

## TÁBLA DE CONTENIDO

### **ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN 1.**

#### **DIVISIÓN 100. DISPOSICIONES GENERALES**

- 1.1. SECCIÓN 101. TÉRMINOS, FORMATOS Y DEFINICIONES
- 1.2. SECCIÓN 102. NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION Y MATERIALES
- 1.3. SECCIÓN 106. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO
- 1.4. SECCIÓN 111. CAMPAMENTO

#### **2. DIVISIÓN 150. REQUISITOS DEL PROYECTO**

- 2.1. SECCIÓN 151. MOVILIZACIÓN
- 2.2. SECCIÓN 152. TRAZO Y REPLANTEO
- 2.3. SECCIÓN 153. CONTROL DE CALIDAD DEL PROYECTO
- 2.4. SECCIÓN 157. CONTROL DE LA EROSIÓN DEL SUELO

#### **3. DIVISIÓN 200. MOVIMIENTO DE TIERRA**

- 3.1. SECCIÓN 201. LIMPIEZA Y DESMONTE
- 3.2. SECCIÓN 202. LIMPIEZA Y DESMONTE ADICIONAL
- 3.3. SECCIÓN 203. ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS
- 3.4. SECCIÓN 204. EXCAVACIÓN Y TERRAPLENADO
- 3.5. SECCIÓN 207. GEOTEXILES PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA
- 3.6. SECCIÓN 208. EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MAYORES
- 3.7. SECCIÓN 209. EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS
- 3.8. SECCIÓN 210. RELLENO PERMEABLE.
- 3.9. SECCIÓN 211. ELIMINACIÓN DE CAMINOS O CALLES EXISTENTES
- 3.10. SECCIÓN 212. CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE
- 3.11. SECCIÓN 213. ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE
- 3.12. SECCIÓN 214. MALLA PROTECTORA
- 3.13. SECCIÓN 215. BOTADO DE MATERIAL
- 3.14. SECCIÓN 216. PASARELA PARA TRANSITO PEATONAL
- 3.15. SECCIÓN 217 RELLENO COMP. CON MATERIAL SELECTO (INC. ACARREO)

#### **4. DIVISIÓN 250. RELLENOS ESTRUCTURALES**

- 4.1. SECCIÓN 251. ESCOLLERA (RIPRAP)
- 4.3. SECCIÓN 257. MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO

#### **5. DIVISIÓN 300. CAPAS DE AGREGADOS**

- 5.1. SECCIÓN 301. SUB-BASE O BASE GRANULAR
- 5.2. SECCIÓN 302. SUB-BASE Y BASE CON AGREGADOS ESTABILIZADOS

- 5.3. SECCIÓN 303. REACONDICIONAMIENTO DE LA CALZADA
- 5.4. SECCIÓN 305 MEZCLA DE AGREGADO Y SUELO VEGETAL PARA RECUBRIMIENTO
- 5.5. SECCIÓN 307. APILAMIENTO DE AGREGADOS
- 5.6. SECCIÓN 308. AGREGADOS TRITURADOS
  
- 6. DIVISIÓN 400. CAPAS ASFÁLTICAS
  - 6.1. SECCIÓN 401. MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE NO MODIFICADO
  - 6.2. SECCIÓN 402. MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE CON LIGANTE
  - 6.3. SECCIÓN 405. MEZCLA ASFÁLTICA PARA CAPAS DE BASE
  - 6.4. SECCIÓN 411. RIEGO DE IMPRIMACIÓN
  - 6.5. SECCIÓN 412. RIEGO DE LIGA
  
- 7. SECCIÓN 415. GEOTEXTILES PARA PAVIMENTOS
  
- 8. DIVISIÓN 500. PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO
  - 8.1. SECCIÓN 501. PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO
  - 8.2. SECCIÓN 502. REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CEMENTO
  - 8.3. SECCIÓN 503. SOBRE CAPAS DE CONCRETO SOBRE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS
  - 8.4. SECCIÓN 552. CONCRETO ESTRUCTURAL
  - 8.5. SECCIÓN 554. ACERO DE REFUERZO
  - 8.6. SECCIÓN 555. ESTRUCTURAS DE ACERO
  - 8.7. SECCIÓN 563. PINTURA
  
- 9. DIVISIÓN 600 CONSTRUCCIONES CONEXAS
  - 9.1. SECCIÓN 601 ESTRUCTURAS MENORES DE CONCRETO
  - 9.2. SECCIÓN 615 ACERAS, ENTRADAS A PROPIEDADES Y SENDEROS PAVIMENTADOS.
  - 9.3. SECCIÓN 621 MONUMENTOS Y MARCADORES
  - 9.4. SECCIÓN 624 CAPA VEGETAL.
  - 9.5. SECCIÓN 625 PREPARACIÓN DEL SUELO PARA RECUBRIMIENTO VEGETAL.
  - 9.6. SECCIÓN 626 PLANTAS, ÁRBOLES, ARBUSTOS Y COBERTORES VEGETALES.
  - 9.7. SECCIÓN 627 CANALIZADORES DE FLUJO VEHICULAR
  - 9.8. SECCIÓN 628 ZAPATA CORRIDA PARA CANALIZADORES DE FLUJO VEHICULAR
  - 9.9. SECCIÓN 629 DEMOLICIÓN DE PUENTE PEATONAL DE CONCRETO
  - 9.10. SECCIÓN 630 DEMOLICIÓN DE PUENTE PEATONAL METÁLICO
  - 9.11. SECCIÓN 631 SEPARADORES DE PROTECCIÓN PARA POSTES DE LUZ
  - 9.12. SECCIÓN 632 OBRAS DENTRO DE ÁREAS DE INTERVENCIÓN
  - 9.13. SECCIÓN 633 BORDILLOS DE CONCRETO
  - 9.14. SECCIÓN 634 CANALIZADORES DE FLUJO PEATONAL

**10.1. SECCIÓN 635 SEÑALIZACION HORIZONTAL YVERTICAL**

**11. DIVISIÓN 700 MATERIALES**

- 11.1. SECCIÓN 701 CEMENTOHIDRÁULICO.**
- 11.2. SECCIÓN 702 LIGANTES BITUMINOSOS**
- 11.3. SECCIÓN 703 AGREGADOS**
- 11.4. SECCIÓN 704 SUELOS**
- 11.5. SECCIÓN 705 ROCAS**
- 11.6. SECCIÓN 706 TUBERÍASDE CONCRETO Y DE PLÁSTICO**
- 11.7. SECCIÓN 707 TUBERÍA METÁLICA**
- 11.8. SECCIÓN 708 PINTURA**
- 11.9. SECCIÓN 709 ACERO DE REFUERZO YCABLES**
- 11.10. SECCIÓN 710 CERCAS Y BARANDA PARA DEFENSA**
- 11.11. SECCIÓN 711 MATERIALES PARA EL CURADO DEL CONCRETO Y ADITIVOS**
- 11.12. SECCIÓN 712 MATERIAL PARA JUNTAS**
- 11.13. SECCIÓN 713 MATERIALES PARA MEJORAR FAJA LATERAL EN CARRETERAS**
- 11.14. SECCIÓN 714 MATERIALES GEOCOMPUESTOS YGEOTEXTILES PARA DRENAJE**
- 11.15. SECCIÓN 717 METAL ESTRUCTURAL**
- 11.16. SECCIÓN 718 MATERIAL PARA SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN**
- 11.17. SECCIÓN 721 MATERIAL ELÉCTRICO Y DE ALUMBRADO**
- 11.18. SECCIÓN 725 MATERIALES DIVERSOS**

**12. DIVISIÓN800 SANITARIO, POTABLEY PLUVIAL**

- 12.1. SECCIÓN 801 SUM. EINS. DE TUBERIAS PARA ALCANTARILLADOY PLUVIAL**
- 12.2. SECCIÓN 802 DESINSTALACION SUM. E INS. DE TUBERIAS PARA AGUA POTABLE**
- 12.3. SECCIÓN 803 PRUEBA HIDROSTATICAAGUA POTABLE**
- 12.4. SECCIÓN 804 PRUEBA HIDROSTATICA SANITARIO Y PLUVIAL**
- 12.5. SECCIÓN 805 LIMPIEZA DE TUBERIAS**
- 12.6. SECCIÓN 806 POZO DE INSPECCION SIN CAIDA**
- 12.7. SECCIÓN 807 CAJAS DE REGISTRO**
- 12.8. SECCIÓN 808 ACOMETIDA**
- 12.9. SECCIÓN 809 CASQUETE DE CONCRETO**
- 12.10. SECCIÓN 810 CASQUETE METALICO**
- 12.11. SECCIÓN 811 HIDRANTE**
- 12.12. SECCIÓN 812 NIVELACION ESTRUCTURAS MENORES**
- 12.13. SECCIÓN 813 CONEXIONES DOMICILIARIAS**
- 12.14. SECCIÓN 814 ACCESORIOS AGUA POTABLE**
- 12.15. SECCIÓN 815 CAJADE VALVULAS**
- 12.16. SECCIÓN 816 SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULAS**

- 12.17. SECCIÓN 817 CANAL ALCANTARILLA
- 12.17. SECCIÓN 818 PROTECCIONDE TUBERIAS EN TRANSITODE PUENTES
- 12.18. SECCIÓN 819 TAPONES PARA TUBERIA

13. DIVISIÓN 900 ELECTRICAS

- 13.1. SECCIÓN 901 DESINST/SUM/INST DE TRANSFORMADORES
- 13.2. SECCIÓN 902 DESINST/SUM/INST DE ESTRUCTURAS ENEE
- 13.3. SECCIÓN 903 DESINST/SUM/INST DE POSTES
- 13.4. SECCIÓN 904 DESINST/SUM/INST DE LUMINARIAS S-100W
- 13.5. SECCIÓN 905 DESINST/SUM/INST DE CABLE TENDIDO ELECTRICO
- 13.6. SECCIÓN 906 RECUPERACION DE POSTES, HERRAJES, ESTRUCTURAS,ETC.
- 13.7. SECCIÓN 907 RECUPERACION DE LINEA DE POTENCIA
- 13.8. SECCIÓN 908 DESINST/SUM/INST DE SEMAFOROS
- 13.9. SECCIÓN 909 INSTALACIONES EN EDIFICIOS

14. DIVISIÓN1000 TELEFONIA Y DATOS

- 14.1. SECCIÓN 1001 RESTAURACION POZOS DE HONDUTEL
- 14.2. SECCIÓN 1002 RECONSTRUCCION POZOS DE HONDUTEL
- 14.3. SECCIÓN 1003 ACHICAMIENTODE POZOS
- 14.4. SECCIÓN 1004 DESINSTALACION Y DEVOLUCION DE CABLE TELEFONIA Y DATOS
- 14.5. SECCIÓN 1005 CAJAS DE INSPECCION TELEFONIA Y DATOS Y CONEX.A CAJA DOMICILIARIA
- 14.6. SECCIÓN 1006 SUMINISTRO E INSTALACION DE DUCTERIA SUBTERRANEA, GENERAL
- 14.7. SECCIÓN 1007 SUMINISTRO E INSTALACION DE DUCTERIA SUBTERRANEA, ACOMETIDAS

15. DIVISIÓN 1100 ESTACIONES DE PARADA

- 15.1. SECCIÓN 1101 ZAPATAS AISLADAS 1.00 X 1.00, E=0.30
- 15.2. SECCIÓN 1102 PEDESTAL 0.40 X 0.40
- 15.3. SECCIÓN 1103 CERRAMIENTO DE PISO, LOSA E=0.10, LAMINA MEGADECK
- 15.4. SECCIÓN 1104 CERAMICA DE ALTO TRAFICO ANTIDERRAPANTE
- 15.5. SECCIÓN 1105 CUBIERTA DE ALUMINIO AUTOSOPORTANTE PARA TECHO
- 15.6. SECCIÓN 1106 RAMPA DE ACCESO
- 15.7. SECCIÓN 1107 BARANDA PASARELA

16. DIVISIÓN 1200 PUENTES PEATONALES

17. DIVISIÓN 1300 PUENTES VEHICULARES

## **ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE ESPACIO PUBLICO 18. MOBILIARIO URBANO**

- 18.1. BANCA EN CONCRETO SIN ESPALDAR**
- 18.2. TELÉFONO PÚBLICO DE PEDESTAL**
- 18.3. BOLARDO ALTO**
- 18.4. BARANDA DE DOS TUBOS**
- 18.5. PROTECTOR DE ÁRBOL DE DOS TUBOS**
- 18.6. CANECA EN ACERO INOXIDABLE**
- 18.7. LUMINARIA DE ALUMBRADO PÚBLICO –LUMINARIA SENCILLA Y DOBLE**
- 18.8. BORDE CONTENEDOR DE RAÍCES**
- 18.9. RAMPA DE ACCESO**
- 18.10. RAMPA PARALELA**
- 18.11. RAMPA TIPO PAÑOLETA**
- 18.12. CONTENEDOR DE RAÍCES**
- 18.13. RAMPA (POMPEYANO)**
- 18.14. TOTEM**
- 18.15. PILETA**
- 18.16. PARED DE BLOQUE DE 15 CMS REFORZADA**
- 18.17. CIELO ACÚSTICO DE FIBRAS MINERAL**
- 18.18. REPELLO Y PULIDO**
- 18.19. Desmontaje de Adoquín**
- 18.20. CRUCE DE SEMÁFOROS**
- 18.21. CRUCE DE HONDUTEL Y CABLERAS**
- 18.22. DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFÁLTICO**

Lo anterior es solamente una guía para una mayor facilidad para el oferente en la búsqueda de especificaciones sin embargo cualquier actividad que por omisión no haya sido incluida, pero que sea necesaria para la actividad deberá de ser incluida dentro de los costos, así mismo deberán de incluirse dentro de los costos indirectos del proyecto las actividades que así se especifiquen.

# SPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

## 1. DIVISIÓN 100. DISPOSICIONES GENERALES

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

### 1.1. 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 sule los materiales, productos o equipo que se usarán en el proyecto.

En dondequiera 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.

#### 1.1.1. 101.02 Abreviaturas.

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

Asociación Americana de Oficiales Estatales de Carreteras y Transporte  
Instituto Americano del Concreto  
Instituto del Asfalto  
Instituto Americano de la Construcción de Acero  
Instituto Americano del Hierro y del Acero  
Alcaldía Municipal del Distrito Central  
Instituto Nacional de Estándares Americanos  
Sociedad Americana para Ensayos y Materiales  
Sociedad Americana de Soldadura  
Bus Rapid Transit  
Condiciones Especiales del Contrato  
Código Hondureño de la Construcción  
Condiciones Generales del Contrato  
Comisión Nacional de Telecomunicaciones  
Empresa Nacional de Energía Eléctrica  
Empresa Hondureña de Telecomunicaciones  
Manual de Instrumentos Uniformes para el Control del Tránsito (carreteras y calles)  
Manual de Carreteras de la República de Honduras.  
Asociación del Cemento Portland  
Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados  
Fórmula Estándar  
Sistema Internacional de Unidades

#### a) Siglas

AASHTO

ACI

AI

AISC

AISI

AMDC

ANSI

ASTM

AWS

BRT

CEC

CHOC  
CGC  
CONATEL  
ENEE  
HONDUTEL  
MUTCD  
MCH  
PCA  
SANAA  
SF  
SI

**b) Símbolos SI**

<b>A</b>	Amperio	Corriente eléctrica	<b>m<sup>2</sup></b>	Metro cuadrado	Área
<b>cd</b>	Candela	Intensidad lumínica	<b>m<sup>3</sup></b>	Metro cúbico	Volumen
<b>°C</b>	Grado Celsius	Temperatura	<b>min</b>	Minuto	Tiempo
<b>d</b>	Día	Tiempo	<b>N</b>	Newton (kg.m/s <sup>2</sup> )	Fuerza

<b>g</b>		Masa	<b>Pa</b>	Pascal (N/m <sup>2</sup> )	Presión
Gramo					
<b>h</b>		Tiempo	<b>s</b>	Segundo	Tiempo
<b>H</b>		Inductancia	<b>t</b>	Tonelada métrica	Masa
<b>ha</b>		Área	<b>V</b>	Voltio (W/A)	Potencial eléctrico
<b>Hz</b>	Hertz	Frecuencia	<b>W</b>	Vatio (J/s)	Potencia
<b>J</b>	Joule	Energía	<b>n</b>	Ohmio (V/A)	Resistencia eléctrica
<b>K</b>		Temperatura	<b>°</b>	Grado	Ángulo plano
<b>L</b>		Volumen	<b>'</b>	Minuto	Ángulo plano
<b>lx</b>		Iluminación	<b>"</b>	Segundo	Ángulo plano
<b>m</b>		Longitud			

### c) Prefijos de los Símbolos SI

<b>E</b>	10 <sup>18</sup>	<b>m</b>	milli	10 <sup>-3</sup>
<b>P</b>	10 <sup>15</sup>	<b>μ</b>	micro	10 <sup>-6</sup>
<b>T</b>	10 <sup>12</sup>	<b>n</b>	nano	10 <sup>-9</sup>
<b>G</b>	10 <sup>9</sup>	<b>p</b>	pico	10 <sup>-12</sup>
<b>M</b>	10 <sup>6</sup>	<b>f</b>	femto	10 <sup>-15</sup>
<b>k</b>	10 <sup>3</sup>	<b>a</b>	atto	10 <sup>-18</sup>
<b>c</b>	10 <sup>-2</sup>			

### d) Anotación de la pendiente SI (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 laderas más empinadas que 1:1, se expresa el talud como la razón del número de unidades verticales y una unidad horizontal.

