<a href="#">492</a>
563.08 Pintura de superficies galvanizadas.	<a href="#">495</a>
563.09 Pintura de estructuras de madera.	<a href="#">495</a>
563.10 Pintura de estructuras de concreto.	<a href="#">496</a>
563.11 Aceptación.	<a href="#">496</a>
563.12 Medición.	<a href="#">496</a>
563.13 Pago.	<a href="#">496</a>
<b>Sección 564.) ACCESORIOS DE APOYO</b>	<b><a href="#">496</a></b>
564.01 Descripción	<a href="#">496</a>
564.02 Material	<a href="#">497</a>
564.03 Generalidades	<a href="#">497</a>
564.04 Apoyos elastoméricos.	<a href="#">498</a>
564.05 Apoyos oscilantes, de rodillos y deslizantes	<a href="#">498</a>
564.06 Placas en mampostería, de fundación y de relleno para los apoyos.	<a href="#">498</a>
564.07 Superficies de Tetrafluoroetileno (TFE) para los apoyos.	<a href="#">499</a>
564.08 Pernos de anclaje.	<a href="#">499</a>
564.09 Asiento de las placas de mampostería	<a href="#">500</a>
564.10 Aceptación.	<a href="#">500</a>
564.11 Medición	<a href="#">500</a>
564.12 Pago	<a href="#">500</a>
<b>Sección 565.) PILOTES DE CONCRETO PREEXCAVADOS Y COLADOS EN SITIO</b>	<b><a href="#">500</a></b>
565.01 Descripción.	<a href="#">500</a>
565.02 Materiales.	<a href="#">500</a>
565.03 Calificaciones y presentación de documentos.	<a href="#">500</a>
565.04 Pilotes preexcavados de prueba.	<a href="#">501</a>
565.05 Pilotes preexcavados y colados en sitio.	<a href="#">502</a>
565.06 Acero de refuerzo para pilotes preexcavados y colocación de los tubos de acceso para la prueba de registros sísmicos cruzados.	<a href="#">505</a>
565.07 Concreto para los pilotes colados en sitio.	<a href="#">506</a>
565.08 Pruebas de integridad.	<a href="#">507</a>
565.09 Aceptación.	<a href="#">509</a>
565.10 Medición.	<a href="#">509</a>
565.11 Pago.	<a href="#">509</a>

<b>Sección 566.) CONCRETO LANZADO</b>	<b><a href="#">510</a></b>
566.01 Descripción	<a href="#">510</a>
566.02 Conforme con las Subsecciones siguientes:	<a href="#">510</a>
566.03 Composición (Diseño de mezcla para el concreto lanzado).	<a href="#">510</a>
566.04 Aditivos Estabilizantes de la Hidratación.	<a href="#">511</a>
566.05 Ensayos previos a la construcción.	<a href="#">512</a>
566.06 Construcción con concreto lanzado.	<a href="#">512</a>
566.07 Curado del concreto lanzado.	<a href="#">513</a>
566.08 Reporte de Producción.	<a href="#">513</a>
566.09 Aceptación.	<a href="#">513</a>
566.10 Medición	<a href="#">514</a>
566.11 Pago	<a href="#">514</a>
<b>Sección 567.) JUNTAS IMPERMEABILIZANTES DEL AGUA</b>	<b><a href="#">516</a></b>
567.01 Descripción.	<a href="#">516</a>
567.02 Materiales.	<a href="#">516</a>
567.03 Juntas impermeabilizantes de cobre.	<a href="#">516</a>
567.04 Juntas impermeabilizantes de hule.	<a href="#">516</a>
567.05 Juntas impermeabilizantes plásticas.	<a href="#">516</a>
567.06 Colocación de juntas impermeabilizantes.	<a href="#">516</a>
567.07 Aceptación.	<a href="#">517</a>
567.08 Medición.	<a href="#">517</a>
567.09 Pago.	<a href="#">517</a>
<b>Sección 568.) PEGAMENTOS EN CONCRETO ESTRUCTURAL</b>	<b><a href="#">517</a></b>
568.01 Descripción.	<a href="#">517</a>
569.02 Materiales.	<a href="#">517</a>
568.03 Preparación de la grieta.	<a href="#">517</a>
568.04 Procedimientos de inyección.	<a href="#">517</a>
568.05 Núcleos.	<a href="#">518</a>
568.06 Aceptación.	<a href="#">518</a>
568.07 Medición.	<a href="#">518</a>
568.08 Pago.	<a href="#">519</a>
<b>Sección 569.) ENCOFRADOS Y ANDAMIAJE</b>	<b><a href="#">519</a></b>
569.01 Descripción.	<a href="#">519</a>
569.02 Planos.	<a href="#">519</a>
569.03 Cargas de diseño.	<a href="#">520</a>
569.04 Esfuerzos de diseño, cargas y deflexiones.	<a href="#">522</a>
569.05 Accesorios de ensamblaje.	<a href="#">523</a>
569.06 Fundaciones para el andamiaje.	<a href="#">523</a>
569.07 Andamiaje sobre o adyacente a carreteras y ferrocarriles.	<a href="#">523</a>
569.08 Andamiaje para estructuras de acero.	<a href="#">523</a>
569.09 Construcción de andamiajes.	<a href="#">524</a>
569.10 Encofrados.	<a href="#">524</a>

569.11 Remoción de encofrados y andamios.	<a href="#">525</a>
569.12 Aceptación.	<a href="#">526</a>
569.13 Medición y pago.	<a href="#">526</a>

## División 600

### Construcciones conexas

[527](#)

#### **Sección 601.) ESTRUCTURAS MENORES DE CONCRETO HIDRÁULICO**

	<a href="#">527</a>
601.01 Descripción.	<a href="#">527</a>
601.02 Materiales.	<a href="#">527</a>
601.03 Composición del concreto hidráulico.	<a href="#">527</a>
601.04 General.	<a href="#">528</a>
601.05 Colocación del Concreto.	<a href="#">528</a>
601.06 Curado del Concreto.	<a href="#">530</a>
601.07 Aceptación.	<a href="#">531</a>
601.08 Medición.	<a href="#">531</a>
601.09 Pago.	<a href="#">531</a>

#### **Sección 602.) ALCANTARILLADO Y DRENAJES.**

[532](#)