**101.04 Definiciones.** Los términos contenidos en estas especificaciones, o en el contrato, o en cualquier documento o instrumento relacionado con trabajos de construcción donde rijan estas normas, en lo que respecta a su espíritu y significado deberán interpretarse como sigue.

**Alcantarilla** - Cualquier estructura, no clasificada como puente, que permite el paso de agua de un lado al otro bajo la calzada.

**Base** - La capa o capas de material colocado sobre una sub-base o subrasante para soportar la superficie de rodamiento.

**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. Cuando se instalan tubos de alcantarilla menores o iguales a 1200 milímetros de diámetro, se considera que el material de relleno colocado a ambos lados del tubo está contenido en la misma capa, cuando el material es acomodado a la misma elevación y el esfuerzo de compactación aplicado a un lado es el mismo que el aplicado al otro, en una operación continua.

**Carretera o calle** - Toda el área comprendida dentro del derecho de vía, incluyendo el área adicional requerida para taludes, como se ordene, especifique o indique en los planos de construcción aprobados.

**Carriles de tránsito** - La parte de la carretera asignada al movimiento de los vehículos, excluyendo los espaldones.

**Contratante** - Entidad, organismo o empresa que convoca a la licitación y firma el contrato respectivo con un Contratista para la ejecución de determinada obra de infraestructura.

**Contratista** - La persona, compañía, empresa o sociedad mercantil que convenga con el Contratante el contrato correspondiente a la ejecución de determinada obra.

**Contrato** - El acuerdo escrito entre el Contratante y el Contratista, relacionado con la ejecución de la obra y el suministro de materiales para su construcción. El contrato incluirá "Oferta", "Planos", "Especificaciones", "Garantías", "Fianza Adicional para Mano de Obra y Materiales" y "Orden de Inicio", así como todos los acuerdos complementarios que razonablemente puedan ser requeridos para completar la construcción de la obra de manera aceptable.

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



**Derecho de vía** - Es la propiedad requerida para ser utilizada en la construcción de una vía de transporte.

**Eje Central** – Eje principal sobre el cual se desarrolla la nueva línea del proyecto. Denominado también eje maestro.

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

**Especificaciones Generales** –. Las especificaciones del Manual de Carreteras de la República de Honduras

**Especificaciones Especiales** - Las especificaciones contenidas en este manual

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

**Estructura del pavimento** - La combinación de la sub-base, base y superficie de rodamiento, colocadas sobre una subrasante para soportar y distribuir las cargas del tránsito a la subrasante de la carretera.

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

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

**Laboratorio** - Un laboratorio de materiales de capacidad reconocida, aprobado por el Contratante.

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

**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** - El listado 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 está solicitando cotización de precios.

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

**Material insatisfactorio** - El material, que puede ser tierra, grava o arena, no adecuados (p.e. estabilidad, drenaje, etc. para su uso en la construcción de cimentaciones, rellenos o subrasantes.

**Material satisfactorio** - El material de roca o tierra que permite obtener una fundación adecuada, relleno o firme, que esté razonablemente libre de materia orgánica, raíces, estiércol, césped u otros materiales perjudiciales.

**Medición** - El proceso de identificar las dimensiones, cantidades o tonelaje de un renglón de pago. (ver la Sección 109 métodos de medición, términos y definiciones).

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

**Orilla del camino** - Todas las áreas dentro del derecho de vía, excluyendo los carriles de tránsito y los espaldones.

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

**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.

**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.

**Renglón de pago** - Un renglón específico de la obra para el cual se incluye un precio unitario en el contrato.

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

**Sub-base** - La capa o capas de material colocado sobre una subrasante para soportar la base.

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

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

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

**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.

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

En general, cuando se consigne la anotación AASHTO ésta se refiere a las especificaciones o métodos de pruebas que estén en vigor cuando el documento de licitación proyecto es publicado, salvo que se haga referencia a otra designación determinada.

Cuando se usen en estas especificaciones, o en los planos, las palabras "instruido" o expresiones de similar significado, se que la instrucción, requerimiento, permiso, orden, designación o prescripción de parte del Contratante. Asimismo, cuando se consignent las palabras "aprobado", "aceptable", "satisfactorio" u otras de similar significado, se entenderá que se hace referencia al Contratante.

Cualquier relación que se haga a un párrafo o su subdivisión, que sea parte de una determinada sección o división de las presentes especificaciones o sus respectivas normas, se deberán incluir las provisiones generales de dicha división o sección, subdivisión y párrafo al que pertenecen.

## **1.2. Sección 102. NORMAS Y ESPECIFICACIONES PARA CONSTRUCCION Y MATERIALES**

La Norma que aplica es la contenida en el MCH, la cual complementa las políticas, procedimientos e instrucciones uniformes para la planificación general, reconocimiento, trazado, diseño, presentación de planos, especificaciones de construcción, mantenimiento, planos de obra tipo, normas de señalización y de tránsito e impacto ambiental, y cualquier otro elemento que no se haya detallado en el presente anexo; así mismo para el caso específico de los servicios públicos aplican las normas vigentes de la ENEE, SANAA, HONDUTEL, CONATEL y cualquier otra normativa o especificación aplicable en el país para cualquier otra actividad o servicio que se requiera para el desarrollo de las obras.

En el caso de que exista una discrepancia entre las especificaciones del presente anexo, con las del MCH, ENEE, SANAA, HONDUTEL y CONATEL, prevalecerán las especificaciones de MCH, ENEE, SANAA, HONDUTEL y CONATEL. En cualquier caso que el oferente y/o contratista identifique cualquier discrepancia, deberá realizar la consulta oportuna al contratante para que éste emita su opinión, lo anterior no libera al contratista de realizar las actividades descritas contratadas.

El Contratista deberá describir detalladamente y por escrito, las diferencias que existan entre las normas especificadas y las que propone como alternativa, y presentarlas al Gerente de Obras por lo menos 28 días antes de la fecha en que desee contar con su consentimiento. Si el gerente de Obras determina que las desviaciones propuestas no garantizan una calidad en igual o superior, el Contratista deberá cumplir con las normas especificadas en los documentos iniciales.

Cuando en los Anexos del Contrato, se haga referencia a las normas y códigos específicos con cuyos requisitos deban cumplir los materiales a ser suministrados y los trabajos a ser ejecutados o las pruebas a que deban ser sometidos, se aplicarán las disposiciones de la última edición o revisión de las normas y códigos pertinentes en vigencia. Cuando dichas normas y códigos sean nacionales, o estén relacionados con un país o región determinados, se aceptarán otras normas reconocidas que aseguren una calidad sustancialmente igual o superior a la de las normas y códigos especificados, supeditados al examen y consentimiento previos del Gerente de Obras, cuya aprobación deberá entregarse de manera escrita.

Las especificaciones, informes de diseño y planos y demás anexos que se entreguen al CONTRATISTA se complementan entre sí y tienen como objeto explicar las condiciones y características constructivas relacionadas con el empleo de los materiales. Cualquier detalle que se haya omitido en las especificaciones, en los planos o en ambos, pero que debe formar parte de la construcción, no exime al CONTRATISTA de su correcta ejecución. El CONTRATISTA deberá efectuar todas las actividades y emplear los procedimientos adecuados para completar satisfactoriamente la obra.

A continuación se relacionan las principales normas técnicas que debe cumplir el CONTRATISTA en desarrollo del Contrato derivado de la presente licitación pública internacional:

#### **VÍAS Y ESPACIO PÚBLICO**

- MANUAL DE CARRETERAS DE LA REPUBLICA DE HONDURAS.
- PUBLICACIONES TÉCNICAS DE LA AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS - AASHTO

#### **REDES DE SERVICIO PUBLICO - HIDRAULICA Y SANITARIA**

- NORMATIVAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL SANAA

#### **REDES ELECTRICAS Y DE ILUMINACIÓN**

- NORMATIVAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DE LA ENEE

#### **REDES DE COMUNICACION VOZ, DATOS Y VIDEO**

- NORMATIVAS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS DE HONDUTEL

#### **CONCRETOS**

- MANUAL DE CARRETERAS DE LA REPUBLICA DE HONDURAS - MCH
- CODIGO HONDUREÑO DE LA CONSTRUCCION - CHOC
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI
- AMERICAN STANDARDS FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM

#### **ACERO**

- MANUAL DE CARRETERAS DE LA REPUBLICA DE HONDURAS - MCH
- CODIGO HONDUREÑO DE LA CONSTRUCCION - CHOC
- AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC
- AMERICAN STANDARDS FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM

#### **ESTRUCTURAS**

- MANUAL DE CARRETERAS DE LA REPUBLICA DE HONDURAS - MCH
- CODIGO HONDUREÑO DE LA CONSTRUCCION - CHOC
- AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION - AISC
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE - ACI

## **MANEJO AMBIENTAL**

- LEY GENERAL DEL AMBIENTE Y SU REGLAMENTO.
- REGLAMENTO DE RESIDUOS SOLIDOS DE HONDURAS.
- CODIGO DE SALUD DE HONDURAS.
- REGLAMENTO DE SALUD AMBIENTAL.
- REGLAMENTO PARA LA REGULACION DE EMISIONES DE GASES CONTAMINANTES Y HUMO DEL VEHICULO DE LOS MOTORES.
- NORMA TECNICA DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES A CUERPOS RECEPTORES Y ALACAHNTARILLADOS SANITARIOS.
- REGLAMENTO PARA EL MANEJO DE DESECHOS SOLIDOS.

## **MANEJO AMBIENTAL Y SOCIAL CONTROL DE CALIDAD Y SEGURIDAD INDUSTRIAL**

Se deberán considerar los lineamientos y requisitos establecidos en el Plan de Gestión Ambiental y social, Anexo 04 y cualquier otra consideración en el Plan de Manejo de Tráfico, Anexo 05

En los límites del proyecto, el Contratista deberá prever el empalme que deberá existir entre las obras objeto de su contrato de obra y las calzadas y zonas de espacio público de los tramos ya construidos, y de manera especial con las redes de servicios públicos.

## **MATERIALES**

Las especificaciones de los materiales representan los estándares mínimos establecidos por los diseños. No se admitirán sustituciones de los materiales especificados sin la autorización escrita del Gerente de Obras del proyecto. Todos los materiales que se empleen para ser instalados en la obra deberán ser nuevos, sin usar y ser del modelo más reciente o actual, y que contengan los últimos adelantos en materia de diseño y materiales. Todos los materiales que se empleen para la construcción, como concretos y materiales de cantera, además de cumplir con las especificaciones técnicas, deben satisfacer los requerimientos ambientales y legales pertinentes. Ver especificaciones para materiales en la División 700.

## **CONTROL DE CALIDAD**

En los procedimientos de construcción, se deberán incluir capítulos independientes donde se detalle la manera como se efectuará el control y aseguramiento de calidad de los trabajos. Para cada actividad, se deberán describir los equipos, personal, ensayos, inspección, pruebas, formatos de seguimiento y trazabilidad, verificación de materiales, verificación del trabajo y demás aspectos relacionados para garantizar la calidad de los trabajos. No existirá ningún reglón de pago para este ítem y su costo deberá de ser incluido dentro de los costos indirectos de la propuesta. También deberá contemplar los Requerimientos Ambientales Anexo 04 y Plan de Manejo de Tráfico Anexo 05, Sección VII.

## **SEGURIDAD INDUSTRIAL**

El CONTRATISTA deberá presentar para aprobación del GERENTE DE OBRAS dentro del procedimiento de construcción de cada actividad, el detalle del análisis de riesgos, así como las tareas y equipos necesarios para su control. Tendrá un especial énfasis, los trabajos que involucren manejo con cargas eléctricas, equipos de izaje y carga, y trabajos en altura.

#### Especificaciones y Condiciones de Cumplimiento

Todo el personal del CONTRATISTA debe permanecer uniformado en el sitio de las obras y debe estar dotado con elementos de protección personal, de buena calidad, y que permanezcan en buen estado hasta la finalización del contrato. En caso de que sufran desperfectos que reduzcan el nivel de protección, deben ser inmediatamente reemplazados por otros en perfecto estado.

Así mismo, todos los equipos y vehículos deben estar provistos de los accesorios, que garanticen la seguridad de sus usuarios y de los equipos.

Dentro de los elementos de protección se incluyen:

- Cinturones de seguridad. Su uso es obligatorio siempre que se trabaje en sitios elevados como postes, árboles, etc. Los cinturones deben ser de cuero, nylon u otro material de buena calidad y con las mejores características mecánicas, fabricados en trozos de una sola pieza (sin añadiduras). Las hebillas y herrajes, deben tener bloqueadores que eviten que se desenganchen accidentalmente.
- Cascos de seguridad. Los cascos deben ser de material plástico, de baja conductividad eléctrica y de suficiente resistencia al impacto, para garantizar una protección efectiva. Al ser colocado se debe lograr un perfecto ajuste para garantizar comodidad en el trabajo y evitar que se caiga.
- Guantes. Todo el personal que manipule materiales rugosos, ásperos, con filos, que puedan producir erosión o cortes en la piel, debe trabajar con guantes de cuero.
- Calzado de seguridad. Todo el personal de campo debe utilizar botas de cuero, con puntera de seguridad para evitar golpes o magulladuras en los pies. Si se trabaja en lugares húmedos, se deben usar botas impermeables.
- Extintores de fuego. De acuerdo con el tipo de equipo o ubicación del riesgo, deben proveerse extintores debidamente aprobados y certificados. Todos los equipos de trabajo y vehículos deben estar provistos de sistema de extintor. Cuando se desarrollen trabajos nocturnos, debe proveerse iluminación suficiente y adecuada para garantizar la visibilidad, lo mismo que proveer señalización que permitan alertar al personal de la obra, y los transeúntes sobre los trabajos en desarrollo, evitando la ocurrencia de accidentes.

Los equipos rodantes deben ser bloqueados para evitar que se desplacen accidentalmente.

No debe dejarse expuesto material de empaque suelto con puntillas, filos o cubiertas deslizantes. Este material

Debe ser recogido y organizado para ser desechado adecuadamente al finalizar el trabajo, en los basureros o sitios de disposición final.

También deberá contemplar los Requerimientos Ambientales Anexo 04 y Plan de Manejo de Tráfico Anexo 05, Sección VII.

### 1.3. SECCIÓN 106. ACEPTACIÓN DEL TRABAJO

**106.01 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.

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. Las pruebas por el Contratante pueden o no ser ejecutadas en el sitio del trabajo. Si los resultados de los ensayos del Contratista son confirmados por los del Contratante, tales resultados pueden ser usados por el Contratante para evaluar el trabajo como medio de aceptación. El Contratista no puede disponer de los resultados de los ensayos hechos por el Contratante para el control del proceso.

Para todas las especificaciones que se detallan en el presente anexo y sus normas aplicables, sin excepción, el trabajo aceptable conforme al contrato se pagará mediante estimaciones mensuales de obra correspondientes a la sumatoria de las obras ejecutadas a precio Suma Global y las Obras ejecutadas a Precio Unitario, menos los descuentos correspondientes a la amortización del anticipo, retención de garantía, descuentos tributarios y multas cuando fuere el caso:

**a) Suma Global:** sistema en el cual se le paga al Contratista una suma fija por la ejecución de la Obra, comprende las actividades como: Adecuación de los diseños finales para la ejecución de las Obras de Construcción y de las Obras para Redes, las Obras, las Labores de Manejo Ambiental y Gestión Social y las Labores de Manejo de Tráfico, Señalización y Desvíos, Estructuras Viales (puentes) y otras que no están estimadas en los precios unitarios.

La AMDC, cancelará el valor de los trabajos mediante estimaciones mensuales elaboradas por El Contratista, previa verificación por el Gerente de Obras del cumplimiento de avance físico real según cada hito de pago de acuerdo a la matriz aprobada para cantidades ejecutadas a precio global sin ajustes. (Ver Anexo 7 Matriz de Hitos de Pago propuesto por El Contratante)

**b) Precios Unitarios:** sistema en el cual se le paga al Contratista las cantidades de Obra efectivamente ejecutadas multiplicadas por los precios unitarios ofertados correspondientes a cada uno de los Ítems de Obra. Se pagarán las actividades correspondientes a las Obras para Redes.

La AMDC, cancelará el valor de los trabajos conforme a lo establecido en la lista de cantidades de acuerdo con los precios unitarios ofrecidos por El Contratista, multiplicados por las cantidades de obra realmente ejecutadas y certificadas por el Gerente de Obras.

Sin perjuicio de lo previsto en las cláusulas 1.1(jj) y 40.2 de las CGC y de las CEC, el Contratante no efectuará pagos por los rubros ejecutados para los cuales el Oferente no haya indicado precios, por cuanto los mismos se considerarán incluidos en los precios unitarios que figuren en la Lista de Cantidades.

Para determinar la conformidad y aceptabilidad del trabajo realizado por el Contratista, se describen tres métodos en las Subdivisiones **106.02 a 106.04** 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.

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.

**106.2 Inspección.** La aceptación se basará en la inspección del trabajo para establecer si cumple con el contrato y con los estándares que prevalecen en la industria.