602.01 Descripción.	<a href="#">532</a>
602.02 Materiales.	<a href="#">532</a>
602.03 General.	<a href="#">532</a>
602.04 Colocación de tubería de concreto y de cajas de concreto reforzado prefabricadas, para alcantarillas.	<a href="#">532</a>
602.05 Colocación de tubería metálica.	<a href="#">533</a>
602.06 Colocación de tubería plástica.	<a href="#">533</a>
602.07 Colocación de tuberías perforadas.	<a href="#">533</a>
602.08 Aceptación.	<a href="#">533</a>
602.09 Medición.	<a href="#">533</a>
602.10 Pago.	<a href="#">533</a>

#### **Sección 603.) CHAPAS O LÁMINAS ESTRUCTURALES**

[534](#)

603.01 Descripción.	<a href="#">534</a>
603.02 Materiales.	<a href="#">534</a>
603.03 General.	<a href="#">534</a>
603.04 Montaje.	<a href="#">534</a>
603.05 Aceptación.	<a href="#">535</a>
603.06 Medición.	<a href="#">535</a>
603.07 Pago.	<a href="#">535</a>

#### **Sección 604.) POZOS DE REGISTRO, TOMAS Y TRAGANTES**

[536](#)

604.01 Descripción.	<a href="#">536</a>
604.02 Materiales.	<a href="#">536</a>
604.03 General.	<a href="#">536</a>

604.04 Construcción de concreto.	<a href="#">536</a>
604.05 Construcción con bloques de mampostería.	<a href="#">537</a>
604.06 Construcción en metal.	<a href="#">537</a>
604.07 Ajustes de pendiente de estructuras existentes.	<a href="#">537</a>
604.08 Aceptación	<a href="#">538</a>
604.09 Medición.	<a href="#">538</a>
604.10 Pago.	<a href="#">538</a>
<b>Sección 605.) SUBDRENAJES</b>	<b><a href="#">538</a></b>
605.01 Descripción.	<a href="#">538</a>
605.02 Materiales.	<a href="#">539</a>
605.03 General.	<a href="#">539</a>
605.04 Colocación de subdrenajes.	<a href="#">539</a>
605.05 Colocación de camas filtrantes de geocompuesto.	<a href="#">540</a>
605.06 Colocación de subdrenajes geocompuestos en el borde del pavimento.	<a href="#">540</a>
605.07 Aceptación.	<a href="#">540</a>
605.08 Medición.	<a href="#">541</a>
605.09 Pago.	<a href="#">541</a>
<b>Sección 606.) VERTEDEROS DE METAL CORRUGADO</b>	<b><a href="#">541</a></b>
606.01 Descripción.	<a href="#">541</a>
606.02 Materiales.	<a href="#">542</a>
606.03 Colocación de vertederos de metal corrugado.	<a href="#">542</a>
606.04 Aceptación.	<a href="#">542</a>
606.05 Medición.	<a href="#">542</a>
606.06 Pago.	<a href="#">542</a>
<b>Sección 607.) LIMPIEZA, REACONDICIONAMIENTO Y REPARACIÓN DE ESTRUCTURAS DE DRENAJE EXISTENTES</b>	<b><a href="#">543</a></b>
607.01 Descripción.	<a href="#">543</a>
607.02 General.	<a href="#">543</a>
607.03 Remoción y limpieza de alcantarillas.	<a href="#">543</a>
607.04 Limpieza de alcantarillas.	<a href="#">543</a>
607.05 Recolocación o almacenamiento de tubería rescatada.	<a href="#">543</a>
607.06 Reacondicionamiento de estructuras de drenaje.	<a href="#">543</a>
607.07 Aceptación.	<a href="#">543</a>
607.08 Medición.	<a href="#">543</a>
607.09 Pago.	<a href="#">544</a>
<b>Sección 608.) REVESTIMIENTO DE CUNETAS Y CANALES</b>	<b><a href="#">544</a></b>
608.01 Descripción.	<a href="#">544</a>
608.02 Materiales.	<a href="#">544</a>
608.03 General.	<a href="#">544</a>
608.04 Piedra bruta unida con lechada en canales pavimentados.	<a href="#">545</a>
608.05 Piedra bruta unida con mortero en canales pavimentados.	<a href="#">545</a>

608.06 Piedra bruta unida con concreto en canales pavimentados.	<a href="#">545</a>
608.07 Canales revestidos de concreto hidráulico.	<a href="#">545</a>
608.08 Canales revestidos con mezcla asfáltica.	<a href="#">545</a>
608.09 Colocación de empedrado suelto en canales.	<a href="#">545</a>
608.10 Aceptación.	<a href="#">546</a>
608.11 Medición.	<a href="#">546</a>
608.12 Pago.	<a href="#">546</a>
<b>Sección 609.) CORDÓN Ó BORDILLO Y CUNETA</b>	<b><a href="#">547</a></b>
609.01 Descripción.	<a href="#">547</a>
609.02 Materiales.	<a href="#">547</a>
609.03 General.	<a href="#">547</a>
609.04 Cordón de piedra o concreto prefabricado.	<a href="#">547</a>
609.05 Cordón o cordón y cuneta de concreto hidráulico.	<a href="#">547</a>
609.06 Cordón o bordillo de concreto asfáltico.	<a href="#">548</a>
609.07 Recolocación de cordones de piedra o de concreto prefabricado.	<a href="#">548</a>
609.08 Barrera de llanta vehicular.	<a href="#">548</a>
609.09 Aceptación.	<a href="#">548</a>
609.10 Medición.	<a href="#">549</a>
609.11 Pago.	<a href="#">549</a>
<b>Sección 610.) DRENAJES HORIZONTALES CON TUBERÍA PERFORADA</b>	<b><a href="#">550</a></b>
610.01 Descripción.	<a href="#">550</a>
610.02 Materiales.	<a href="#">550</a>
610.03 General.	<a href="#">550</a>
610.04 Perforación de Agujeros.	<a href="#">550</a>
610.05 Instalación de drenajes horizontales.	<a href="#">550</a>
610.06 Instalación de drenajes exteriores y sistemas colectores.	<a href="#">550</a>
610.07 Aceptación.	<a href="#">550</a>
610.08 Medición.	<a href="#">551</a>
610.09 Pago.	<a href="#">551</a>
<b>Sección 611.) RESERVADA.</b>	<b><a href="#">551</a></b>
<b>Sección 612.) RESERVADA.</b>	<b><a href="#">551</a></b>
<b>Sección 613.) SUPERFICIES DE MAMPOSTERÍA SIMULANDO PIEDRA.</b>	<b><a href="#">551</a></b>
613.01 Descripción.	<a href="#">551</a>
613.02 Materiales.	<a href="#">551</a>
613.03 Fabricación de forros de encofrado.	<a href="#">551</a>
613.04 Instalación de los forros de encofrado.	<a href="#">552</a>
613.05 Superficie superior.	<a href="#">552</a>
613.06 Remoción del forro de encofrado.	<a href="#">552</a>
613.07 Preparación de la superficie de concreto.	<a href="#">552</a>

613.08 Aplicación del color/tinte.	<a href="#">552</a>
613.09 Pared de prueba.	<a href="#">553</a>
613.10 Aceptación.	<a href="#">553</a>
613.11 Medición.	<a href="#">553</a>
613.12 Pago.	<a href="#">553</a>
<b>Sección 614.) RELLENO DE CONCRETO POBRE</b>	<b><a href="#">554</a></b>
614.01 Descripción.	<a href="#">554</a>
614.02 Materiales.	<a href="#">554</a>
614.03 Composición de la mezcla.	<a href="#">554</a>
614.04 General.	<a href="#">554</a>
614.05 Mezcla y colocación del relleno de concreto pobre.	<a href="#">554</a>
614.06 Aceptación.	<a href="#">554</a>
614.07 Medición.	<a href="#">555</a>
614.08 Pago.	<a href="#">555</a>
<b>Sección 615.) ACERAS, ENTRADAS A PROPIEDADES Y SENDEROS PAVIMENTADOS.</b>	<b><a href="#">555</a></b>
615.01 Descripción.	<a href="#">555</a>
615.02 Materiales.	<a href="#">555</a>
615.03 General.	<a href="#">555</a>
615.04 Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto hidráulico.	<a href="#">555</a>
615.05 Aceras, entradas a propiedades y senderos de concreto asfáltico.	<a href="#">556</a>
615.06 Aceras, entradas a propiedades y senderos de ladrillos.	<a href="#">556</a>
615.07 Aceptación.	<a href="#">556</a>
615.08 Medición.	<a href="#">556</a>
615.09 Pago.	<a href="#">556</a>
<b>Sección 616.) RESERVADA</b>	<b><a href="#">557</a></b>
<b>SECCIÓN 617.) BARRERAS DE SEGURIDAD</b>	<b><a href="#">557</a></b>
617.01 Descripción.	<a href="#">557</a>
617.02 Materiales.	<a href="#">558</a>
617.03 Postes.	<a href="#">559</a>
617.04 Barreras.	<a href="#">559</a>
617.05 Terminales de barreras.	<a href="#">559</a>
617.06 Conexiones a la estructura.	<a href="#">560</a>
617.07 Remoción y recolocación de las barreras.	<a href="#">560</a>
617.08 Levantamiento de nivel de las barreras.	<a href="#">560</a>
617.09 Aceptación.	<a href="#">560</a>
617.10 Medición.	<a href="#">560</a>
617.11 Pago.	<a href="#">561</a>

<b>Sección 618.) BARRERAS DE CONCRETO Y PREFABRICADOS</b>	<b>561</b>
618.01 Descripción.	<a href="#">561</a>
618.02 Materiales.	<a href="#">562</a>
618.03 General.	<a href="#">562</a>
618.04 Barreras de concreto.	<a href="#">562</a>
618.05 Barrera prefabricada de concreto.	<a href="#">562</a>
618.06 Terminales.	<a href="#">563</a>
618.07 Barreras iniciales.	<a href="#">563</a>
618.08 Aceptación.	<a href="#">563</a>
618.09 Medición.	<a href="#">563</a>
618.10 Pago.	<a href="#">563</a>
<b>Sección 619.) CERCAS, PORTONES Y GUARDAGANADO</b>	<b>564</b>
619.01 Descripción.	<a href="#">564</a>
619.02 Materiales.	<a href="#">564</a>
619.03 Cercas y portones.	<a href="#">564</a>
619.04 Barreras con conexión a tierra.	<a href="#">566</a>
619.05 Reconstrucción y remoción de barreras de protección.	<a href="#">566</a>
619.06 Cerca temporal.	<a href="#">566</a>
619.07 Sistemas de protección para el ganado.	<a href="#">566</a>
619.08 Postes.	<a href="#">567</a>
619.09 Aceptación.	<a href="#">567</a>
619.10 Medida.	<a href="#">567</a>
619.11 Pago.	<a href="#">567</a>
<b>Sección 620.) MAMPOSTERÍA DE PIEDRA</b>	<b>567</b>
620.01 Descripción.	<a href="#">567</a>
620.02 Materiales.	<a href="#">568</a>
620.03 General.	<a href="#">568</a>
620.04 Colocación de la piedra.	<a href="#">568</a>
620.05 Elaboración de las juntas.	<a href="#">569</a>
620.06 Construcción de las paredes.	<a href="#">570</a>
620.07 Revestimiento para el concreto.	<a href="#">570</a>
620.08 Construcción de arcos.	<a href="#">571</a>
620.09 Muretes	<a href="#">571</a>
620.10 Aceptación.	<a href="#">572</a>
620.11 Medición.	<a href="#">572</a>
620.12 Pago.	<a href="#">572</a>
<b>Sección 621.) MONUMENTOS Y MARCADORES</b>	<b>573</b>
621.01 Descripción	<a href="#">573</a>
621.02 Materiales	<a href="#">573</a>
621.03 Monumentos y marcadores	<a href="#">573</a>
621.04 Aceptación	<a href="#">573</a>
621.05 Medida	<a href="#">573</a>
621.06 Pago	<a href="#">574</a>