**106.3 Certificación.** Para materiales fabricados fuera del sitio del proyecto, el fabricante debe estar certificado por las ISO 9,000, o por un sistema efectivo de inspección y ensayo. Se deberá requerir del fabricante que identifique claramente el material o e

el envoltorio del producto con una identificación o especificación estándar de la cual es producida. El material que sea aceptado por certificación puede ser muestreado y ensayado en cualquier momento. Si se encontrase que no responde al especificado en el contrato, el material será rechazado aún cuando ya haya sido colocado en el sitio de la obra. A continuación se enumeran algunas de las certificaciones que pueden ser utilizadas:

(a) Certificación de Producción. Materiales que requieran de una certificación de producción, esa identificada por la sub-sección de aceptación de cada sección. Se requerirá de cada fabricante la certificación de cada envío de material o producto. Con cada certificado de producción se incluirá lo siguiente:

- (1) Lugar y fecha de producción.
- (2) Resultados de los ensayos efectuados sobre material del mismo lote, y documentación que identifique el sistema de inspección y ensayo.
- (3) Número de lote o alguna otra referencia para efectuar una referencia cruzada a la inspección del fabricante y al sistema de ensayo.
- (4) Una declaración del fabricante en la que se consta que los materiales responden a los requerimientos contractuales.
- (5) La firma del fabricante o algún medio alternativo que demuestre respaldo a la certificación.

(b) Certificación Comercial. Cuando una certificación es requerida, pero no una certificación de producción, se solicitará una certificación comercial para todo material similar de un mismo productor.

La certificación comercial es una representación del Contratista o del Productor, que el material responde a los requerimientos contractuales. La representación puede mostrarse por medio de catálogos informativos, especificaciones estándar estampadas, etiquetas o certificaciones del productor que indiquen que el material es producido para un nivel comercial o especificación.

**106.04 Conformidad determinada o ensayada.** Debe proporcionarse toda la información necesaria del avance, del proceso del trabajo y del control del comportamiento de la obra, de manera de poder 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 acostumbrado en la manufactura de materiales y en las tolerancias de la construcción.

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.

#### **1.4. Sección 111. CAMPAMENTO, ALMACEN Y OFICINAS**

##### **111.01 Descripción.**

El Contratista levantará en el sitio de la obra una caseta o construcción provisional, que reúna adecuados requisitos de higiene, comodidad y ventilación, y que ofrezca protección y seguridad contra los agentes atmosféricos. Podrá también emplear construcciones existentes que se adapten cabalmente para este menester. La ubicación del campamento debe contar con la aprobación del gerente de Obras.

El campamento estará conformado por oficinas para la dirección de la obra, un campamento para los trabajadores, un almacén y un depósito para materiales que puedan sufrir pérdidas o deterioro por su exposición a la intemperie. La capacidad del depósito la determinará el flujo de materiales de acuerdo con el programa de trabajo.

El Contratista gestionará ante las entidades competentes los permisos y la legalización de las instalaciones provisionales de servicios públicos, siendo responsables por el mantenimiento, la extensión, la ampliación de éstas y los pagos que se generen por lo anterior, así como por su retiro una vez no se requieran en la obra.

Las Empresas prestarán los servicios disponibles en el lugar de las obras. Si no se pueden prestar estos servicios oportunamente, la demora en ello no será causa para ampliación del plazo en la ejecución de las obras contratadas ya que la disponibilidad o no de estos servicios deberá ser considerada por el Contratista en su propuesta.

La acometida provisional para los diferentes servicios se hará siguiendo las normas vigentes establecidas para cada uno de ellos.

Los campamentos o casetas temporales se ubicarán en sitios fácilmente drenables, donde no ofrezcan peligros de contaminación con aguas residuales, letrinas y demás desechos y contarán con todos los servicios higiénicos debidamente conectados a los colectores de aguas residuales existentes en cercanías de la caseta o campamento.

Cuando ello no sea posible se construirá un pozo séptico y un campo de infiltración adecuados.

El Contratista será responsable ante las autoridades competentes del sitio de las obras del cumplimiento de las normas vigentes y de las sanciones a que se haga acreedor debido a su incumplimiento u omisión, Ni al AMDC, ni la Unidad Ejecutora ni cualquier otra institución o empresa más que la del Contratista será responsable por cualquier reclamo que resulten por el uso del campamento.

Una vez terminada la obra, el campamento se retirará o demolerá si es del caso y se restituirán las condiciones que existían inmediatamente antes de iniciar las construcciones. Deberá de existir un campamento por frente de trabajo.

También deberá contemplar los Requerimientos Ambientales Anexo 04 y Plan de Manejo de Tráfico Anexo 05, Sección VII.

##### **111.02 Medición**



El Campamento se mide por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **111.03 Pago**

Los costos por esta actividad deberán de considerarse dentro de la suma global de Campamento y se pagarán según Lista de Chequeo para Evaluar el Avance descrita en el PMT, Anexo 05 y Especificaciones Ambientales Anexo 04.

## **2. DIVISIÓN 150. REQUISITOS DEL PROYECTO**

En los casos en que apliquen deberán de considerarse lo establecido en los Anexos 05 Plan de manejo de Trafico y Anexo 04 Especificaciones Ambientales.

### **2.1. 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. Complementar con Artículo 633.11 del MCH.

#### **151.02 Medición y Pago**

La movilización se mide por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta., y su costo deberá de ser considerado por el contratista dentro de los costos indirectos del proyecto.

### **2.2. Sección 152. REPLANTEO Y TRAZO**

#### **2.2.1. Descripción**

**152.01** 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, replanteo general de la obra y cualquier otra actividad de topografía que se considere necesaria en el proyecto.

El personal, equipo y material deberán conformarse a las siguientes condiciones:

- (a) 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 GERENTE DE OBRAS de cuadrillas debidamente calificadas.
- (b) Equipo. Estacion total para trabajos con coordenadas .  
Deberán usarse instrumentos y equipo de soporte aptos para alcanzar las tolerancias especificadas.
- (c) 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.

Complementar con lo referente a Topografía en el Tomo 3 del MCH, Instrucciones de Diseño.

#### **2.2.2. Requerimientos para la construcción.**

El Contratante fijará las líneas de referencia iniciales, establecerá los puntos de control horizontales y verticales 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, debe informarse 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 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:

- (a) Métodos topográficos y de estacado
- (b) Anotaciones que se inscribirán en las estacas
- (c) Control de la gradiente en las diferentes capas de materiales
- (d) Puntos de referencia
- (e) Control de estructuras existentes
- (f) 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 y bancos de marca.

### **2.2.3. 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 a 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 la 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, chapeo y destronque.** Los límites de limpieza, chapeo y destronque deben señalarse a ambos lados de la línea de centro, en las ubicaciones de las secciones transversales de la vía.

**(d) 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.

**(e) 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 todos 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 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:

- (1) Levantar y anotar el perfil del terreno a lo largo de la línea de centro de la estructura.
- (2) Establecer la pendiente en los puntos de entrada y salida de la estructura.
- (3) 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.
- (4) Estacar las zanjas o gradientes necesarias para hacer funcional la estructura.
- (5) Trazar el perfil a lo largo de la línea de centro de la estructura par mostrar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la vía y la estructura misma.
- (6) 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 metros frente de la superficie de éste. Cada 5 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 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 y mojones permanentes. 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:

- (1) Capa de suelo vegetal que debe removerse.
- (2) Desperdicios.
- (3) Caminos de acceso.
- (4) Cunetas especiales.
- (5) 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
Puntos de control	1:10.000	±5 mm
Puntos de la línea de centro <sup>(1)</sup> (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 <sup>(2)</sup>	±50 mm	±100 mm
Referencias de las estacas de talud <sup>(2)</sup>	±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 <sup>(3)</sup> ±20 mm	±10 mm
Superestructura de puentes	1:5.000 NTE <sup>(3)</sup> ±20 mm	±10 mm
Límites de limpieza y desbosque	±500 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 ±1 grado. Nota (3) No exceder.

**2.2.4. Medición**

La topografía y el estacado de construcción, de puentes y de muros de retención se medirán con base en una suma global. Las estacas de talud, referencias y de demarcación de limpieza, chapeo y destronque se medirán por kilómetro.

El restablecimiento de una línea de centro se medirá por kilómetro, y se realizará 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.

**2.2.5. Pago:**

Los costos por replanteo y trazo serán pagados por el renglón de Replanteo y Trazo que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta., y deberán de incluirse todas las actividades que necesiten topografía como ser Puentes, Pavimentación, Estación de Paradas, Puentes Vehiculares, Puentes Peatonales y demás actividades que apliquen.

También deberá contemplar los Requerimientos Ambientales Anexo 04 y Plan de Manejo de Tráfico Anexo 05, Sección VII, incluyendo la tabla de cumplimiento y evaluación.

## **2.3. Sección 153. CONTROL DE CALIDAD DEL PROYECTO**

### **2.3.1. Descripción**

**153.01** Este trabajo incluye la obtención de muestras y realización de ensayos para el control de calidad del Proyecto, así como el suministro de la inspección y la administración del control, a efectos de asegurar que el trabajo se efectúe según los requerimientos del contrato.

### **2.3.2. Requerimientos para la Construcción**

**Plan de control de calidad.** Antes de iniciar el trabajo, el Contratista debe presentar por escrito un plan de control de calidad para la aprobación del Contratante. Previa aprobación de éste, puede ser diferida la remisión del plan de control de calidad para los renglones del trabajo que no están programados inmediatamente al comienzo de las operaciones.

Adjunto al plan de control de calidad el Contratista debe remitir lo siguiente:

**(a) Ensayos para control de los procesos.** Lista de los materiales que serán ensayados, ensayos por ejecutar, localización de los puntos de muestreo y frecuencia de los ensayos.

**(b) Procedimientos de inspección y control.** En las diferentes fases de la construcción, deben realizarse las siguientes acciones:

#### **(1) Fase preparatoria.**

- (a) Revisar todas las exigencias del contrato.
- (b) Asegurarse de que todos los materiales por usar cumplen con las exigencias del contrato.
- (c) Coordinar todas las entregas de resultados de los ensayos, incluyendo las certificaciones de los materiales, cuando sea procedente.
- (d) Asegurarse de la capacidad del equipo y del personal para cumplir con las exigencias del contrato.
- (e) Asegurarse del cumplimiento de las especificaciones para los ensayos preliminares.
- (f) Coordinar el trabajo de topografía y colocación de estacas.

#### **(2) Fase de inicio.**

- (a) Revisar las exigencias del contrato respecto al personal que lo realizará.
- (b) Inspeccionar el trabajo en su inicio.
- (c) Establecer normas para el uso de la mano de obra.
- (d) Suministrar el entrenamiento que sea necesario al personal.
- (e) Establecer un programa de muestreo detallado basado en la producción contemplada en el programa de trabajo.

#### **(3) Fase de producción.**

- (a) Conducir la inspección esporádica o continua, durante la construcción, para identificar y corregir deficiencias.
- (b) Inspeccionar las fases terminadas antes de la aceptación programada con el Contratante.
- (c) Proveer retroalimentación y cambios al sistema para prevenir que se repitan deficiencias.

**(c) Descripción de registros.** Debe elaborarse una lista de los registros que se mantendrán en el proyecto.

**(d) Competencia del personal.**

- (1)** Deben documentarse el nombre, autoridad, experiencia relevante y competencia de la persona que tendrá la responsabilidad global del sistema de inspección.
- (2)** Deben documentarse el nombre, autoridad, experiencia relevante y competencia de todo el personal directamente responsable de la inspección y ensayos.

**(e) Subcontratistas.** Debe incluirse la labor de todos los subcontratistas. Si un subcontratista efectuará trabajos comprendidos en esta Sección, debe detallarse como éstos se incorporarán a los del Contratista y/o al de otros subcontratistas.

**(f) Modificaciones al Plan de Control de Calidad.** Pueden requerirse modificaciones en cualquier parte del Plan de Control de Calidad del Contratista por trabajos que no estén adecuadamente cubiertos. La aceptación del plan de control de calidad está basada en la inclusión de toda la información requerida. La aceptación no implica ninguna garantía para el Contratante de que el plan dará como resultado un cumplimiento consistente del contrato. Así, mantiene la responsabilidad del Contratista de demostrar tal cumplimiento.

No deben iniciarse los trabajos hasta que el plan de control de calidad sea aceptado.

El plan debe complementarse a medida de que el trabajo progrese y cada vez que el método de control de calidad o el personal involucrado cambien.

#### **153.03 Ensayos.**

Los ensayos necesarios deben realizarse de acuerdo con el Plan de Control de Calidad aceptado. Las instalaciones de laboratorio deben mantenerse limpias y todo el equipo en condiciones apropiadas de trabajo.

Debe permitirse acceso irrestricto para que el Contratante revise las instalaciones.

#### **153.04 Registros.**

Los registros completos de los ensayos y de la inspección deben mantenerse accesibles para el personal del Contratante. Para cada día de trabajo debe prepararse un "Registro Diario de los Gerente de obras de las Operaciones de Construcción" en un formulario aprobado por el Contratante. Debe incluirse la siguiente certificación firmada por la persona que tenga la responsabilidad global del Sistema de Inspección:

*"Certifico que la información contenida en este registro es exacta y que todo el trabajo aquí documentado cumple con las exigencias del contrato. Cualquier excepción a esta certificación está documentada como parte de este registro."*

El registro y la certificación deben remitirse al Contratante dentro del día laborable siguiente en que se llevó a cabo el trabajo. Si el registro está incompleto, errado, o de otra forma, errónea, una copia de éste debe ser retornada por el Contratante señalando las correcciones. Cuando aparezcan errores u omisiones de manera crónica, deben corregirse los procedimientos involucrados en estos registros.

Deben mantenerse gráficas lineales de control, que identifiquen el número del proyecto, el número del renglón de pago del contrato, el número del ensayo, cada uno de los parámetros de la prueba, los límites superior e inferior de la especificación aplicables a cada uno de ellos y los resultados de los ensayos. Las gráficas de control deben usarse como parte del Sistema de Control de la Calidad para documentar la variabilidad del proceso, para identificar los problemas de la producción y del equipo y para establecer los ajustes potenciales al factor de pago.

Las gráficas de control deben colocarse en un lugar accesible y mantenerse actualizadas a la fecha. Deben evidenciarse los ceses de producción y/o las correcciones hechas al proceso cuando hayan ocurrido problemas.

#### **2.3.3. Medición.**

No debe hacerse ninguna medición relativa al control de calidad del Contratista para efectos de pago y su costo deberá de ser considerado por el contratista dentro de los costos indirectos del proyecto. Sección 157. CONTROL DE LA EROSIÓN DEL SUELO

#### **2.3.4. 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. Ver también Sección 7 del Tomo 6 del MCH.

#### **2.3.5. Materiales**

Deben estar conformes con las siguientes Subsecciones:

Material de relleno	704.03
Empaques	713.13
Tubos de alcantarilla para el control de la erosión	713.15

Fertilizantes	713.03
Geotextiles	714.01
Colchonetas	629.02
Recubrimiento con pajote	713.05
Revestimiento con plástico	725.19
Escolleras	251.02
Sacos de arena	713.14
Semillas	713.04
Valla de obstrucción para cieno	713.16
Agua	725.01

### 2.3.6. Requerimientos para la construcción

**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 107 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. Puede someterse a aprobación del Contratante una propuesta alternativa para el control de la erosión, con todos los permisos necesarios. 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 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.

Las operaciones combinadas de remoción de maleza y construcción de la explanación deben limitarse a un área de 30.000 metros cuadrados de suelo expuesto a la vez.

Para la ejecución de las medidas de control de la erosión y de los sedimentos debe procederse como sigue:

- (a) Implementar controles temporales de la erosión en etapas progresivas, conforme progresa la construcción.
- (b) Construir obras temporales como drenajes en las laderas, canales de desvío y bermas de tierra para proteger áreas y pendientes perturbadas.
- (c) a menos que en el contrato se identifique una estación climática para la siembra, coloque 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.
- (d) Colocar recubrimientos temporales, u otras medidas aprobadas, para estabilizar el suelo en áreas alteradas, que vayan a permanecer expuestas por más de 30 días.
- (e) Construir protecciones a la salida de alcantarillas y otras estructuras tan pronto como estén terminadas.
- (f) 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 firme.
- (g) Construir y mantener controles de la erosión en y alrededor de los apilamientos de suelo para prevenir la pérdida de material.
- (h) Como 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 cieno, 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 y Protección y Estabilización de Taludes.**

Deben utilizarse revestimientos de plástico, escolleras, diques de control, colchonetas y esteras de control de erosión y drenajes temporales de los taludes, de acuerdo a 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 a 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**

<b>Material</b>	<b>Proporción de la Aplicación Kg/ha</b>
Semillas	40
Fertilizantes	375
Pajote 40±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 debe ser hecha de acuerdo a la Subsección 203.05. Debe restaurarse el terreno a su condición natural o proyectada y proveer medidas de control de la erosión permanentes.

#### **2.3.7. Pago**

El costo por esta actividad deberá de ser considerada por el Contratista dentro de sus costos en el Plan de Gestión Ambiental y Social ver anexo 4 se deberá contemplar lo descrito también en las Especificaciones Ambientales.;

### **3. DIVISIÓN 200. MOVIMIENTO DE TIERRA**

En los casos en que apliquen deberán de considerarse lo establecido en los Anexos 05 Plan de manejo de Trafico y Anexo 04 Especificaciones Ambientales

#### **3.1. Sección 201. LIMPIEZA Y DESMONTE**

##### **3.1.1. Descripción**

**201.01** 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 se haya decidido que

permanezcan en su lugar 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 para evitar evitando su daño o deformación.

Se refiere a Sección 201 del tomo 5 del MCH.

### **3.1.2. Materiales**

La renovación de los elementos citados se efectuará de acuerdo a las siguientes Subsecciones:

- Material de Relleno	704.03
- Árboles	713.08(g)

### **3.1.3. Requerimientos para la limpieza y desmonte**

#### **General.**

Se tomarán las medidas necesarias para el control de la erosión, de acuerdo a la Sección 157. El trabajo se realizará dentro de los límites designados. 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 algún árbol que se desee conservar sufra cortaduras deberá usarse como protección una pintura a base de asfalto especialmente preparada para dicho propósito. Esta pintura deberá ser aprobada por el Contratante.