<b>Sección 622.) RESERVADA</b>	<b><a href="#">574</a></b>
<b>Sección 623.) TRABAJOS GENERALES</b>	<b><a href="#">574</a></b>
623.01 Descripción	<a href="#">574</a>
623.02 Trabajadores y equipo menor	<a href="#">574</a>
623.03 Aceptación	<a href="#">574</a>
623.04 Medida	<a href="#">574</a>
623.05 Pago	<a href="#">574</a>
<b>Sección 624.) CAPA VEGETAL</b>	<b><a href="#">575</a></b>
624.01 Descripción	<a href="#">575</a>
624.02 Materiales	<a href="#">575</a>
624.03 Preparación de áreas	<a href="#">575</a>
624.04 Colocación de la capa vegetal	<a href="#">575</a>
624.05 Aceptación	<a href="#">575</a>
624.06 Medida	<a href="#">575</a>
624.07 Pago	<a href="#">575</a>
<b>Sección 625.) INSTALACIÓN DEL CÉSPED</b>	<b><a href="#">576</a></b>
625.01 Descripción.	<a href="#">576</a>
625.02 Materiales.	<a href="#">576</a>
625.03 General.	<a href="#">576</a>
625.04 Preparación de la zona de siembra.	<a href="#">576</a>
625.05 Riego.	<a href="#">577</a>
625.06 Fertilización.	<a href="#">577</a>
625.07 Siembra.	<a href="#">577</a>
625.08 Colocación de recubrimiento vegetal.	<a href="#">577</a>
625.10 Aceptación.	<a href="#">578</a>
625.11 Medición.	<a href="#">578</a>
625.12 Pago.	<a href="#">578</a>
<b>Sección 626.) PLANTAS, ÁRBOLES, ARBUSTOS, ENREDADERAS Y SETOS</b>	<b><a href="#">578</a></b>
626.01 Descripción.	<a href="#">578</a>
626.02 Materiales.	<a href="#">578</a>
626.03 General.	<a href="#">579</a>
626.04 Inspección y entrega.	<a href="#">579</a>
626.05 Protección y almacenamiento temporal.	<a href="#">579</a>
626.06 Excavación de los hoyos y camas para las plantas.	<a href="#">579</a>
626.07 Colocación de las plantas.	<a href="#">580</a>
626.08 Fertilización.	<a href="#">581</a>
626.09 Riego.	<a href="#">581</a>
626.10 Arriostramiento y estacado.	<a href="#">581</a>
626.11 Poda.	<a href="#">581</a>
626.12 Colocación del recubrimiento vegetal.	<a href="#">581</a>
626.13 Período de establecimiento de las plantas.	<a href="#">581</a>



626.14 Aceptación.	<a href="#">581</a>
626.15 Medición.	<a href="#">582</a>
626.16 Pago.	<a href="#">582</a>
<b>Sección 627.) CÉSPED</b>	<b><a href="#">582</a></b>
627.01 Descripción.	<a href="#">582</a>
627.02 Materiales.	<a href="#">582</a>
627.03 General.	<a href="#">582</a>
627.04 Inspección y entrega.	<a href="#">582</a>
627.05 Preparación del terreno.	<a href="#">583</a>
627.06 Colocación del césped.	<a href="#">583</a>
627.07 Mantenimiento de las zonas cubiertas con césped.	<a href="#">583</a>
627.08 Aceptación.	<a href="#">583</a>
627.09 Medición.	<a href="#">584</a>
627.10 Pago.	<a href="#">584</a>
<b>Sección 628.) PLANTACIÓN DE ESPIGAS Y ARBUSTOS PARA EVITAR LA EROSIÓN</b>	<b><a href="#">584</a></b>
628.01 Descripción.	<a href="#">584</a>
628.02 Materiales.	<a href="#">584</a>
628.03 General.	<a href="#">584</a>
628.04 Recolección de espigas y arbustos.	<a href="#">584</a>
628.05 Preparación y limpieza completa por anticipado.	<a href="#">585</a>
628.06 Colocación de capa vegetal superior.	<a href="#">585</a>
628.07 Plantación de las espigas y arbustos.	<a href="#">585</a>
628.08 Recubrimiento con retenedor de humedad y compactación.	<a href="#">586</a>
628.09 Aceptación.	<a href="#">586</a>
628.10 Medición.	<a href="#">586</a>
628.11 Pago.	<a href="#">586</a>
<b>Sección 629.) MATERIALES PARA EL CONTROL DE LA EROSIÓN, REDES PARA EL CONTROL DE EROSIÓN Y SISTEMAS DE CONFINAMIENTO DE TIPO CELULAR</b>	<b><a href="#">587</a></b>
629.01 Descripción.	<a href="#">587</a>
629.02 Materiales.	<a href="#">587</a>
629.03 Materiales para el control de la erosión (tipos 1, 2, 3, 4 y 5).	<a href="#">587</a>
629.04 Redes para el control de la erosión.	<a href="#">588</a>
629.05 Sistemas de confinamiento de tipo celular.	<a href="#">588</a>
629.06 Aceptación.	<a href="#">588</a>
629.07 Medida.	<a href="#">588</a>
629.08 Pago.	<a href="#">588</a>
<b>Sección 630.) RESERVADA</b>	<b><a href="#">589</a></b>
<b>Sección 631.) RESERVADA</b>	<b><a href="#">589</a></b>
<b>Sección 632.) RESERVADA</b>	<b><a href="#">589</a></b>

## **Sección 633.) DISPOSITIVOS DE CONTROL PERMANENTE DEL**

### **TRÁFICO**

**589**

633.01 Descripción.	<u>589</u>
633.02 Materiales.	<u>589</u>
633.03 Generalidades.	<u>589</u>
633.04 Soportes.	<u>590</u>
633.05 Paneles.	<u>590</u>
633.06 Delineadores y marcadores especiales.	<u>590</u>
633.07 Eliminación y recolocación de señales permanentes de control de tráfico.	<u>590</u>
633.08 Aceptación.	<u>590</u>
633.09 Medición.	<u>591</u>
633.10 Pago.	<u>591</u>

## **Sección 634.) SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL PERMANENTE**

**591**

634.01 Descripción.	<u>591</u>
634.02 Materiales.	<u>591</u>
634.03 Generalidades.	<u>592</u>
634.04 Pintura convencional de pavimentos (Tipo A).	<u>593</u>
634.05. Pintura de base acuosa para pavimentos (Tipos B y C).	<u>593</u>
634.06 Señales de material epóxico (Tipos D y E).	<u>593</u>
634.07 Señales de poliéster (Tipo F y G).	<u>593</u>
634.08 Señales termoplásticas (Tipo H e I).	<u>594</u>
634.09 Señales de plástico preformado (Tipo J).	<u>594</u>
634.10 Señales no reflectivas (Tipo K).	<u>594</u>
634.11 Señales en relieve en el pavimento.	<u>594</u>
634.12 Aceptación.	<u>594</u>
634.13 Medida.	<u>595</u>
634.14 Pago.	<u>595</u>

## **Sección 635.) DISPOSITIVOS DE CONTROL TEMPORAL DEL TRÁNSITO**

### **Y EL REGLAMENTO VIGENTE**

**595**

635.01 Descripción.	<u>595</u>
635.02 Materiales.	<u>595</u>
635.03 Suministro y colocación de las señales.	<u>596</u>
635.04 Medición.	<u>596</u>
635.05 Pago.	<u>596</u>

## **Sección 636.) SISTEMAS ELÉCTRICOS DE ALUMBRADO O**

### **SEÑALIZACIÓN**

**597**

636.01 Descripción.	<u>597</u>
636.02 Materiales.	<u>597</u>
636.03 Regulaciones y Normas eléctricas.	<u>597</u>
636.04 Generalidades.	<u>597</u>
636.05 Conducto eléctrico.	<u>598</u>

636.06 Período de prueba.	<a href="#">598</a>
636.07 Garantías e instrucciones.	<a href="#">598</a>
636.08 Aceptación.	<a href="#">598</a>
636.09 Medida.	<a href="#">598</a>
636.10 Pago.	<a href="#">598</a>

**Sección 637.) SERVICIOS E INSTALACIONES DE OBRA** [599](#)

637.01 Descripción.	<a href="#">599</a>
637.02 General.	<a href="#">599</a>
637.03 Instalaciones.	<a href="#">599</a>
637.04 Aceptación.	<a href="#">601</a>
637.05 Medida.	<a href="#">601</a>
637.06 Pago.	<a href="#">601</a>

## División 650

### Drenaje y protección de la plataforma [603](#)

**Sección 651.) ALCANTARILLAS DE TUBOS DE CONCRETO** [603](#)

651.01 Descripción y alcances.	<a href="#">603</a>
651.02 Materiales.	<a href="#">603</a>
651.03 Procedimientos de trabajo.	<a href="#">604</a>
651.04 Medición.	<a href="#">607</a>
651.05 Pago.	<a href="#">608</a>

**Sección 652.) ALCANTARILLAS DE TUBOS DE METAL CORRUGADO** [608](#)

652.01 Descripción y alcances.	<a href="#">608</a>
652.02 Materiales.	<a href="#">608</a>
652.03 Procedimientos de trabajo.	<a href="#">610</a>
652.04 Medición.	<a href="#">612</a>
652.05 Pago.	<a href="#">612</a>

**Sección 653.) ALCANTARILLAS EN TUNEL** [613](#)

653.01 Descripción y alcances.	<a href="#">613</a>
653.02 Materiales.	<a href="#">613</a>
653.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">613</a>
653.04 Bases de medición y pago.	<a href="#">615</a>

**Sección 654.) DRENAJES** [615](#)

654.01 Descripción y alcances.	<a href="#">615</a>
654.02 Materiales.	<a href="#">616</a>
654.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">617</a>
654.04 Medición.	<a href="#">620</a>
654.05 Pago.	<a href="#">620</a>

<b>Sección 655.) DESCARGAS DE AGUA</b>	<b><a href="#">621</a></b>
655.01 Descripción y alcances.	<a href="#">621</a>
655.02 Materiales.	<a href="#">621</a>
655.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">621</a>
655.04 Bases de medida y pago.	<a href="#">622</a>
<b>Sección 656.) CONTROL DE FILTRACIONES EN TÚNELES</b>	<b><a href="#">623</a></b>
656.01 Descripción y alcances.	<a href="#">623</a>
656.02 Materiales.	<a href="#">623</a>
656.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">623</a>
656.04 Bases de medición y pago.	<a href="#">624</a>
<b>Sección 657.) CORDONES Y/O BORDILLOS</b>	<b><a href="#">625</a></b>
657.01 Descripción y alcances.	<a href="#">625</a>
657.02 Materiales.	<a href="#">626</a>
657.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">626</a>
657.04 Bases de medición y pago.	<a href="#">630</a>
<b>Sección 658.) CORDONES Y/O BORDILLOS CON FUNDACIÓN DE CONCRETO</b>	<b><a href="#">630</a></b>
658.01 Descripción y alcances.	<a href="#">630</a>
658.02 Materiales.	<a href="#">631</a>
658.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">631</a>
658.04 Base de medición y pago.	<a href="#">632</a>
<b>Sección 659.) CUNETAS DE CONCRETO</b>	<b><a href="#">632</a></b>
659.01 Descripción y alcances.	<a href="#">632</a>
659.02 Materiales.	<a href="#">633</a>
659.03 Procedimientos de trabajo.	<a href="#">633</a>
659.04 Base de medición y pago.	<a href="#">634</a>
<b>Sección 660.) CUNETAS DE CONCRETO TIPO VADO</b>	<b><a href="#">635</a></b>
660.01 Descripción y alcances.	<a href="#">635</a>
660.02 Materiales.	<a href="#">635</a>
660.03 Procedimientos de trabajo.	<a href="#">635</a>
660.04 Base de medición y pago.	<a href="#">636</a>
<b>Sección 661.) REJILLAS PARA SUMIDEROS</b>	<b><a href="#">637</a></b>
661.01 Descripción y alcances.	<a href="#">637</a>
661.02 Materiales.	<a href="#">637</a>
661.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">637</a>
661.04 Base de medición y pago.	<a href="#">637</a>
<b>Sección 662.) RESERVADA</b>	<b><a href="#">637</a></b>
<b>Sección 663.) CONSTRUCCIÓN DE CANALES, CUNETAS Y CONTRACUNETAS</b>	<b><a href="#">637</a></b>
663.01 Descripción y alcances.	<a href="#">637</a>
663.02 Materiales.	<a href="#">637</a>

663.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">638</a>
663.04 Medición.	<a href="#">639</a>
663.05 Pago.	<a href="#">640</a>

#### **Sección 664.) REVESTIMIENTO DE CANALES, CUNETAS Y**

##### **CONTRACUNETAS [641](#)**

664.01 Descripción y alcances.	<a href="#">641</a>
664.02 Materiales.	<a href="#">641</a>
664.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">641</a>
664.04 Base de medición y pago.	<a href="#">642</a>

#### **Sección 665.) DRENAJE EN PUENTES Y ESTRUCTURAS [643](#)**

665.01 Descripción y alcances.	<a href="#">643</a>
665.02 Materiales.	<a href="#">643</a>
665.03 Procedimiento de trabajo.	<a href="#">643</a>
665.04 Bases de medición y pago.	<a href="#">644</a>

## División 700

### Material

[645](#)