#### **201.04 Desmonte.**

Dentro del concepto de desmonte 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 limpieza.
- (b) En áreas con bordes de taludes redondeados, los troncos serán cortados a nivel o debajo de la rasante final.
- (c) En áreas fuera de la excavación, en rellenos y taludes con bordes redondeados se cortarán los troncos a no más de 150 mm sobre el nivel del terreno.
- (d) Las ramas de árboles que sobresalgan sobre la calzada y espaldones de la carretera se podarán para que queden a una altura libre de 6 metros. Si es necesario, se removerán otras ramas para obtener una buena apariencia.

#### **201.05 Desraizar.**

El desraizado 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 excavarse, excepto en los taludes de corte con bordes redondeados.
- (b) En todas las áreas situadas fuera de los límites de excavación y terraplenado, todo tronco u objeto sólido no perecedero, será recortado a no más de 150 mm de la superficie del terreno original, en cuyo caso se cubrirán con un metro de relleno como mínimo y se podrán dejar en sitio.
- (c) El destronque y desenraice 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 desmonte, se rellenarán con material adecuado hasta el nivel del terreno en sus alrededores, de acuerdo a la Subsección 209.10. y el relleno se compactará según la Subsección 209.11
- (e) En las zonas que tengan que ser excavadas, los hoyos de los tocones y otros hoyos que queden al sacar las obstrucciones, deben rellenarse con material apropiado y apisonado.

#### **201.06 Desechos.**

La madera aprovechable que se encuentre dentro del área a ser despejada es propiedad del Contratista quien debe disponer la limpieza y desmonte de escombros de acuerdo a la Subsección 203.05. En el caso donde las

Especificaciones Especiales o el Documento de Licitación diga lo contrario, la madera será removida y entregada al Contratante.

#### **3.1.4. Aceptación.**

La limpieza y el desmonte se evaluarán en conformidad a la Subsección 106.02.

Los materiales para proteger árboles dañados se evaluarán según se dispone en la Subsección 106.03.

El relleno y compactación de los hoyos de desmonte y destronque se evaluarán según indica la Sección 209.

#### **3.1.5. Medición y Pago**

Los costos por Limpieza y Desmonte deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.

### **3.2. Sección 202. LIMPIEZA Y DESMONTE ADICIONAL**

#### **3.2.1. Descripción**

Este trabajo consiste en la limpieza y desmonte que se efectúen fuera de los límites especificados en la Sección 201. Incluye la limpieza para mantener la visibilidad del claro, la eliminación de vegetación que obstaculice la visibilidad, y el retiro de árboles y troncos que resulte pertinente.

##### **202.02 Definiciones**

- a) Limpieza seleccionada.** Limpieza donde se haya determinado que permanezcan algunos árboles y/o otra vegetación.
- b) Limpieza seleccionada y desmonte.** Limpieza y desmonte donde se ha determinado que permanezcan algunos árboles y/o otra vegetación.
- c) Limpieza especial y desmonte.** Limpieza y desmonte en que todos los árboles y/ o la vegetación son removidos.
- d) Remoción de árboles individuales o de tocones.** Remoción de árboles individuales o tocones fuera de los límites de limpieza señalados en la Sección 201 o fuera de las áreas señaladas de a) a c) en este párrafo.

#### **3.2.2. Requerimientos para la construcción.**

**General.** Limpiar y desmontar según la sección 201 excepto según lo modificado adjunto. No empuje, no tire, ni derribe los árboles indicados para permanecer. Remueva los escombros señalados usando métodos que prevengan daños a la vegetación no señalada para ser removida. Proceda a la limpieza y desmonte de los escombros según la subdivisión 203.05

##### **202.04 Limpieza Seleccionada.**

Limpie y disponga de todos los árboles, nudos, madera tumbada y de otra vegetación señalada para ser removida.

##### **202.05 Limpieza Seleccionada y Desmonte.**

Limpie, desmonte y disponga de todos los árboles, nudos, madera tumbada, troncos, raíces, registros enterrados, musgo, césped, hierba y de otra vegetación señalada para ser removida.

##### **202.06 Limpieza Especial y Desmonte.**

Limpie, desmonte y disponga de todos los árboles, nudos, madera tumbada, troncos, raíces, registros enterrados, musgo, césped, hierba y de otra vegetación.

##### **202.07 Remoción de Arboles Individuales o de troncos.**

Limpie y disponga de todos los árboles o tocones indicados.

#### **3.2.3. Aceptación.**

La limpieza adicional y el desmonte se evaluarán bajo subsección 106,02 y sección 201.

### **3.24. Medición y Pago**

Los costos por Limpieza y Desmonte Adicional deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### 3.3. Sección 203. ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS

#### 3.3.1. Descripción

El trabajo consiste en la remoción y eliminación de construcciones, vallas, estructuras, pavimentos, tuberías abandonadas, postería, alcantarillas, aceras y otras obstrucciones. Incluye además la recuperación de estructuras para ser utilizadas en otro sitio si el gerente de Obras determina que es necesario.

Se refiere a Sección 202 del tomo 5 del MCH.

#### 3.3.2. Materiales

Conforme la siguiente sección y subsección:

Material de Relleno	704.03
Concreto	601

#### 3.3.3. Requerimientos para la construcción

**Material Recuperado.** Se pueden recuperar con razonable cuidado, todos los materiales indicados. Principalmente la recuperación se puede aplicar en secciones o piezas transportables.

##### 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

A no ser que el ingeniero 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 0.30 metros por debajo de la superficie natural del terreno.

En el caso que tales partes de las estructuras existentes estuvieron en todo o en parte dentro de los límites de la construcción de la nueva estructura, serán demolidas hasta donde indique el ingeniero, para permitir la construcción de la estructura nueva.

Los puentes de acero o madera, que se especifica sean recuperados, 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 ingeniero. Todo el material rescatado deberá almacenarse según queda especificado en el artículo 202.02.

##### 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.** Recicle o disponga del material legalmente fuera del proyecto. Suministre una declaración documentada sobre la naturaleza y cantidad del material procesado o vendido para reciclar. De otra manera, suministre una copia firmada del acuerdo sobre la disposición del material antes que esto se haga.
- (b) **Material quemado** Obtenga los permisos necesarios para quemar. Suministre una copia de estos permisos antes de iniciar este proceso.

Queme 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. Provea un gerente de obras competente durante las operaciones de quemado.

Cuando el quemado se complete, extinga el fuego de modo tal que no permanezcan escombros encendidos. Disponga del material no quemado de acuerdo al punto (a) anterior.

**(c) Material enterrado** Entierre los escombros en trincheras o zanjas en áreas aprobadas dentro del derecho de vía. No entierre escombros dentro de los límites del prisma de la vía, debajo de diques de drenaje o ninguna área sujeta a flujo libre de agua.

Coloque los escombros en capas intercaladas con suelo. Las capas intercaladas consisten en 1 metro de escombros cubiertos con 0.5 metros de suelo. Distribuya los tocones, troncos y otras piezas grandes formando una masa densa y minimizando los vacíos de aire. Llene todos los vacíos. Cubra la capa enterrada superior de escombros con al menos 0.5 metros de suelo compactado. Nivele y conforme el área.

**(d) Material peligroso** Suministre una copia de los permisos para disponer del material. Disponga del material de acuerdo a las regulaciones nacionales o locales.

### 3.3.4. Aceptación.

La remoción de estructuras y obstáculos se evaluarán bajo la Sección 209. El concreto se evaluará bajo la Sección 601

### 3.3.5. Medición y Pago

Los costos por eliminación de estructuras, servicios existentes y obstáculos deberán de ser considerados en el renglón de Demolición y Remoción que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## 3.4. Sección 204. EXCAVACIÓN Y TERRAPLEN

### 3.4.1. 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 rocoso.

Se refiere a la Sección 203 del tomo 5 del MCH

#### 204.02 Definiciones.

**(a) Excavación.-** La excavación consiste en lo siguiente:

**(1) 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 numeral (2) más adelante y la excavación estructural tratada en la Sección 208 y 209. La excavación en la vía incluye todo el material encontrado independientemente de su naturaleza o características.

**(2) Subexcavación.** Se refiere al material excavado de abajo del nivel de la subrasante, en tramos de corte, o de abajo del terreno original, en tramos de terraplén. La subexcavación no incluye el trabajo requerido en los Artículos 204.05, 204.06 (b) y 204.06 (c).

**(3) Excavación de Préstamo.** Este es material usado en la construcción de terraplenes y es obtenido de lugares fuera del prisma de la vía. La excavación de préstamo incluye préstamo no clasificado, préstamo selecto y material selecto para la capa superior de la terracería o terraplén.

**(4) Excavación en roca** se refiere a excavar un manto rocoso definido por el especialista de suelos de la supervisión y que solo puede ser extraído con uso continuo de martillo hidráulico o compresor para poder extraer segmentos de piedra mayores a 25 cms , no confundir con excavación en terreno que presente roca tierra ,ya que este es considerado como excavación general.

La decisión de definir la Excavacion en roca será potestad de la UEP junto con la opinión técnica de la supervision

**b) 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 cimentación de terraplenes.
- (2) Construcción del terraplén de la vía.
- (3) Construcción de escalones (hamacas) para terraplenes a media ladera.
- (4) Construcción de diques, rampas, promontorios y bermas.
- (5) Rellenado de áreas subexcavadas, hoyos, fosos y otras depresiones.

**(c) Material para Terraplenes.** - Los materiales para la construcción de terraplenes son:

**(1) Roca.-** Se entiende por roca el material que contiene 25 por ciento o más, en volumen, de pedazos de roca mayores de 100mm de diámetro.

**(2) Tierra.-** Se le aplica este término al material que contiene menos del 25 por ciento, en volumen, de pedazos de roca de más de 100mm de diámetro.

**(d) Tierra Vegetal Conservada.-**Este es material excavado y conservado de la excavación en la vía y de las áreas de la cimentación 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 otro material perjudicial.

**(e) Desperdicio.-**Se llama así a material sobrante (o extra) del balance entre excavación y terraplenado, o material inadecuado o material de subexcavaciones que no se puede usar en otro trabajo del Proyecto.

### 3.4.2. Materiales

Los materiales deberán cumplir con lo estipulado en los siguientes artículos:

Material de Relleno	704.03
Préstamo Selecto	704.07
Material selecto para corona del terraplén	704.08
Corona	704.05
Préstamo no Clasificado	704.06
Agua	725.01

### 3.4.3. Requerimientos para la Construcción

**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 cimentación de los terraplenes, deberá ser conservada. La tierra vegetal conservada será amontonada en camellones de baja altura ubicados inmediatamente más allá de los límites de redondeo de los taludes de cortes 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.

Excavar en la forma siguiente:

**(a) Generalidades.-**No perturbar el material o la vegetación existentes 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 montones para su colocación posteriormente.

Incorporar en los terraplenes solo material adecuado. Reemplazar cualquier faltante de material adecuado causado por la disposición prematura de material excavado en la vía. Desechar material inadecuado o excavado en exceso de acuerdo con el Subsección 203.14.

Al final de cada día de operaciones, se deberán conformar y compactar las áreas trabajadas para proveer drenaje y una sección transversal uniforme. Eliminar 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 150mm por debajo de la subrasante del Proyecto, dentro de los límites de la corona de la vía. Rellenar hasta el nivel de la subrasante con material de corona u otro material adecuado. Compactar el material de acuerdo al Artículo 204.11.

**(c) Cortes en Tierra.** Los cortes en tierra serán escarificados hasta una profundidad de 150 mm debajo de la subrasante, dentro de los límites de la corona de la vía.

Compactar el material escarificado de acuerdo con el Subsección 204.11.



#### **204.07 Subexcavación.**

Excavar el material existente dentro de los límites mostrados en los planos o designados por el Contratante. Cuando sea aplicable, tomar secciones transversales de acuerdo a la Sección 152. Evitar que material inadecuado llegue a mezclarse con material de relleno. Desechar el material inadecuado de acuerdo con el Subsección 204.14. Rellene la subexcavación con material adecuado. Compacte el material de acuerdo a 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 del banco de préstamo y desarrollar y restaurar los bancos de préstamo. 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 medición exacta cuando la excavación haya sido completada.

#### **204.09 Preparación de la Cimentación para la Construcción del Terraplén.**

Se procederá en la forma siguiente:

**(a) Terraplén de menos de 1 metro de altura sobre el terreno natural.** Desmenuzar completamente la superficie del terreno despejado hasta una profundidad mínima de 150 mm. arándola o escarificándola y compactar la superficie del terreno de acuerdo con el Artículo 204.11.

**(b) Terraplén de menos de 50 cm de altura sobre una superficie de camino existente de concreto, asfáltico o de grava.** Escarificar el camino de grava hasta una profundidad mínima de 150 mm. Escarificar o pulverizar la superficie de caminos asfálticos o de concreto hasta una profundidad de 150 mm. y reduzca el tamaño de las partículas a menos de 150 milímetros, por medio de arado o escarificador para obtener un material uniforme. Compactar la superficie del terreno de acuerdo al Artículo 204.11.

**(c) Terraplén sobre terreno incapaz de soportar el equipo.** Volcar cargas sucesivas de material para terraplén en una capa uniformemente distribuida para construir la porción más baja del terraplén. Limitar el espesor de la capa a la mínima necesaria para soportar el equipo.

**(d) Terraplén sobre una pendiente mayor de 1:3 (1V/3H).** Cortar bancos o escalones en la pendiente existente con un ancho suficiente para acomodar las operaciones de colocación y compactación y al equipo, hacer los escalones a medida que se vaya colocando y compactando el terraplén en capas. Comenzar cada banco en la intersección del terreno original y el corte vertical del banco anterior.

#### **204.10 Construcción del Terraplén.**

Incorporar en el terraplén solamente material excavado en la vía que sea adecuado. Cuando se agote el material adecuado de la excavación en la vía, suministrar material de préstamo no clasificado para completar el terraplén. Construir el terraplén de la siguiente manera:

**(a) Generalidades.** Al final de las operaciones de cada día, conformar, sellar y compactar la superficie del terraplén para que drene y quede con una sección transversal uniforme. Eliminar todo surco y puntos bajos que puedan retener agua.

Durante todas las etapas de la construcción fijar rutas y distribuir la circulación del equipo de acarreo y nivelación en todo el ancho y longitud de cada capa de material.

Compactar 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 ó más vertical, compactar los taludes a medida que progresa la construcción del terraplén.

**(b) Pedraplenes.** Colocar 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 sobre-tamaño 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 y rocas de menor tamaño para llenar los vacíos. Compactar cada capa de acuerdo al Subsección 204.11, antes de colocar la capa siguiente.

Construir los 300mm 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) Reducir los pedazos de roca a menos de 1200mm en su dimensión más grande.
- (2) Distribuir las rocas dentro del pedraplén en forma que se produzca acunamiento y relleno de vacíos entre ellas con material más fino.
- (3) Compactar cada capa de acuerdo con la Subsección 204.11.

**(d) Terraplenes.** La tierra se deberá colocar en capas horizontales que no excedan de 300 mm de espesor compacto. Los bolones y fragmentos de roca de sobre- tamaño, se deberán incorporar en las capas de 300 mm mediante reducción de tamaño o colocándolos individualmente, según se indicó antes en (c).

Compactar cada capa de acuerdo al Subsección 204.11, antes de colocar la capa siguiente.

**(e) Terraplenes Fuera del Prisma de la Vía.-** Cuando se coloquen terraplenes fuera de las estacas que delimitan el prisma, coloque el material en capas horizontales que no excedan 600 milímetros de espesor compactado. Compacte cada capa de acuerdo a la Subsección 204.11(a).

**(f) Otros Terraplenes.** Cuando se coloquen terraplenes a un lado de los bastiones o estribos de un puente, 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, conducir 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, limitar el tamaño máximo de partículas a 100 milímetros.

#### **204.11 Compactación.**

Compactar de la siguiente manera:

**(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:

- (1) Cuatro pasadas de aplanadora de rodillos de 45 toneladas, del tipo de compresión.
- (2) 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.
- (3) Ocho pasadas de una aplanadora de rodillos de 20 toneladas del tipo de compresión.
- (4) 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:

- Por cada 150 mm adicionales o fracción, aumentar en cuatro el número de pasadas de aplanadora, en los casos (1) y (2) antes mencionados.
- Por cada 150 mm. adicionales o fracción, aumentar en ocho el número de pasadas de aplanadora, en los casos (3) y (4) antes mencionados.

Operar las aplanadoras del tipo de compresión a velocidades menores de 2 metros por segundos, y los rodillos vibratorios a velocidades menores de un (1) metro por segundo.

**(b) Terraplenes.-** Clasificar el material de acuerdo a AASHTO M 145. Para material clasificado A-1 ó A-2-4, determinar la densidad máxima de acuerdo a AASHTO T 180 método D. Para otras clasificaciones de material, determinar el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima, de acuerdo con AASHTO T 99 método C.

Ajustar el contenido de humedad del material clasificado A-1 hasta A-5 al contenido de humedad apropiado para la compactación. Ajustar 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 a, por lo menos, el 95% de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad en el sitio, se deberán determinar de acuerdo a AASHTO T 238 y T 239 u otros procedimientos de prueba aprobados.