#### **Sección 701.) CEMENTO HIDRÁULICO [645](#)**

701.01 Cemento Portland y cemento de mampostería.	<a href="#">645</a>
701.02 Cemento de mortero.	<a href="#">646</a>

#### **Sección 702.) CEMENTOS BITUMINOSOS [646](#)**

702.01 Cemento asfáltico sin modificantes.	<a href="#">646</a>
702.02 Cemento asfáltico modificado.	<a href="#">651</a>
702.03 Emulsión asfáltica.	<a href="#">652</a>
702.04 Asfalto rebajado.	<a href="#">655</a>
702.05 Temperaturas de aplicación.	<a href="#">657</a>
702.06 Materiales impermeabilizantes.	<a href="#">658</a>
702.07 Agentes de reciclado.	<a href="#">658</a>
702.08 Mastique asfáltico.	<a href="#">658</a>
702.09 Aditivos mejoradores de adherencia.	<a href="#">659</a>
702.10 Procedimiento de evaluación para cementos asfálticos.	<a href="#">659</a>
702.11 Mezcla asfáltica preparada en frío.	<a href="#">659</a>

#### **Sección 703.) AGREGADOS [659](#)**

703.01 Agregado fino.	<a href="#">659</a>
703.02 Agregado grueso.	<a href="#">661</a>
703.03 Agregado para relleno granular.	<a href="#">662</a>
703.04 Agregado para relleno permeable.	<a href="#">663</a>
703.05 Agregado para capas de sub-base y base.	<a href="#">663</a>
703.06 Agregado triturado.	<a href="#">664</a>
703.07 Agregado para concreto asfáltico en caliente.	<a href="#">665</a>
703.08 Agregado de granulometría abierta para capas friccionantes.	<a href="#">666</a>
703.09 Agregado para pavimentos con emulsión asfáltica.	<a href="#">666</a>

703.10 Agregado para tratamiento superficial bituminoso.	<a href="#">668</a>
703.11 Agregado para lechadas superficiales (slurry seal) y micro-superficies.	<a href="#">669</a>
703.12 Agregado para recubrimiento (traba).	<a href="#">669</a>
703.13 Material de secado.	<a href="#">670</a>
703.14 Agregado para recubrimiento suelo vegetal-agregado.	<a href="#">670</a>
703.15 Arena.	<a href="#">670</a>
703.16 Agregado para rellenos con concreto pobre.	<a href="#">670</a>
703.17 Agregados con requerimientos SUPERPAVE para pavimentos bituminosos.	<a href="#">670</a>
703.18 Agregados para concreto lanzado.	<a href="#">673</a>
703.19 Pavimento asfáltico reciclado.	<a href="#">673</a>
<b>Sección 704.) SUELOS</b>	<b><a href="#">673</a></b>
704.01 Relleno de fundación.	<a href="#">673</a>
704.02 Material de base.	<a href="#">674</a>
704.03 Material de relleno.	<a href="#">674</a>
704.04 Relleno estructural.	<a href="#">674</a>
704.05 Material superficial.	<a href="#">674</a>
704.06 Préstamo sin clasificar.	<a href="#">674</a>
704.07 Préstamo selecto.	<a href="#">674</a>
704.08 Material selecto para capa superficial.	<a href="#">675</a>
704.09 Capa de base.	<a href="#">675</a>
704.10 Relleno granular selecto.	<a href="#">675</a>
704.11 Relleno especial para lechadas.	<a href="#">676</a>
704.12 Relleno para muros de cribas.	<a href="#">676</a>
<b>Sección 705.) ROCAS</b>	<b><a href="#">677</a></b>
705.01 Rocas para gaviones y colchonetas.	<a href="#">677</a>
705.02 Rocas para protección de taludes.	<a href="#">677</a>
705.03 Rocas para estructuras de mampostería.	<a href="#">678</a>
705.04 Rocas para pedraplenes especiales.	<a href="#">680</a>
705.05 Rocas para contrafuertes.	<a href="#">681</a>
705.06 Roca para bordillos en piedra.	<a href="#">681</a>
<b>Sección 706.) TUBERÍAS DE CONCRETO Y DE PLÁSTICO</b>	<b><a href="#">682</a></b>
706.01 Tuberías de concreto sin refuerzo.	<a href="#">682</a>
706.02 Tuberías de concreto reforzado.	<a href="#">682</a>
706.03 Tuberías perforadas de concreto.	<a href="#">682</a>
706.04 Tuberías de arco de concreto reforzado.	<a href="#">682</a>
706.05 Tuberías de arco elíptico de concreto reforzado.	<a href="#">682</a>
706.06 Tuberías de concreto reforzado para cargas tipo D.	<a href="#">682</a>
706.07 Secciones prefabricadas de concreto reforzado para alcantarillas de caja.	<a href="#">682</a>
706.08 Tubería plástica.	<a href="#">682</a>

<b>Sección 707.) TUBERÍA METÁLICA</b>	<b><a href="#">683</a></b>
707.02 Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico.	<a href="#">683</a>
707.03 Tubería corrugada de aleación de aluminio.	<a href="#">683</a>
707.04 Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa.	<a href="#">683</a>
707.05 Lámina de acero estructural.	<a href="#">683</a>
707.06 Lámina estructural de aleación de aluminio.	<a href="#">684</a>
707.07 Lámina estructural recubierta con capa bituminosa.	<a href="#">684</a>
707.08 Tubería de acero recubierta con polímeros.	<a href="#">684</a>
707.09 Tubería de acero recubierta con fibra bituminizada.	<a href="#">684</a>
707.10 Tubería ranurada para drenaje.	<a href="#">684</a>
707.11 Tubería de lámina espiral con recubrimiento metálico.	<a href="#">684</a>
707.12 Tubería de lámina espiral con recubrimiento de aleación de aluminio.	<a href="#">684</a>
707.13 Tubería de acero corrugado con recubrimiento de concreto.	<a href="#">684</a>
707.14 Tubería de acero corrugado con recubrimiento interno.	<a href="#">685</a>
<b>Sección 708.) PINTURA</b>	<b><a href="#">685</a></b>
708.01 General.	<a href="#">685</a>
708.02 Muestreo y Ensayos	<a href="#">686</a>
708.03 Pintura para estructuras de madera	<a href="#">686</a>
708.04 Pintura para estructuras de concreto y mampostería.	<a href="#">686</a>
708.05 Pintura para estructuras de acero.	<a href="#">686</a>
708.06 Pintura penetrante.	<a href="#">686</a>
708.07 Pintura para señalización horizontal.	<a href="#">687</a>
<b>Sección 709.) ACERO DE REFUERZO Y CABLES</b>	<b><a href="#">687</a></b>
709.01 Acero de refuerzo.	<a href="#">687</a>
709.02 Cable de acero acordalado.	<a href="#">688</a>
709.03 Acero preesforzado.	<a href="#">688</a>
<b>Sección 710.) CERCAS Y BARANDA PARA DEFENSA</b>	<b><a href="#">688</a></b>
710.01 Alambre de púas.	<a href="#">688</a>
710.02 Malla para cerca.	<a href="#">689</a>
710.03 Cercas de protección.	<a href="#">689</a>
710.04 Postes para cercas.	<a href="#">689</a>
710.05 Portones.	<a href="#">689</a>
710.06 Barandas de vigas metálicas.	<a href="#">689</a>
710.07 Barandas de vigas de sección en caja.	<a href="#">689</a>
710.08 Apoyos de acero para barandas de madera.	<a href="#">690</a>
710.09 Postes para barrera de defensa o guardacamino.	<a href="#">690</a>
710.10 Accesorios para barandas de defensa.	<a href="#">690</a>
710.11 Señales temporales de plástico.	<a href="#">690</a>
710.12 Barriles amortiguadores.	<a href="#">690</a>