#### **204.12 Cunetas y Zanjas.**

Hacer los taludes, la pendiente y formar las cunetas laterales. Remover todas las raíces, troncos, rocas o materiales similares que sobresalgan. Mantener abiertas las cunetas y zanjas y libre de hojas, estacas y toda clase de detritos.

Formar las contracunetas por medio de arado u otros métodos aceptables, para construir un surco continuo. Colocar todo el material excavado al lado bajo del talud de tal manera que el fondo de la contracuneta quede aproximadamente 0.50 metros

debajo de la cresta del material suelto. Límpiase la contracuneta usando una pala de mano, un zanjeador u otro método apropiado. Conformar la contracuneta de manera que el flujo del agua no se desborde.

#### **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. Cortar taludes, conformar y dar acabado 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, redondear las partes superior e inferior de todos los taludes, incluyendo los taludes de las cunetas y zanjas de drenaje. Redondear el material que recubre la roca sólida hasta el grado en que sea práctico. Elimine salientes en todo talud de roca.

Si ocurre un deslizamiento o derrumbe en un talud de corte o terraplén, remover o reemplazar el material y reparar o restaurar todo daño sufrido por la obra.

Banquear o bloquear el talud para estabilizar el deslizamiento. 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. Construir los escalones de aproximadamente 50 cm de altura. Combinar los escalones en el terreno natural al final del corte. Si el talud contiene afloramientos de roca no desgarrable, combinar los escalones dentro de la roca. 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, acomodar 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 150mm de tamaño de la superficie de la vía. Remover todo material inestable de la superficie de la vía y reemplazarlo con material adecuado. Dar un acabado a las superficies de tierra de la vía con una tolerancia de + 15 mm y, las superficies de roca, dentro de + 30 mm de la línea y rasante estaqueadas. Acabar la sección transversal de las cunetas dentro de + 30 mm de la línea y rasante estaqueadas. Mantener un drenaje adecuado de las cunetas y zanjas.

#### **204.14 Desecho de Materiales Inadecuados o Excedentes.**

Los materiales inadecuados o excedentes serán desechados legalmente fuera del Proyecto. Cuando existe un concepto de pago por desechos, el material de desecho se deberá conformar y compactar en su sitio final de depósito (botadero).

El material de desecho no se deberá mezclar con el material proveniente del abra y destronque ni con otros materiales cuya disposición no tiene pago directo.

#### **3.4.4. Aceptación.**

El material para terraplenes y tierra vegetal conservada serán evaluados visualmente de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver Tabla 204-1 que muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensaye. La excavación y construcción de terraplenes serán evaluados visualmente y mediante mediciones y ensayes de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. El Tabla 204-1 que muestra los requisitos mínimos para muestreo y ensaye.

La limpieza será evaluada bajo la Sección 201 y 203.

La colocación de tierra vegetal conservada será evaluada bajo la Sección 624.

#### **204.16 Medición y Pago**

Los costos por Excavación y Terraplén deberán de ser considerados en los renglones de Excavación y Pavimentación de Carril Segregado que se pagan por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

**Tabla 204 -1**  
**Muestreo y pruebas**

Material o producto	Propiedades o características del Ensayo	Método del ensayo o especificación	Frecuencia	Localización del muestreo
Material de relleno, banco del material, estructuras y pres-lamo no refasificado.	Clasificación	AASHTO M 145	1 por cada 1000 m <sup>3</sup> de material	Fuente de material
	Humedad - Densidad	AASHTO T 39 Método C o AASHTO T 20 Método D	1 por cada tipo de material	Fuente de material
	Densidad en sitio y contenido de humedad	AASHTO T 236 y 238 u otros métodos autorizados	1 por cada 400 m <sup>3</sup> pero no menos de 1 por cada capa	Material tomado de la carretera
Material de préstamo Material de aplastamiento	Clasificación	AASHTO M 145	1 por cada 1000 m <sup>3</sup> de material	Fuente de material ?
	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 Método C o AASHTO T 130 Método D	1 por cada tipo de material	Material presecado antes de ser incorporado a la obra.
	Gradación Límite Líquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T 200	1 por cada 5000 m <sup>3</sup>	Material presecado antes de ser incorporado a la obra.
	Densidad 'in situ' y contenido de humedad	AASHTO T 236 y AASHTO T 238 u otros métodos autorizados	1 por cada 300 m <sup>3</sup> (500 ton) no menos de 1 por cada capa	Material tomado de la carretera
-	Clasificación	AASHTO M 145	1 por cada tipo de material	Material presecado antes de ser incorporado a la obra.
	Humedad - Densidad	AASHTO T 99 Método C o AASHTO T 130 Método D <sup>1</sup>	1 por cada tipo de material	Material presecado antes de ser incorporado a la obra.
	Densidad 'in situ' y contenido de humedad	AASHTO T 236 y AASHTO T 238 u otros métodos autorizados	1 por cada 300 m <sup>3</sup> (500 ton) no menos de 1 por cada capa	Material tomado de la carretera

<sup>1</sup> Ver subsección 204.11

b)

### **3.5. Sección 207. GEOTEXTILES PARA MOVIMIENTOS DE TIERRA**

#### **3.5.1. Descripción**

El 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 704.01

Complementar con Art. 11.3.19 del tomo 8 del MCH.

#### **3.5.2. Material**

Conforme a la siguiente Subsección:

Geotextiles 714.01

#### **3.5.3. Requerimientos para la construcción**

**General.** Cuándo se coloque un geotextil sobre un terreno natural se deben cortar los árboles y troncos a ras del terreno. No remueva la capa de suelo superior, ni la materia vegetal. Remueva todos los objetos puntiagudos y rocas grandes. Rellene las depresiones u hoyos con material adecuado para tener una cimentación firme.

##### **207.04 Aplicaciones para Separación y Estabilización**

Cuando coloque un geotextil sobre una subrasante, prepare el sitio de acuerdo a las Subsecciones 204.13 (c) y (d).

Coloque el geotextil suavemente y libre de tensiones, esfuerzos o pliegues. Doble o corte el geotextil para adecuarlo a las curvas. Traslape en la dirección de avance de construcción. Se debe traslapar el geotextil, como mínimo, 0.50 metros, en los extremos y a los lados de los paños adyacentes o coser las uniones del geotextil de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. No coloque traslapes longitudinales debajo de sitios donde se conozca de antemano que existirán cargas de ruedas. Mantenga el geotextil en sitio usando pines, grapas o apilamientos del mismo material de relleno.

Para finalizar, vuelque el material de relleno sobre el geotextil desde su borde o desde el material de relleno previamente colocado. No debe operar el equipo directamente sobre el geotextil. Distribuya el extremo del apilamiento del material de relleno volcado, manteniendo una capa con un espesor mínimo de 300 milímetros. Compacte el material de relleno usando equipo de 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.

Coloque de la misma manera, las capas subsiguientes con el material de relleno. Se pueden usar compactadores vibratorios para las capas subsiguientes. Si ocurre alguna falla en la cimentación, repare las áreas dañadas y use de nuevo el equipo de compactación sin vibración.

##### **207.05 Aplicaciones para Control Permanente de Erosión.**

Coloque y ancle el geotextil sobre una superficie previamente aprobada, suave y nivelada. Para los casos de taludes o para protección de las olas, coloque la mayor dimensión del geotextil hacia abajo en el talud. Para protección de cauces, coloque la mayor dimensión del geotextil paralelamente a la línea centro del canal. Se debe traslapar el geotextil, como mínimo, 300 milímetros en los extremos y en los lados de los paños adyacentes o coser las uniones del geotextil de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Traslape el paño ubicado ladera arriba o aguas arriba, sobre el paño de ladera abajo o aguas abajo. Coloque las uniones finales de los paños adyacentes a una distancia mínima de 1.50 metros. 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 1 metro entre centros. Para iniciar la colocación de un geotextil desde el pie de un talud, coloque agregados, protección del talud o rip rap sobre el geotextil y luego proceda hacia arriba. Coloque rip rap sobre el geotextil con una altura no menor de 300 milímetros. Coloque rocas para protección de talud o material de relleno sobre el geotextil con una altura no menor de 1 metro. Para aplicaciones bajo el agua, coloque el geotextil y el material de protección en el mismo día.

### 3.5.4. Aceptación

Los materiales para uso de geotextiles en movimientos de tierra se deben evaluar de acuerdo a las Subsecciones 106.02, 106.04 y 714.01.

La instalación se debe evaluar de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

### 3.5.5. Medición y Pago

Los costos por Geotextiles para Movimientos de Tierra (si se considera de que son necesarios de acuerdo a estudio de suelos y diseño de pavimento) deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## 3.6. Sección 208. EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA ESTRUCTURAS MAYORES

### 3.6.1. Descripción

Este trabajo consiste en la excavación de material para la construcción de estructuras mayores. El Contratante definirá, a criterio propio, cuando proceden las disposiciones de esta Sección. El trabajo incluye la preservación de canales y contornos, construcción de diques provisorios, el sellado de cimentaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de cimentaciones, los rellenos, y la remoción de dispositivos de seguridad y diques provisorios.

### 3.6.2. Materiales

De conformidad con las siguientes Secciones Sub-Secciones:

Concreto hidráulico Relleno	552
de cimentación Sello de	704.01
concreto hidráulico Relleno	552
estructural	704.04

### 3.6.3. Requerimientos para la construcción

#### 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 cimentaciones, 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 cimentación 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 todas las regulaciones de seguridad que apliquen. Para 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, con el propósito de demostrar la conformidad con las regulaciones aplicables. indicando todas las medidas de seguridad, como sistemas de soporte, barreras protectores, etc. Los esquemas constructivos deberán evidenciar conformidad con las regulaciones.

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 cm respecto al borde de la excavación.

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 ser requerido para la 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 utilizarán 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.. Se apuntalarán y construirán los diques provisorios de acuerdo con los estándares de la 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, respecto al daño por incrementos súbitos en la cantidad de agua.
- (h) Prevenir el daño por erosión de la cimentación.

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 cm por debajo del nivel de rasante terminado.

#### **208.07 Sello de cimentación.**

Cuando no sea posible bombear satisfactoriamente el agua de un área de cimentación, se proveerá un sello de cimentación 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 cimentación, se mantendrá el nivel de agua dentro del dique provisorio, por debajo del nivel de cimentación, haciendo un sumidero del agua, fuera del mismo. Cuando un sello de cimentación es colocado en condiciones cambiantes del nivel de agua (mareas), se deberá preservar el nivel de agua por debajo en el dique provisorio.

No deberá bombearse el agua en un dique provisorio hasta que el sello de cimentación 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 cimentación. Solamente en casos muy calificados por el Contratante, se permitirá la operación del sistema de bombeo dentro del área de cimentación, debiendo asegurarse de que la acción de bombeo no cause la remoción o deterioro del concreto hidráulico.

#### **208.09 Preparación de la cimentación.**



Se prepararán los cimientos de la cimentación 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 cimentación y compactar, 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 cimentación 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 cimentación. Se colocará el relleno de cimentación en capas horizontales, que, una vez compactadas, no deberán exceder una profundidad de 150 mm. Se compactará cada capa de acuerdo con la Subsección 208.11.
- (e) **Cimentación usando pilotes.** Se excavará a la profundidad de la cimentación 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 compactar el fondo de la cimentación de previo a la construcción de los cimientos.

#### **208.10 Relleno.**

Relleno con material de relleno estructural.

Se colocará el relleno en capas horizontales, que no deberán exceder una profundidad de 150 mm 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 estructurales contra 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 98 % CBR 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.

#### **3.6.4. Aceptación.**

El material para relleno estructural será evaluado de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Véase la Tabla 208-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

La excavación para la estructura y las obras de relleno serán evaluadas de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Véase la Tabla 208-1 para requisitos mínimos de muestreo y ensayo.

Los apuntalamientos, arriostres y diques provisionarios serán evaluados de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

La limpieza será evaluada de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

El sello de concreto será evaluado según la Sección 552.

### 3.6.5. Medición y Pago

Los costos por Excavación y Relleno para Estructuras mayores deberán de ser considerados en el renglón de Puentes Vehiculares que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

**Tabla 208-1**

#### Muestreo y ensayo

Material o prodorro	Propiedad o c ararteristica	Metod-o de prneba o tiptcifi-raci-D-n	Frecuencia	Pnnto de ■nne^trt'O
ReHeno estroc rural	fcoioloinetrLa	AASHTO T 27 y AASHTO T11	1 para cadatipo demaial	"uente de material 0 apilamicro
	Lrmitelinqdda	AASHTO T B9	1 para cadatipo de m:enal	Fueiire de material 0 .171 IFLJJSUJJ
	Densidad	AASHTO T 99	1 para cadatipo de ULvena]	De previa a La LDCorpo:acion en ob:a
	I'e-Lii :".d -=11 sirioy contenido de I'linv Pii irl	AASHTO T 23E y AASHTO T 239, u or:o p:ocedLnien[Ci apro bado por el Con:raun:e	1 para cada 200 metras cnbicoL. pane noroB-noE. de 3 per ;apa por cramo (el Contarans define (rue se coniiderc 'jn tramo).	Material compaclado
rtfille-DO dfi	ClasLSc-acwn	AASHTO M145	1 para cadatipo de material	"uente de material 0 gpil^nri^ n-n
	Etamedad ■' Densidad	AASHTO T 99 nietodoC	1 para cadatipo de material	De previa a La incorporacion a la ob:a
	Deoiicad en Litia-y contenido de buix.ed.id	AASHTO T 23S y AASHTO T 139,11 OTTO metode aprobado por el CMuratame	1 para cada 200 mentis rjbicos. perc- no menc^ de 3 pen capa por cranio (el define que se coniiderc 'jn tramo).	Material compaclado

### 3.7. SECCIÓN 209. EXCAVACIÓN Y RELLENO PARA OTRAS ESTRUCTURAS

#### 3.7.1. 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 cimentaciones, la evacuación de aguas, la excavación, la preparación de cimentaciones, la conformación de superficie para la cimentación y el relleno. Cuando se utilice el termino atierro se refiere a material del sitio de buenas características, cuando se use el termino relleno será con material selecto.

#### 3.7.2. Materiales

De conformidad con las siguientes Secciones Sub-Secciones:

Material de relleno	704.03
Relleno para "camas"	704.02
Concreto hidráulico	601
Relleno de cimentación	704.01
Sello de concreto	552
Préstamo no clasificado	704.06

#### 3.7.3. Requerimientos para la construcción

**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 cimentaciones de acuerdo con la Subsección 208.04. Se excavará al nivel de cimentación sin dañar las trincheras o las superficies de cimentación. El nivel de cimentación es el fondo de la capa de soporte para instalar la estructura. Se compactará la superficie para la cimentación.

##### 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 cimentación.

Cuando sea necesario, se construirá un sello de cimentación 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 cimentación.

Se excavará al nivel de cimentación, removiendo todo material no utilizable. Dicho material removido será sustituido por relleno de cimentación. Se colocará y compactará el relleno de cimentación de acuerdo con la Subsección 208.09 (d).

Cuando se requieran cimientos para anclajes con materiales inalterados, se preparará una cimentación y se construirán los cimientos de acuerdo con la Subsección 208.09 (c).

##### 209.09 Construcción de camas o lechos de cimentación.

Se construirán camas de la manera descrita a continuación:

**(a) Estructuras que no son alcantarillas.** Se construirán las camas cuando sean requeridas por el contrato. Se colocarán y conformarán las camas 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 las camas se aplicarán el material para cama clase B.

**(b) Alcantarillas.** Las alcantarillas serán colocadas sobre cimentaciones preparadas. Se utilizará 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 una “cama” de material clase A. Se tenderán los sub-drenajes 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 para la “cama” para cubrir al menos un 10 % de la altura de la alcantarilla. Se colocarán las alcantarillas en la cama. Se extenderá el material de cimentación 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 en seguida:

(a) **General.** Se colocará un relleno en capas horizontales, de manera que cuando estén compactadas no se 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, A2 y A-3.

Se colocará y compactará el material de relleno por debajo de las porciones expuestas de los salientes del haunch. 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 adecuadas prácticas de excavación y relleno. Se colocará el material en capas que, cuando estén compactadas, no excedan una 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.

#### DIMENSION DE ZANJOS

En condiciones normales los siguientes anchos y profundidades pueden emplearse y cuando se prevean trabajos futuros de pavimentación, las profundidades indicadas pueden modificarse, previa autorización del Gerente de Obras, con el objeto de que la tubería instalada quede protegida y no expuesta; además de que la tubería debe ser protegida con viga de concreto cuando así fuere necesario y autorizado por el Gerente de Obras.

Tabla 209-1

DIAMETRO DEL TUBO EN PULGADAS	PROFUNDIDAD EN METROS	ANCHO DEL ZANJO EN METROS
4	1.64	0.40
6	1.70	0.40
8	1.75	0.50
10	1.80	0.60
12	1.85	0.70
15	1.95	0.80
18	2.00	0.90
21	2.05	1.00
24	2.15	1.10
27	2.25	1.20
30	2.35	1.30
36	2.45	1.60
42	2.70	1.90
48	2.90	2.30

El Contratista por su cuenta y riesgo deberá ademar y ampliar el zanja según convenga y satisfaga al Gerente de obras, sin perjuicio de hacerlo siempre como la estabilidad del terreno lo requiera.

Solo se pagará al contratista la excavación y relleno que resulten de las dimensiones mencionadas en la Tabla 209-1 cualquier derrumbe y la remoción del mismo deberá de ser reparado por el Contratista sin ningún costo adicional para el contratante.

**(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 15 centímetros de espesor, hasta alcanzar el nivel original del terreno. Cada capa debe humedecerse o secarse, según sea necesario, y compactarse con equipo apropiado. Colocar y compactar el material de relleno simultáneamente y a la misma altura en ambos lados del arco hasta alcanzar la parte superior de éste. Coloque y compacte el resto del relleno alrededor y sobre el arco, hasta el otro cabezal.

**(d) Resane de áreas de pavimentos existentes.** Colocar un relleno de 375 milímetros de espesor, con 300 milímetros de piedra quebrada de acuerdo a la Sección 301 y 75 milímetros de concreto asfáltico, de acuerdo a las Sección 402 ó 417.

#### **209.11 Compactación.**

El contenido de humedad y la densidad máxima será determinado de acuerdo 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 por ciento 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.

#### **3.7.4. Aceptación.**

Los materiales de relleno, de lecho y relleno de cimentación serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04, excepto el concreto para sellado o relleno, será evaluado de acuerdo a la Sección 601. Ver la Tabla 209-1 para requerimientos mínimos de muestreo y ensaye.

El apuntalamiento, el arriostamiento y tablestacado serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

El abra y destronque se evaluarán de acuerdo a las Secciones 201 y 203.

El concreto para sellado será evaluado de acuerdo a la Sección 552.

#### **3.7.5. Medición y Pago**

Los costos por Excavación y Relleno para Otras Estructuras deberán de ser considerados en todos aquellos renglones que el contratista determine que son necesarios como ser Pavimentación de Aceras y Espacios Públicos etc., y que se pagan por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.; las especificaciones también aplican para las excavaciones a pagarse por precios unitarios en la División de Servicios Públicos. (Sanitario, Pluvial, Voz y Datos etc.), en cuyo caso se pagará de acuerdo a la Unidad y Precio Unitario Ofertados.

**Tabla 209 -1**  
**Muestreo y Pruebas**

Material c pre ducts	Propiedades o características	Metodo del ensayo o especificaciones	Freuencia	Lugarde muestreo
Material de relleno	Clasficadcn	AASHTO M 145	1 porcadatipo de material	Fuente de material
Material de prestamo	Humedad - Densidad	AASHTO T 96 Metcdo C	1 porcadatipo de material	Material procesado antes
Material clase C	Densidad 'in siuu'y	AASHTO T 238 y AASHTO T	1 porcada0.5 m de	de ser incorporado en el
Relleno de cimentadon	contenido de humedad	239 u otro pnooedimiento aprabado	profundidad pero no menos de 2 porcada instaladon.	Material Compaotado
Material clase B	Graduacion	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 porcadatipo de material	Fuente de material
Relleno ^structural. Material granular de relleno. Relleno para muno decriba.	Graduation Limile Liquido	AASHTO T 27 y AASHTO T 11 AASHTO T SS	1 porcadatipo de material	Fuente de material o de apilamientD.
	Humedad - Densidad	AASHTO T 96 MetDdo C	1 porcadatipo de material	Material procesado antes de ser incorporado en el trabajD.
	Densidad 'in situ' y contenido de humedad	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros procedim ienlos aprabados	1 pDrcadaO.Sm de profundidad pero no menos de 2 per cada instaladon.	Material corrpactado.

### 3.8. Sección 210. RELLENO PERMEABLE.

#### 3.8.1. Descripción

Este trabajo consiste en fabricar y colocar un material permeable que se coloca entre una estructura cualquiera y el terraplén de la carretera, con el objeto de evacuar el agua que se acumula en esos lugares. Estas estructuras pueden ser: muros, cabezales, muros de retención o estribos de puentes.

#### 3.8.2. Material

El material de relleno permeable debe cumplir con lo estipulado en las siguientes Subsecciones:

Geotextil Tipo I	714.01
Relleno Permeable	703.04
Relleno para Estructuras	704.04

#### 3.8.3. Requerimientos para la construcción

**General.** No se debe colocar el relleno permeable en contacto con concretos 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 metros alrededor del agujero de drenaje. Coloque el relleno permeable en contacto con la pared de la estructura. Coloque 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.

#### 3.8.4. Aceptación.

El material de relleno permeable debe evaluarse de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver Tabla 210-1 para el mínimo de muestras y pruebas requeridas.

La colocación del relleno permeable debe evaluarse de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

El geotextil debe evaluarse de acuerdo a la Sección 207.

El relleno para estructuras debe evaluarse de acuerdo a la Sección 208.

#### 3.8.5. Medición y Pago

Los costos por Relleno Permeable deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación (si se considera de que son necesarios) que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

**Tabla 210-1**  
**Muestreo y Pruebas**

Material o producto	Propiedades o características	Método de ensayo o especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Relleno permeable	Graduación	AAHSTO T 27 y AASHTO T 11	1 cada 500 T	Material de sitio o de apilamiento

### **3.9. Sección 211. ELIMINACIÓN DE CAMINOS O CALLES EXISTENTES**

#### **3.9.1. Descripción**

Este trabajo consistirá en la eliminación, de aquellos caminos o calles existentes, retornos, áreas de estacionamiento y otras estructuras, que son mostrados en los planos o designados por el Ingeniero para ser eliminados.

Se refiere a Secciones 202 y 209 del MCH.

#### **3.9.2. Requerimientos para la Construcción**

**Generalidades.** Después de que las secciones indicadas 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, formando taludes naturales redondeados. Después de completar este emparejamiento áspero, el área de la vía será escarificada o arada para mezclar el agregado remanente con tierra y luego, 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 milímetros, los que serán enterrados a no menos de 0.5 metros de profundidad o removidos. Donde lo muestren los planos o lo ordene el Ingeniero, todo material con valor de rescate será cuidadosamente removido cuidando de no 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 Ingeniero, se podrá hacer uso de materiales existentes en el camino o calle viejo 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.** Disponga de los materiales asfálticos de acuerdo a los reglamentos locales. El material asfáltico puede considerarse como desecho peligroso. Obtenga copia de los permisos para la eliminación de los desechos. Si no hay regulaciones, disponga del material como se describe en la Sección (a), anterior.

##### **211.04 Materiales no Rígidos.**

**a) Materiales no asfálticos.** Escarifique o desgarre la grava o piedra quebrada u otro material de la superficie no rígida de base o sub-base. Mezcle el material escarificado con el material subyacente de suelo, entierre la mezcla con por lo menos 300 milímetros de profundidad.

**b) Material asfáltico contaminante.** Disponga de acuerdo a la subsección 211.03 (b).

##### **211.05 Conformación.**

Conforme, mezcle con el terreno existente.

#### **3.9.3. Aceptación.**

La eliminación de vías existentes será evaluada visualmente de acuerdo a la subsección 106.02.

#### **3.9.4. Medición y Pago**

Los costos por Eliminación de Caminos o Calles Existentes deberán de ser considerados en el renglón de Demolición y Remoción que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..



### **3.10. Sección 212. CONFORMACIÓN DE LA SUBRASANTE**

#### **3.10.1. Descripción**

**212.01** Este trabajo consiste en la conformación de la subrasante, dentro de las tolerancias especificadas de alineación y niveles.

Ver también lo referente a conformación de superficies no pavimentadas de las ESPECIFICACIONES ESPECIALES PARA EL MANTENIMIENTO DE CARRETERAS, así como la sección 203 del tomo 5 del MCH.

#### **3.10.2. Requerimientos para la construcción**

**212.2 Preparación de la Calzada.** Limpie el área de vegetación y obstrucciones de acuerdo con las Secciones 201 y 203.

#### **212.3 Excavación y Relleno.**

Conforme la subrasante de base según los requerimientos aplicables de la Sección 204, excepto lo que se modifica aquí.

Ajuste el contenido de humedad del material de relleno para obtener una compactación adecuada. Coloque el material de relleno en capas de 300 milímetros y compacte cada capa de acuerdo a lo requerido en la Subsección 204.11(a).

Cuando los rodillos de compactación no son prácticos, use equipo de compactación mecánicos o vibratorios aprobados.

Construya los accesos y conexiones con carreteras o caminos existentes, áreas de estacionamiento y senderos. Construya todos los accesos nuevos.

#### **212.04 Tolerancia de la Calzada.**

No debe invadir los canales de conducción de aguas, o los acuíferos, o extenderse fuera del derecho de vía o servidumbres. No debe ajustar la pendiente de la calzada de tal forma que afecte los drenajes.

Construya la calzada de acuerdo a 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 o aumentarse en un 50 %. No deben construirse curvas con radios menores de 30 metros. Son permitidas curvas compuestas.

**b) Pendiente vertical.** El perfil de la rasante podrá variarse un máximo de 1.50 metros hacia arriba o hacia debajo de la elevación de la explanación de la calzada existente y la nueva pendiente en tangente, no puede variar más del 2% de la pendiente existente. Revise la conexión hacia delante y hacia atrás de la pendiente con la pendiente uniforme de la curva vertical diseñada.

#### **3.10.3. Aceptación.**

La explanada de la calzada debe evaluarse de acuerdo a las Secciones 201 y 203.

#### **3.10.4. Medición y Pago**

Los costos por Conformación de Subrasante deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### 3.11. Sección 213. ESTABILIZACIÓN DE LA SUBRASANTE

#### 3.11.1. Descripción

**213.01** Este trabajo consistirá en el procesamiento e incorporación de cal, ceniza o cemento Portland en la capa superior de la subrasante.

Ver también lo referente al tema de Mejoras Progresivas del capítulo 1, parte 3, Caminos No Pavimentados del tomo 4, así como la Sección 305 del MCH.

#### 3.11.2. Material

**213.02** Conforme con las Subsecciones siguientes:

Polvo de Secado	703.13
Aditivos químicos (retardador)	711.03
Asfaltos emulsificados	702.03
Cenizas volcánicas	725.04
Cal	725.03
Cemento Portland	701.01
Agua	725.01

#### 3.11.3. Requerimientos para la construcción

**213.03 Proporcionamiento.** Se suministrará un diseño de la mezcla para la estabilización de la subrasante 30 días antes de la producción. Se cumplirá con las resistencias a la compresión mínimas requeridas en la Tabla 213-1.

**Tabla 213-1**

Mezcla de Estabilización	Procedimiento de Prueba	Resistencia a la Compresión (Mínima)
Cal/Suelo	ASTM D5102	0.70 Mpa (1)
Cal/Ceniza Volcánica/Suelo	ASTM C 593	2.75 Mpa (2)
Cemento/Suelo	ASTM D 1633	2.75 Mpa (2)

(1) 28 días de cura

(2) 7 días de cura seguido por saturación.

Incluir lo siguiente con el diseño de la mezcla, tanto como 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 Kilogramos
- (f) Muestra de Cemento de 10 Kilogramos
- (g) Muestra de retardador u otro aditivo propuesto de 2 Kilogramos

La producción iniciará solamente después de que el diseño de la mezcla esté aprobado. Se presentará un nuevo diseño de la mezcla si hay algún cambio en una de las fuentes de materiales.

**213.4 General.** Los aditivos y mezclas químicos se guardarán en envases cerrados e impermeables. La subrasante se preparará según la Sección 303. Los procesos de escarificación y pulverización de la sub-rasante se efectuarán hasta una profundidad de 150 milímetros. El material de la sub-rasante se dimensionará y conformará en camellones o en capas delgadas extendidas. Determinar el contenido de humedad óptima y la densidad máxima de acuerdo a la norma AASHTO T 99 método C.

**213.5 Aplicación.** Los aditivos se aplicarán cuando el material de la subrasante tenga una humedad por lo menos 3 por ciento por debajo del contenido de humedad óptimo y por lo menos una temperatura de 4°C. No aplicar cuando se pierde excesivo aditivo con el lavado o soplado o cuando se espera que la temperatura del aire baje debajo 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.** Aplicar uniformemente los aditivos usando un esparcidor aprobado. Una motoniveladora no es un esparcidor aprobado. Aplicar 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 o mezcla delgada con agua, utilizando, ya sea, los camiones con los distribuidores aprobados o los mezcladores rotatorios. Equipar el camión distribuidor o el tanque del mezclador rotatorio para mantener los aditivos en una suspensión en agua. Realizar las pasadas sucesivas sobre el material para obtener la humedad y el contenido de aditivo para la mezcla y compactación.

**213.06 Mezclado.** Mantener todo el tráfico, excepto el equipo de mezclado, alejado del material de riego. Mezclar el material para obtener una mezcla friable homogénea.

- (a) **Mezclas de cal y cenizas de incineración o volcánicas.** Agregar el agua y mezclar 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 1½ por ciento por cada por ciento de aditivo en la mezcla.

Terminar el mezclado en un plazo de 6 horas desde la aplicación del aditivo. Curar la mezcla por 2 a 4 días manteniéndola húmeda. Después de curar, remezclar un 95 por ciento de toda la mezcla, excepto las partículas de roca que pasan por el tamiz de 45 milímetros y por lo menos un 50 por ciento de la mezcla debe pasar el tamiz de 4,75 milímetros, según el ensayo AASHTO T 27, en condición sin secar. Se pueden añadir retardadores.

- (b) **Mezclas con cemento.** Agregar el agua y mezclar para ajustar el contenido de agua de la mezcla a un 2 por ciento sobre el contenido de humedad óptimo.

Terminar la mezcla en un plazo de 2 horas después de la aplicación del cemento. Ajustar 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, colocar y compactar la mezcla por lo menos a un 95 % CBR de la densidad máxima. Determinar la densidad en el sitio y el contenido de agua según AASHTO T 238 y AASHTO T239 u otros métodos de prueba aprobados. Si el tiempo entre la compactación de bandas parciales adyacentes excede 30 minutos o cuando se deba empalmar con el trabajo previo, realizar una junta de construcción según la Subsección 302.07. Acabar la subrasante, de modo que, la superficie quede lisa y adecuada para colocación de la capa subsiguiente.

**213.08 Curado.** No permitir el tráfico en la subrasante estabilizada. Mantener la subrasante continuamente húmeda hasta que se coloque la siguiente capa. Aplicar el agua a presión a través de una tubería equipada de inyectores que produzcan chorros finos y uniformes. Colocar 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 medio. Mantener la superficie continuamente húmeda por lo menos 7 días después de compactada y acabada.

Después de 7 días, aplicar una emulsión asfáltica CRS-2 o RS-2 no diluida en una razón de 1.1 litros por metro cuadrado según la Sección 409. Colocar 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 411.

Si la subrasante pierde estabilidad, densidad o acabado antes de la colocación de la capa siguiente, se tratará de nuevo de recompactar la subrasante lo necesario para restablecer la resistencia del material dañado de acuerdo a lo especificado en el diseño de la mezcla. Reaplicar el sello de emulsión asfáltica donde la película continúa se haya dañado.

#### **3.11.4. Aceptación.**

El material para el polvo de secado, los aditivos químicos (retardador), las cenizas volcánicas, la cal, el cemento Portland y el agua se evaluarán según las Subsecciones 106.02 y 106.03. La emulsión asfáltica se evaluará según las Subsecciones 106.03 y 702.09.

El trabajo de estabilización de la subrasante se evaluará según las Subsecciones 106.02 y 106.04. Vea la Tabla 213-2 para el muestreo mínimo y las pruebas requeridas.

El reacondicionamiento de la subrasante se evaluará según la Sección 303.

El sello de emulsión asfáltica se evaluará según la Sección 409.

### 3.11.5. Medición y Pago

Los costos por Estabilización de Subrasante (si se considera de que son necesarios de acuerdo a estudio de suelos y diseño de pavimento) deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

**Tabla 213-2**  
**Muestreo y Pruebas**

Material o producto	Propiedades o características	Método de ensayo o especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Material reutilizado	Graduación	AASHTO T 27	1 por 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 "in situ" y contenido de humedad	AAHSTO T 238 y AASHTO T 239 u otro procedimiento aprobado	1 por cada 2500 m <sup>2</sup>	Subrasante compactada

Los costos por Conformación de Subrasante deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### 3.12. Sección 214 MALLA DE CONSTRUCCION PROTECTORA

#### 214.01 Descripción.

Este trabajo consiste en el tendido de un rollo de malla protectora en para la separación segura y estética del área de trabajo del área de circulación de los peatones y vehículos, El contratista deberá de considerar todos los materiales conexos para la fijación de la malla, como ser poste de hierro colado de 2" fijadas al suelo con un dado de concreto de 0.25 x 0.25 colocados @ 2.00 m.

Se debe hacer cerramiento del área de trabajo, aislando completamente los frentes de obra, mediante la instalación de tela polipropileno verde y/o malla fina azul.

- El cerramiento se realizará con 1 metro inferior de tela polipropileno verde y 1 metro superior de malla fina azul, instalada sobre parales hincados cada 5 metros.

#### 214.02 Medición

La cantidad a pagarse es por precio unitario.

#### 214.03 Pago

Los costos por Suministro y Colocación de Malla Protectora deberán de ser considerados en el renglón de Obras de Protección que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **3.13. Sección 215 BOTADO DE MATERIAL DE DESPERDICIO**

#### **215.01 Descripción.**

Estos trabajos consistirán en el cargado y acarreo de material de desperdicio con volqueta, ya sea producto de la excavación, demoliciones u otro tipo de material del proyecto. El material de desperdicio será cargado y se procederá a botarlos a los lugares municipales autorizados, mismos que también serán verificados y aprobados por la GERENCIA DE OBRAS para evitar contaminaciones ambientales, sedimentaciones en cauces de ríos ó quebradas y otros. (CONFORME A LAS ESPECIFICACIONES AMBIENTALES) Ver también Secciones 204 y 205 del MCH.