## **Sección 711.) MATERIALES DE CURADO DEL CONCRETO HIDRÁULICO**

### **Y ADITIVOS 690**

<i>711.01 Materiales de curado.</i>	<a href="#">690</a>
<i>711.02 Aditivos inclusores de aire.</i>	<a href="#">690</a>
<i>711.03 Aditivos químicos.</i>	<a href="#">691</a>
<i>711.04 Látex modificado</i>	<a href="#">691</a>
<i>711.05 Colorantes del concreto</i>	<a href="#">691</a>

### **Sección 712.) MATERIAL PARA JUNTAS 691**

<i>712.01 Sellantes, rellenos, sellos y mangas</i>	<a href="#">691</a>
<i>712.02 Mortero para juntas</i>	<a href="#">693</a>
<i>712.03 Cubrejunta impermeable</i>	<a href="#">693</a>
<i>712.04. Reservada</i>	<a href="#">693</a>
<i>712.05. Mortero para apoyos y juntas de mampostería</i>	<a href="#">693</a>
<i>712.06 Retenedores de agua de cobre y botaguas</i>	<a href="#">694</a>
<i>712.07 Retenedores de agua de caucho</i>	<a href="#">694</a>
<i>712.08 Retenedores de agua de plástico</i>	<a href="#">694</a>

## **Sección 713.) MATERIALES PARA MEROJAMIENTO DE LA FAJA**

### **LATERAL EN CARRETERAS 695**

<i>713.01 Capa superior de tierra vegetal.</i>	<a href="#">695</a>
<i>713.02 Piedra caliza para uso agrícola.</i>	<a href="#">695</a>
<i>713.03 Fertilizante.</i>	<a href="#">696</a>
<i>713.04 Semillas.</i>	<a href="#">696</a>
<i>713.05 Cubierta vegetal</i>	<a href="#">696</a>
<i>713.06 Plantas</i>	<a href="#">697</a>
<i>713.07 Mallas o redes para control de erosión y geoceldas</i>	<a href="#">698</a>
<i>713.08 Material misceláneo para plantas</i>	<a href="#">700</a>
<i>713.09 Espigas.</i>	<a href="#">700</a>
<i>713.10 Césped.</i>	<a href="#">700</a>
<i>713.11 Estacas para césped.</i>	<a href="#">701</a>

## **Sección 714.) MATERIALES GEOCOMPUESTOS Y GEOTEXILES PARA**

### **DRENAJE 701**

<i>714.01 Geotextiles.</i>	<a href="#">701</a>
<i>714.02 Drenes geocompuestos</i>	<a href="#">705</a>

### **Sección 715.) PILOTES 707**

<i>715.01 Pilotes de madera sin tratar.</i>	<a href="#">707</a>
<i>715.02 Pilotes de madera tratados.</i>	<a href="#">707</a>
<i>715.03 Pilotes de concreto.</i>	<a href="#">707</a>
<i>715.04 Cascos de acero.</i>	<a href="#">707</a>
<i>715.05 Tubos de acero.</i>	<a href="#">708</a>
<i>715.06 Pilotes de acero estructural tipo H.</i>	<a href="#">708</a>
<i>715.07 Tablestacas.</i>	<a href="#">708</a>



715.08 Zapatas de pilotes.	<a href="#">708</a>
715.09 Traslapes.	<a href="#">708</a>
<b>Sección 716.) MATERIALES PARA ESTRUCTURAS DE MADERA</b>	<b><a href="#">708</a></b>
716.01 Maderamen y madera aserrada estructural	<a href="#">708</a>
716.02 Herraje	<a href="#">708</a>
716.03 Madera Estructural Tratada	<a href="#">709</a>
716.04 Madera Laminada Estructural Pegada (Adherida)	<a href="#">709</a>
<b>Sección 717.) METAL DE USO ESTRUCTURAL</b>	<b><a href="#">709</a></b>
717.01 Acero estructural	<a href="#">709</a>
717.02 Forjados de acero.	<a href="#">709</a>
717.03 Pines y rodillos.	<a href="#">710</a>
717.04 Colados	<a href="#">710</a>
717.05 Conectores de cortante.	<a href="#">710</a>
717.06 Tubos de acero.	<a href="#">710</a>
717.07 Recubrimiento galvanizado.	<a href="#">710</a>
717.08 Plomo en láminas.	<a href="#">710</a>
717.09 Mallas de acero para piso.	<a href="#">710</a>
717.10 Almohadillas elastoméricas de apoyo.	<a href="#">710</a>
717.11 Aleación de aluminio para uso estructural.	<a href="#">710</a>
717.12 Rieles de aleación de aluminio para puentes.	<a href="#">710</a>
717.13 Pernos y tuercas de aluminio.	<a href="#">711</a>
717.14 Alambre de soldadura de aluminio.	<a href="#">711</a>
717.15 Sellos elastoméricos de juntas de compresión.	<a href="#">711</a>
<b>Sección 718.) MATERIALES PARA SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN</b>	<b><a href="#">714</a></b>
718.01 Material laminado retroreflectivo.	<a href="#">714</a>
718.02 Procedimientos de ensayo. 0	<a href="#">717</a>
718.03 Tableros de plywood.	<a href="#">717</a>
718.04 Tableros de acero.	<a href="#">717</a>
718.05 Tableros de aluminio.	<a href="#">717</a>
718.06 Tableros de plástico	<a href="#">717</a>
718.07 Tableros de aluminio extruído.	<a href="#">718</a>
718.08 Postes.	<a href="#">718</a>
718.09 Postes indicadores de objetos y postes delineadores.	<a href="#">718</a>
718.10 Accesorios.	<a href="#">718</a>
718.11 Letras, números, flechas, símbolos y bordes.	<a href="#">718</a>
718.12 Objetos de demarcación retroreflectivos.	<a href="#">719</a>
718.13 Pintura para señalamiento horizontal.	<a href="#">720</a>
718.14 Pintura a base de agua para señalamiento horizontal.	<a href="#">720</a>
718.15 Demarcación con epóxicos.	<a href="#">720</a>
718.16 Demarcación con poliéster.	<a href="#">720</a>