#### **215.02 Medición y Pago**

Los costos por Botado de Material de Desperdicio deberán de ser considerados en todos aquellos renglones que el contratista determine que son necesarios como ser Demolición y Remoción, Pavimentación de Aceras y Espacios Públicos, Puentes Peatonales etc., y que se pagan por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.; la especificación también aplican para el Botado de Material Sobrante a pagarse por precios unitarios en la División de Servicios Públicos. (Sanitario, Pluvial, Voz y Datos etc.), en cuyo caso se pagará de acuerdo a la Unidad y Precio Unitario Ofertados.

### **3.14. Sección 216 PASARELA PARA TRANSITO PEATONAL**

#### **216.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en la construcción de pasarelas para el tránsito peatonal, mismas que consistirán en la construcción de tubos de hierro colado de 2" con una altura de 1.60 m.colocadas @ 2.00 a ambos sentidos y en el sentido tanto horizontal como vertical, las mismas estarán cimentadas al terreno por medio de dados de concreto de 0.25 x 0.25 x 0.25 de 3000 psi y sobre de toda la estructura se colocarán tablas de madera con dimensiones de 1"x12" de manera que los patones puedan circular libremente mientras se estén realizando trabajos por ejemplo de fundiciones.

#### **214.02 Medición**

La cantidad a pagarse es por precio unitario.

#### **214.03 Pago**

Los costos por Suministro y Colocación de pasarela para tránsito peatonal deberán de ser considerados en el renglón de Obras de Protección que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **3.16. SECCIÓN 217 RELLENO COMP. CON MATERIAL SELECTO (INC. ACARREO)**

#### **217.01 Descripción**

Estos trabajos consistirán en seleccionar, colocar, manipular, humedecer y compactar el material selecto necesario para camas de tubería de agua potable y/ó alcantarillado sanitario, base de pisos en edificios tipo FHIS y otros. El material selecto a suministrar deberá previamente ser aprobado por la supervisión de la obra y estar libre de piedras, grumos y terrones, además deberá provenir de bancos a más de 5 kms de distancia del sitio del proyecto. El lugar donde se instalará el material de relleno deberá estar limpio de escombros. El material selecto será humedecido (sin formar lodo) y compactado en capas con un espesor de 0.10 mts. por medio de apisonadores manuales iniciando desde los bordes al centro del relleno y manteniendo traslapes continuos en los sitios apisonados. Esta Actividad incluye el acarreo del material desde su sitio de almacenaje hasta 10 mts del lugar donde se colocará.

#### **217.02 Medición**

La cantidad a pagarse es por precio unitario

#### **217.03 Pago**

Los costos por Suministro y Colocación de pasarela para tránsito peatonal deberán de ser considerados en el renglón de Obras de Protección que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

#### **4. División 250. RELLENOS ESTRUCTURALES**

##### **4.1. Sección 251. ESCOLLERA (RIPRAP)**

###### **4.1.1. Descripción**

**251.01** Este trabajo consiste en el suministro y colocación de escollera para la protección de riberas u orillas de ríos, protección de taludes, de estructuras de drenaje y control de la erosión.

Los tipos de escollera se denominan tal como se muestra en la tabla 705-1.

Se refiere a Sección 619 del tomo 5 del MCH.

###### **4.1.2. Material**

**251.02** Conforme a las Subsecciones siguientes:

Geotextil Tipo IV	714.01
Mortero	712.05
Roca para escollera	705.02

#### 4.1.3. Requerimientos para la construcción

**251.3 General.** El trabajo debe realizarse bajo la Sección 209. El talud debe recubrirse de manera de producir una superficie lisa. El Contratista debe colocar el geotextil requerido de conformidad con la Sección 207.

**251.4 Escollera Colocada.** La escollera a utilizar consistirá en roca colocada sobre una superficie previamente preparada de manera que forme una masa bien graduada.

La escollera debe colocarse en su espesor total en una sola operación, a efecto de evitar el desplazamiento del material subyacente. No debe ponerse el material de la escollera 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 un manto denso y uniforme, con una superficie razonablemente lisa.

**251.05 Escollera entrabada.** La escollera entrabada está constituida por trozos de roca colocados sobre una superficie preparada, acuñaos o entrabados en su lugar mediante golpes aplicados con una herramienta pesada de cara plana.

Los trozos de roca para la escollera entrabada deben colocarse de conformidad con la Subsección 251.04. La escollera debe trabarse en su lugar golpeando la superficie con un peso con una cara plana de 1,2 metros por 1,5 metros y con una masa de aproximadamente 2000 kilogramos. La escollera bajo superficies de agua no debe ser golpeada.

**251.06 Escollera con Mortero.** La escollera con mortero es roca colocada sobre una superficie preparada, con los vacíos llenos con mortero de cemento Portland. Los pedazos de roca para la escollera con mortero deben colocarse de conformidad con la sección 251.04. La roca debe humedecerse exhaustivamente, lavando el exceso de finos existentes en la parte inferior de la escollera. El mortero debe colocarse únicamente cuando la temperatura sea superior a 2° C y vaya en aumento. Colocar el mortero de tal manera que se prevenga su segregación.

Llenar todos los vacíos sin desplazar de su puesto a la roca. Dejar agujeros a través de la escollera para permitir el drenaje de agua, según sea requerido. Proteger la escollera con mortero de las temperaturas extrema y mantenerla humedecida por 3 días después de que el trabajo haya sido terminado.

#### 4.1.4. Aceptación.

La roca para la escollera será evaluada de conformidad con la Subsección 106.02.

La colocación de la roca para la escollera será evaluada bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La excavación estructural y el relleno serán evaluados bajo la Sección 209.

El geotextil será evaluado bajo la Sección 207.

El material para el mortero será evaluado bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03. El mortero será evaluado bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04. La colocación del mortero será evaluada bajo la Subsección 106.02. Ver la Tabla 251-1 para los requisitos mínimos de muestreo y ensayos.

#### 4.1.5. Medición y Pago

Los costos por Escollera deberán de ser considerados en todos aquellos renglones que el contratista determine que son necesarios como ser pavimentación, Pavimentación de Aceras y Espacios Públicos etc., y que se pagan como una suma global.

**Tabla 251-1 Muestreo y Ensayo**

Material o Producto	Propiedad o Característica	Método de Ensayo o Especificación	Frecuencia	Punto de Muestreo
Mortero	Confección de los especímenes de ensayo	AASHTO T 23	1 muestra por instalación <sup>(1)</sup>	Sitio del trabajo
	Resistencia a la compresión <sup>(2)</sup>	AASHTO T 22		

(1) La muestra consiste de 2 testigos de ensayo. (2) La resistencia a la compresión será el promedio de 2 testigos de ensayo.

## 4.2. Sección 257. MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO REFORZADO

### 4.2.1. Descripción

**257.01** Este trabajo consiste en la construcción de muros de contención de concreto reforzado.

### 4.2.2. Material

**257.02** Debe cumplir con las secciones y subsecciones siguientes:

Concreto	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

### 4.2.3. Requerimientos para la construcción

**257.3 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 bajo la Sección 209.

**257.4 Acero de Refuerzo.** El Contratista debe someter a aprobación del Contratante todas las listas de pedido y los diagramas de doblado del acero. El refuerzo de acero debe elaborarse conforme a la subdivisión 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.

**257.5 Concreto Estructural.** La mezcla de concreto debe diseñarse según la Subsección 552.03. El almacenaje, manipuleo, mezclado, material de la mezcla 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 Subsección 552.09. La construcción del muro debe realizarse según las subdivisiones 552.10 a 552.16.

**257.6 Relleno.** El área detrás del muro debe rellenarse con relleno estructural a 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, dentro del metro del muro.

### 4.2.4. 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 bajo la Sección 562.

La excavación y relleno estructural serán evaluados bajo la Sección 209.

El concreto 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 106.02 y 106.03.

### 4.2.5. Medición y Pago.

Los costos por Muros de Contención deberán de ser considerados en el renglón de Puentes Vehiculares que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta., o demás actividades que apliquen.



## 5. División 300. CAPAS DE AGREGADOS

### 5.1. Sección 301. SUB-BASE O BASE GRANULAR

#### 5.1.1. Descripción

**301.01** Este trabajo consiste en la construcción de una sub-base o base granular sobre una fundación ya preparada, de acuerdo con estas especificaciones y en conformidad con el trazado, rasante, espesor y secciones transversales típicas indicadas en los planos o establecidos por el Contratante.

La graduación de los agregados de la sub-base y base se muestran en la Tabla 703-2.

Se refiere a la Sección 304 del MCH.

#### 5.1.2. Materiales

301.02 Los materiales deberán cumplir con lo establecido en las subsecciones siguientes:

Agregados	703.05
Agua	725.01

La aceptación del trabajo se basará en el examen de muestras al azar tomadas a la salida de la mezcladora, en el caso del método de mezcla estacionaria, o del caballete en el camino luego de ser procesado, en el caso del método de mezcla en camino. (hacer referencia a la norma ASTM o AASHTO para muestreo).

Las calidades exigidas deberán cumplirse una vez colocados los materiales en obra, cuando ya han sufrido la abrasión y consecuentemente el desgaste del equipo.

Los procedimientos y equipo de explotación, clasificación, trituración y eventual lavado, así como la forma de almacenamiento, deben permitir la entrega de un producto de características uniformes. El Contratista estará obligado a cumplir con estos requisitos.

#### 5.1.3. Requerimientos para la construcción

**301.03 General.** La sub-base se debe colocar sobre la subrasante aceptada, previamente preparada, compactada y reacondicionada de acuerdo a las Secciones 204 y 303. La base se debe colocar sobre la sub-base, previamente preparada, compactada y aceptada de acuerdo a estas especificaciones.

Para la aceptación de los agregados de sub-base y base, se deben muestrear los apilamientos respectivos y entregar al Contratante una muestra representativa de por lo menos 150 kg, 15 días antes de la colocación de cada capa.

Los rangos de graduación se muestran en las tablas 703-2 ó 703-3.

**301.04 Colocación y Tendido.** Se debe determinar previamente el contenido de humedad óptimo, de acuerdo a la prueba AASHTO T 180, método D, ajustando la humedad de la mezcla a su contenido óptimo con una aproximación del 2%.

Las capas no deberán exceder 200 mm de espesor compactado. Cuando sea necesario colocar más de una capa, se debe proceder de acuerdo con la Subsección 301.05.

El material de sub-base o base será colocado mediante una distribuidora mecánica capaz de obtener el material en una superficie uniforme, sin provocar segregación.

**301.05 Conformación y compactación.** El agregado deberá ser conformado ajustándose al alineamiento y secciones típicas requeridas. La compactación continuará hasta obtener una densidad no menor que el 95% de la densidad máxima determinada por la norma AASHTO T 180, método D.

La superficie deberá ser mantenida durante la operación de compactación con una textura uniforme, y de modo que los agregados permanezcan firmemente trabados. El agua deberá aplicarse sobre los materiales de la base o sub-base durante la compactación cuando sea necesario para una consolidación adecuada.

La densidad en sitio, será determinada utilizando AASHTO T 238 y 239 u otros métodos aprobados.

La compactación de la base o sub-base deberá comenzar en los bordes y avanzar hacia el centro, con excepción de las curvas con superelevación, donde la compactación comenzará en el borde interno de la curva y avanzará hacia el borde superior.

**301.06 Tolerancia superficial.** El acabado de la superficie será de forma tal que las desviaciones no excedan de 12 mm, controlado en forma longitudinal o transversal, medido por medio de un escantillón de 3 m de largo entre dos puntos de contacto. Los defectos se corregirán adicionando o raspando y compactando.

(a) **Ancho.** No se admitirá ninguna sección de sub-base o base cuyo ancho no iguale la dimensión indicada en los planos o establecida por el Contratante.

(b) **Espesor.** No se admitirá en ninguna parte que el espesor sea menor que el indicado en el proyecto o establecido por el Contratante.

**301.07 Mantenimiento.** Las capas deben mantenerse con el alineamiento correcto, gradiente, sección transversal y acabado, corrigiendo los defectos que ocurran por efecto del agua, huellas, baches, grietas, laminación etc. Los defectos se corregirán de acuerdo con la Subsección 301.06.

#### **5.1.4. Aceptación.**

Para la aceptación de los agregados, deben evaluarse: el índice de plasticidad, la dureza, la durabilidad y la graduación de acuerdo a la Subsección 106.02 al 106.04.

Se deben cumplir las propiedades de calidad de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04 (Ver tabla 301-1 para requerimiento mínimos de calidad).

(a) **Graduación de los agregados.** Las desviaciones de tolerancia permisibles en la granulometría, deben conservarse dentro de los límites permisibles mostrados en las Tablas 703-2 y 703-3. (Ver Tabla 301-1 para requerimientos mínimos de calidad).

(b) **Índice de plasticidad.** Los límites de plasticidad para agregados de capas superficiales se muestran en la Tabla 703-3. (Ver Tabla 301-1 para requisitos mínimos de calidad).

(c) La construcción de capas con agregados no tratados, debe evaluarse de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver la tabla 301-1 para el mínimo de muestras y pruebas requeridas)

(d) La preparación de la superficie donde se colocará la capa de agregados debe evaluarse de acuerdo con las Secciones 204 ó 303.

#### **5.1.5. Medición y pago**

Los costos por Sub-Base Granular deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

**TABLA 301-1**  
**MUESTREO Y PRUEBAS**

Material o Producto	Propiedades o Características	Categoría	Método de Prueba Especificación	Frecuencia	Sitio de Muestreo
Capas de Sub-base y base	Graduación <sup>(1)</sup> 9.5 mm 4.75 mm 75 µm otras mallas especificadas	1 1 1 1	AASHTO T-11 AASHTO T-27	1 muestra cada 1000 Tons	Del camellón o del material colocado y procesado
	Limite liquido	-	AASHTO T 89	1 muestra cada 3000 Tons	Del camellón o del material colocado y procesado
	Humedad – Densidad (óptima)	-	AASHTO T 180 Método D	1 muestra de cada graduación producida	De producción o del apilamiento
	Densidad y contenido de humedad en el sitio de colocación	-	AASHTO T 238 Y AASHTO T 239 U otros métodos aprobados	1 por cada 500 Tons	En el sitio en cada capa colocada y compactada
Capas superficiales	Graduación 9.5 mm 4.75 mm 75 µm otras mallas especificadas	1 1 1 1	AASHTO T-11 AASHTO T-27	1 muestra cada 1000 Tons	Del camellón o del material colocado o procesado
	Índice de plasticidad	11	AASHTO T 90	1 muestra cada 1000 Tons	Del camellón o del material colocado y procesado
	Humedad – Densidad (óptima)	-	AASHTO T 180 Método D	1 muestra de cada graduación producida	De producción o del apilamiento
	Densidad y contenido de humedad en el sitio de colocación	-	AASHTO T 238 Y AASHTO T 239 U otros métodos aprobados	1 por cada 500 Tons	En el sitio en cada capa colocada y compactada

(1) Use solo mallas especificadas en la granulometría

## 5.2. Sección 302. SUB-BASE Y BASE CON AGREGADOS ESTABILIZADOS

### 5.2.1. Descripción

**302.01** Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de agregados mezclados con cemento ó con cal, o con cenizas, o emulsión asfáltica y con agua, para su estabilización.

Los agregados deben cumplir con las graduaciones y especificaciones mostradas en la Tabla 703-2.

Se refiere a Secciones 307-309 del MCH.

### 5.2.2. Materiales

**302.02** Se conformarán a las siguientes subsecciones:

Agregados Tabla	302-1 y 302-2
Material de secado	703.13
Aditivos químicos (retardadores)	711.03
Asfaltos emulsificados	702.03
Cenizas	725.04
Cal hidratante Ca(OH) <sub>2</sub>	725.03
Cemento Portland	701.01
Agua	725.01

### 5.2.3. Requerimientos para la construcción

**302.03 Diseño de la mezcla.** El diseño de la mezcla deberá entregarse al contratante 30 días antes de producirla y se regirá por los siguientes lineamientos:

**(a) Estabilización con cemento.** La resistencia a la compresión uniaxial de los especímenes moldeados, curados y probados de acuerdo a ASTM C 593, partes 10 y 11, con el porcentaje de cemento Portland, establecido y compactado al 100 % de la densidad obtenida según ensayo AASHTO T 134, medida a los 7 días, de acuerdo al tipo de mezcla especificada, debe cumplir con lo siguiente:

Tipo de mezcla	Resistencia min. Permisible Mpa	Resistencia Promedio Mpa	Tiempo de curado
BE 25	2.0	3.0	7 días
BE 35	3.0	4.0	7 días

Se permitirá realizar el diseño de la mezcla, compactando al 100 % de la densidad obtenida según el ensayo AASHTO T 180.

La graduación y requerimientos de plasticidad para la estabilización con cemento, deben diseñarse con los parámetros fijados en la Tabla 302-1 siguiente:

**Tabla 302-1 Graduación de los Agregados**

Tamiz	% Pasando
50.8 mm	100
N° 4	50 – 100
N° 40	20 – 70
N° 200	5 – 35

Los agregados deberán tener un Límite Líquido no mayor de 40 y un Índice Plástico igual o menor de 8, determinado por los ensayos AASHTO T 89 y T 90, respectivamente.

Se podrán aceptar materiales con valores más altos que los indicados, siempre que al mezclarse con el cemento, en el porcentaje por masa establecido, los valores de Límite Líquido y Límite Plástico sean iguales o menores que los requeridos.

**(b) Estabilización con cal o cenizas.** La estabilización con cenizas y cal, debe diseñarse de acuerdo con los parámetros de la Tabla 302-2 siguiente:

**Tabla 302-2 Graduación de los Agregados**

Tamiz	% Pasando
50.8 mm	100
N° 4	50 – 100
N° 4	20 – 70
N° 200	5 – 35

Los agregados deberán tener un Límite Líquido no mayor de 40 y un Índice Plástico igual o menor que 8, determinado por los ensayos AASHTO T 89 y T 90 respectivamente.