718.17 Demarcación termoplástica.	<a href="#">720</a>
718.18 Demarcación con plástico preformado (captaluces).	<a href="#">720</a>
718.19 Esferas de vidrio.	<a href="#">720</a>
718.20 Demarcación elevada.	<a href="#">721</a>
718.21 Demarcación temporal.	<a href="#">721</a>
718.22 Señales de advertencia y control del tránsito temporales.	<a href="#">721</a>
718.23 Resinas epóxicas adhesivas.	<a href="#">721</a>
718.24 Otras disposiciones para el uso de pintura en demarcación permanente.	<a href="#">721</a>
<b>Sección 719.) GEOTEXILES PARA PAVIMENTOS</b>	<b><a href="#">721</a></b>
719.01 Descripción.	<a href="#">721</a>
719.02 Materiales.	<a href="#">722</a>
719.03 Preparación de la superficie.	<a href="#">722</a>
719.04 Limitación de condiciones climáticas.	<a href="#">722</a>
719.05 Aplicación del sello asfáltico.	<a href="#">722</a>
719.06 Colocación de la tela geotextil.	<a href="#">723</a>
719.07 Aceptación.	<a href="#">724</a>
719.08 Medida.	<a href="#">724</a>
719.09 Pago.	<a href="#">724</a>
<b>Sección 720.) MATERIALES PARA MUROS ESTRUCTURALES Y TERRAPLENES ESTABILIZADOS</b>	<b><a href="#">724</a></b>
720.01 Materiales para muros.	<a href="#">724</a>
720.02 Gaviones y colchonetas.	<a href="#">725</a>
720.03 Muros de cajas metálicas tipo cribas.	<a href="#">727</a>
<b>Sección 721.) MATERIAL ELÉCTRICO Y DE ALUMBRADO</b>	<b><a href="#">728</a></b>
721.01 Material eléctrico.	<a href="#">728</a>
721.02 Material para alumbrado.	<a href="#">728</a>
<b>Sección 722.) MATERIAL PARA ANCLAJE</b>	<b><a href="#">729</a></b>
722.01 Anclajes para post-tensión.	<a href="#">729</a>
722.02 Anclajes.	<a href="#">729</a>
<b>Sección 723.) REVESTIMIENTO DE TALUDES</b>	<b><a href="#">730</a></b>
723.01 Descripción.	<a href="#">730</a>
723.02 Materiales.	<a href="#">730</a>
723.03 General.	<a href="#">730</a>
723.04 Geotextil.	<a href="#">730</a>
723.05 Revestimiento de concreto hidráulico.	<a href="#">731</a>
723.06 Revestimiento de adoquín, mampostería de bloques de concreto, de piedra labrada o sin labrar.	<a href="#">731</a>
723.07 Revestimiento con bloques celulares de concreto.	<a href="#">731</a>
723.08 Aceptación.	<a href="#">731</a>
723.09 Medición.	<a href="#">732</a>
723.10 Pago.	<a href="#">732</a>

**Sección 724.) RESERVADA** **[733](#)**

**Sección 725.) MATERIALES DIVERSOS** **[733](#)**

<i>725.01 Agua</i>	<a href="#">733</a>
<i>725.02 Cloruro de calcio y cloruro de magnesio</i>	<a href="#">733</a>
<i>725.03 Cal</i>	<a href="#">733</a>
<i>725.04 Puzolanas</i>	<a href="#">733</a>
<i>725.05 Relleno mineral</i>	<a href="#">733</a>
<i>725.06 Concreto prefabricado</i>	<a href="#">733</a>
<i>725.07 Ladrillos de arcilla y lajas</i>	<a href="#">733</a>
<i>725.08 Ladrillos de concreto</i>	<a href="#">734</a>
<i>725.09 Bloques de mampostería de concreto</i>	<a href="#">734</a>
<i>725.10 Bloques celulares de concreto</i>	<a href="#">734</a>
<i>725.11 Anclajes prefabricados</i>	<a href="#">734</a>
<i>725.12 Armaduras, rejillas, cobertores y escaleras</i>	<a href="#">734</a>
<i>725.13 Unidades de metal corrugado</i>	<a href="#">734</a>
<i>725.14 Recubrimientos de protección del concreto</i>	<a href="#">735</a>
<i>725.15 Tuberías de cloruro polivinilo (PVC) para sistemas de distribución de vaguas</i>	<a href="#">735</a>
<i>725.16 Tubería de polietileno (PE) para sistemas de distribución de aguas</i>	<a href="#">735</a>
<i>725.17 Tubería de acero</i>	<a href="#">735</a>
<i>725.18 Tubería de cobre</i>	<a href="#">735</a>
<i>725.19 Revestimiento de plástico</i>	<a href="#">735</a>
<i>725.20 Revestimiento sulfonado</i>	<a href="#">735</a>
<i>725.21 Adhesivos epóxicos de resina</i>	<a href="#">735</a>
<i>725.22 Mortero</i>	<a href="#">735</a>
<i>725.23 Reservada</i>	<a href="#">736</a>
<i>725.24 Color del recubrimiento</i>	<a href="#">736</a>
<i>725.25 Explosivos y accesorios de voladura</i>	<a href="#">736</a>
<i>725.26 Lechadas minerales</i>	<a href="#">736</a>
<i>725.27 Encofrados</i>	<a href="#">736</a>
<i>725.28 Masilla de aluminio impregnado</i>	<a href="#">737</a>







# **mopt**

Ministerio  
**Obras Públicas y Transportes**

Teléfono: 2523-2000

Web: [www.mopt.go.cr](http://www.mopt.go.cr)



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



LanammeUCR