Se podrán aceptar materiales con valores más altos que los indicados siempre que al mezclarse con el cemento en el porcentaje por masa establecido, los valores de Límite Líquido y Límite Plástico sean iguales o menores que los requeridos.

La compresión uniaxial a los siete días, de los especímenes moldeados , mezclados de acuerdo con los porcentajes establecidos y compactados al 96 % de la densidad máxima obtenida según ensayo AASHTO T 180 Método A, debe cumplir con los siguientes requisitos:

Ensayo	Tiempo de curado	Resistencia minima
Compresión Uniaxial	7 días	2.0 MPa
CBR ASTM D 1883	7 días	100%

En ambos casos, deben cumplirse los siguientes requisitos para el diseño de la mezcla, según corresponda:

- (a) Origen de los materiales
- (b) Resultados de las pruebas aplicables
- (c) Valores de graduación, de acuerdo a los límites aplicables por malla
- (d) 90 kg de muestra de agregado
- (e) 25 kg de muestra de cenizas
- (f) 10 kg de muestra de cal hidratada (CaOH<sub>2</sub>)

- (g) 10 kg de muestra de cemento
- (h) 2 kg de muestra de aditivo retardador

Antes de iniciar la producción, el diseño debe ser aceptado por el Contratante, con la responsabilidad del contratista. Si se cambia el origen del material, debe presentarse un nuevo diseño de mezcla.

**302.04 General.** Los aditivos químicos y mezclas deben conservarse en recipientes impermeables bien cerrados.

La superficie donde se colocará la capa de agregados estabilizados, se preparará de acuerdo con las Secciones 204 o 303, según corresponda. El moldeo, curación y ensayo de las mezclas, se ceñirán a la norma ASTM C 593, partes 10 y 11.

**302.05 Mezcla.** No debe prepararse la mezcla cuando se esperan temperaturas por debajo de 4° C. No debe colocarse la mezcla sobre una superficie saturada con agua o cuando esté lloviendo.

Mezcle los componentes usando equipo adecuado para obtener una mezcla uniforme, de acuerdo con los términos del contrato y aprobación requerida. Durante la mezcla, se agregará suficiente agua para obtener la humedad óptima más 2 por ciento.

La planta de mezcla estará equipada con un alimentador y sistemas de medición que permitan introducir el cemento, los agregados y el agua en la mezcladora en las cantidades especificadas en el diseño, con las siguientes tolerancias:

Agregados	± 2% por masa
Cenizas	± 1.5% por masa
Cal ó cemento	± 0.5% por masa
Aditivo retardador	± 2% por masa
Agua	± 2% por masa

Puede usarse un retardador para que la fragua inicial se atrase hasta un máximo de 2 horas, siguiendo las especificaciones de uso del fabricante.

Cuando la mezcla se produzca en una planta central, se debe cuidar que la humedad se mantenga durante el transporte y prevenir la segregación y pérdida de material fino.

**302.06 Colocación, Compactación y Acabado.** La colocación, compactación y acabado de las capas de agregados estabilizados deben estar de acuerdo con las Subsecciones 301.04, 301.05 y 301.06. Manténgase el contenido de humedad requerido, (±2% del óptimo determinado con la prueba AASHTO T 134 ó AASHTO T 180, según corresponda) durante la colocación compactación y acabado. Cualquier mezcla colocada, no deberá permanecer sin compactación por más de 30 minutos. En el caso de que esto no ocurriera, el material será retirado y se procederá a ejecutar una junta de construcción en el punto en que se produjo la expiración del tiempo límite para la compactación.

La compactación y acabado deberán completarse dentro de una hora, a partir del momento en que se añade el agua a la mezcla. Si el tiempo de colocación de dos paños adyacentes excede de 30 minutos, se hará una junta de construcción. El acabado superficial no debe tener diferencias que excedan de 8 a 12 mm controlados, en forma longitudinal o transversal y medida con un escantillón de 3 metros de largo entre dos puntos de contacto.

**302.07 Juntas de construcción.** Por razones de la fragua, deben dejarse juntas. Se puede dejar una junta longitudinal, cuando por condiciones del tránsito, no puede construirse el ancho completo de la base estabilizada. Se dejarán juntas transversales en la unión del final y principio de las operaciones de cada día de trabajo. Estas juntas deben tratarse cortando verticalmente y tallando la orilla, o bien usando encofrados de madera o metálicos.

Antes de iniciar las operaciones de cada capa adyacente, deben humedecerse las superficies de las juntas, para mejorar la adherencia entre las capas.

**302.08 Protección y curación.** La capa tratada con cemento deberá curarse con asfalto rebajado o emulsión asfáltica, o cualquier método de curado aprobado por el Contratante, el asfalto se aplicará inmediatamente después de terminar el rodillaje

de compactación final y la superficie deberá mantenerse húmeda por lo menos durante siete días, hasta que se aplique el material de curación. El riego de curado podrá aplicarse a razón de 1.1 litros por metro cuadrado de superficie; su cantidad exacta será determinada por el Contratista y aprobado por el Contratante. Este riego será aplicado en una cantidad suficiente que permita la obtención de una película continua. Si la superficie es abierta al tráfico público, se

deberá aplicar material de secado. El tiempo que esta película debe permanecer sin usarse estará determinada por los ensayos de laboratorio de los materiales y de la mezcla, pero este tiempo podrá reducirse en el caso de que se coloque la capa subsiguiente proteja a la capa tratada. La colocación de la capa siguiente, se deberá hacer antes de 21 días después de sellada la superficie anterior.

#### 5.2.4. Aceptación.

Los materiales estabilizados: serán evaluados de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03 y la emulsión asfáltica se evaluará de acuerdo a las Subsecciones 106.03 y 702.09.

La graduación de los agregados se evaluará de acuerdo con las Subsecciones 106.02 al 106.04.. Los límites de variación aceptables, se muestran en la Tabla 703-2. Otras propiedades de calidad se evaluarán de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver la Tabla 302-3 para el muestreo y características de calidad y cantidad de pruebas a realizar).

**TABLA 302-3  
MUESTRA Y PRUEBAS**

Material ó producto	Propiedades: o características	Categoría	Especificación o método de prueba	Frecuencia	Sitio de muestro
Agregados	Graduación (1) 9.5 mm 4.75 mm 75 µm otras mallas especificadas	I I I II	AASHTO T 11 y AASHTO T 27	1 Muestra por 1000 toneladas	Del camellón o del material colocado y procesado
	Límite líquido	-	AASHTO T 89	1 Muestra por 3000 toneladas	Del camellón o del material colocado y procesado
Mezcla	Humedad – Densidad (Densidad óptima)	-	AASHTO T 180 Método D	1 Muestra de cada graduación producida	Material procesado antes de incorporarlo al trabajo
	Densidad y contenido de humedad en el sitio de colocación		AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otros métodos aprobados	1 de cada 500 Tons	En el sitio en cada capa colocada y compactada

(1) Use solo las mallas especificadas en la granulometría

La preparación de la superficie en que se colocarán capas de agregados estabilizados, será evaluada de acuerdo a la Sección 204 ó 303, según corresponda. La película de emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con la Sección 409. El material de secado debe evaluarse de acuerdo con la Sección 409 y la medida del material de secado, de acuerdo con la Sección 411.

#### 5.2.5. Medición y Pago

Los costos por Sub-Base Granular deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación (de acuerdo al diseño de la estructura de pavimento) que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### 5.3. Sección 303. REACONDICIONAMIENTO DE LA CALZADA

#### 5.3.1. Descripción

**303.01** Este trabajo consiste en el reacondicionamiento de la superficie de ruedo de una carretera ya existente previo a su rehabilitación, limpieza, conformación y reconstrucción de cunetas, incluyendo las entradas y salidas de alcantarillas, y conformación de hombros, de acuerdo a lo incluido en los planos u ordenado por el Contratante.

Se refiere a Sección 203 del MCH.

#### 5.3.2. Materiales

**303.02** Los materiales deben cumplir con lo especificado en las siguientes subsecciones:

Sello de grietas	414
Piedra triturada	308
Reparación menor con mezcla asfáltica en frío	417
Reparación menor con piedra triturada	308
Reparación menor con concreto asfáltico	402
Agua	725.01

### 5.3.3. Requerimientos para la construcción

**303.3 General.** Se removerá todo el material desprendido, vegetación y otros escombros de la carretera existente o de la superficie, incluyendo áreas de parqueo, retornos, sobreanchos, hombros, cunetas, alcantarillas y entradas y salidas de alcantarillas. Incluye limpieza y reconfiguración de cunetas y alcantarillas con sus entradas y salidas, cuando sea requerido. La remoción y eliminación del material se harán según la Subsección 203.05.

**303.4 Acondicionamiento de la Explanación.** Se escarificará y conformará la rasante, incluyendo los hombros, hasta la profundidad y ancho que se requiera. El material sobrante será cortado y colocado en las áreas más bajas, y se harán los rellenos necesarios, de acuerdo a la Subsección 204.10. Se eliminará todo material orgánico y sustancias deletéreas, y todo el material de sobretamaño, mayor de 150 mm, que se encuentre a una profundidad menor de 150 mm de la rasante.

Se repararán las zonas inestables de acuerdo a la Subsección 204.07, y se eliminará el exceso de material de acuerdo a la Subsección 204.14.

**303.05 Escarificación, Tendido y Conformación.** La superficie debe repararse y conservarse de acuerdo a la Subsección 301.07

**303.06 Superficies Asfaltadas.** Se reacondicionará la superficie asfaltada, resanando, sellando grietas y prenivelando, como sigue:

(a) **Bacheo.** Remover y eliminar todo el material que muestre evidencia de deterioro, exceso de asfalto, fallas de subrasante etc. Tapar las áreas con material aprobado, compatible con la estructura del pavimento existente. Proceder de acuerdo a las Secciones 308, 402, 417, u otras secciones aplicables a la reparación de las capas.

(b) **Sello de grietas.** Se limpiarán y sellarán las grietas existentes en la superficie asfaltada, de acuerdo a las subsección 414.05.

(c) **Prenivelación.** Se corregirán todas las irregularidades que excedan una profundidad de 150 mm rellenando con agregados graduados que cumplan con las especificaciones. Colocación y compactación de acuerdo a las Subsecciones 301.04 y 301.05.

Se prenivelarán todas las fallas y depresiones, conformando la rasante y las irregularidades de acuerdo a la Sección 402.

Colocación y compactación del concreto asfáltico en capas paralelas a la rasante, que no excedan de 50 milímetros de espesor compactado.

#### 303.07 Acabado de la Superficie.

(a) **Acondicionamiento de la explanación.** La raspadura, conformación, compactación y acabado de la superficie, incluye las áreas de estacionamiento, retornos y otros sobreanchos. Se deben corregir las irregularidades, escarificando las áreas defectuosas y reconstruyéndolas. Se debe compactar de acuerdo a la Subsección 204.11. El acabado de la superficie quedará con: alineación, gradiente, elevación y sección transversal, de acuerdo a lo requerido en los planos y a satisfacción del Contratante.

(b) **Escarificación, Tendido y Conformación.** Se debe proceder de acuerdo a la Subsección 303.07(a), con el acabado de la superficie conforme a la Subsección 301.06. La compactación de la superficie debe regirse por la Subsección 301.05.

(c) **Superficies Asfaltadas.** La superficie existente se limpiará de todo material suelto, escombros, polvo y sustancias deletéreas, por los métodos aprobados por el Contratante.

**303.08 Escarificación.** Cuando el contrato lo requiera, escarifique a la profundidad y ancho solicitados. El material escarificado deberá pulverizarse de manera que no más de un 5 %, incluyendo la grava y la piedra, quede retenido en un tamiz de 40 milímetros. El material pulverizado deberá humedecerse y compactarse hasta alcanzar el grado requerido en la Sección 301.

### 5.3.4. Aceptación.

El acabado de la superficie que ha sido reacondicionada, se evaluará como sigue:

- (a) Reacondicionamiento de la calzada, de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.
- (b) El acabado de la superficie, de acuerdo a la Sección 204.
- (c) Los agregados colocados según las Secciones 301 ó 308.
- (d) Las superficies asfaltadas, de acuerdo a la Sección 402 ó 417.
- (e) El sello de grietas, según la Sección 414.

### 5.3.5. Medición y Pago

Los costos por Reacondicionamiento de Calzada deberán de ser considerados en el renglón de Mantenimiento de Calzada Existente que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## 5.4. Sección 305. MEZCLA DE AGREGADO Y SUELO VEGETAL PARA RECUBRIMIENTO

### 5.4.1. Descripción

**305.01** Este trabajo consiste en enrasar y colocar un agregado mezclado con suelo vegetal y semillas, sobre las superficies, tales como taludes, islas y otras definidas por el contratante.

Se refiere a Sección 624 del MCH.

### 5.4.2. Material

**305.02** Debe cumplir con las siguientes Subsecciones:

Agregados	703.14
Semillas	713.04
Suelo vegetal	713.01
Agua	725.01

### 5.4.3. Requerimientos para la construcción

**305.03 Preparación de la superficie.** Se terminarán los sitios adyacentes al pavimento colocando una mezcla de agregado – suelo vegetal sobre los hombros. El área donde se colocará la mezcla se escarificará hasta una profundidad de 75 milímetros. Los terrones y hierbas se reducirán a un tamaño máximo de 100 milímetros.

**305.04 Dosificación, Colocación y Compactación.** Se preparará una mezcla con  $50 \pm 10\%$  de agregados y  $50 \pm 10\%$  de suelo vegetal por volumen, con suficiente agua para su compactación.

Los componentes se revolverán para formar una mezcla homogénea que será distribuida sobre la superficie preparada, en una capa uniforme. Se conforme la mezcla al alineamiento y pendiente de la sección transversal y se removerán los terrones y piedras mayores de 50 milímetros de diámetro. Antes de compactar, se esparcirá la semilla seca sobre la mezcla, a razón de 85 kilogramos por m<sup>2</sup>, según la Sección 625.

La densidad máxima de la mezcla será calculada de acuerdo a AASHTO T 99, método C. Se compactará la mezcla a no menos de 90 % de la densidad máxima y se determinará la densidad en sitio conforme a AASHTO T 238 u otro método de prueba aceptado. Después de la compactación, se esparcirá de nuevo semilla seca a razón de 85 kilogramos por m<sup>2</sup>.

### 5.4.4. Aceptación.

Los componentes de la mezcla agregado - suelo vegetal deben evaluarse conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver Tabla 305-1 para requerimientos mínimos de muestreo y pruebas. Las semillas y el suelo vegetal se evaluarán conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

La construcción de la capa de agregado – suelo vegetal se evaluará según las Subsecciones 106.02 y 106.04, usando la Tabla 305-1 para los requerimientos mínimos de muestreo y pruebas.



**Tabla 305-1  
Muestreo y Pruebas**

Material ó Producto	Propiedades o Características	Métodos de Prueba o Especificaciones	Frecuencia	Sitio de Muestreo
Agregados para mezcla	Graduación	AASHTO T 27 y AASHTO T 11	1 de cada 1500 tons	Fuente de Apilamiento
Agregados-Suelo vegetal	Humedad – Densidad	AASHTO T 99 Método C	1 de cada mezcla o cambio de material	Material procesado antes de incorporado al trabajo
	Contenido de humedad y densidad en sitio	AASHTO T 238 y T 239 u otros aprobados	1 de cada 2500 m <sup>2</sup>	Material compactado

#### 5.4.5. Medición y Pago

Los costos por Mezcla de Agregado y Suelo Vegetal deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación (si se considera necesario de acuerdo al diseño de la estructura de pavimento) que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

#### 5.5. Sección 307. APILAMIENTO DE AGREGADOS

##### 5.5.1. Descripción

**307.01** 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, distribuyéndolo en capas para evitar la segregación y la protección adecuada para evitar su contaminación.

Se refiere a lo que dice la Sección 601 inciso ( C ) del tomo 5 del MCH.

##### 5.5.2. Materiales

**307.02** 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.

##### 5.5.3. Requerimientos para la construcción

**307.03 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 sobrecarreo, ni compensación alguna si el material se pierde o se daña por cualquier causa. El sitio se preparará en conformidad con Subsecciones 106.02 y 106.04:

- (a) Limpiar y desenraizar 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.

**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 de debe hacer por medio de vagonetas, volquetes, u otro sistema de transporte por volteo, equipado con llantas de hule. No se permite 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.

#### **5.5.4. 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 de acuerdo a las Subsecciones 106.02, 106.04.

#### **5.5.5. Medición y Pago**

Los costos por apilamiento de agregados deberán de ser considerados en los renglones de Pavimentación, Pavimentación de Aceras y demás en las que apliquen y que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta., en las actividades por precios unitarios que sea necesario el apilamiento deberá de considerarse la actividad dentro de los costos indirectos del precio unitario.

### **5.6. Sección 308. AGREGADOS TRITURADOS**

#### **5.6.1. Descripción**

308.01 Este trabajo consiste en la fabricación y colocación de agregados triturados para camas, rellenos y capas de agregados granulares en carreteras. El método de compactación de los agregados se muestra en la Subsección 308.05 (a).

Se refiere a Sección 703 del MCH

#### **5.6.2. Materiales**

308.02 Deben cumplir con las siguientes subsecciones:

Agregados triturados (piedra quebrada)	703.06
Agua	725.01

#### **5.6.3. Requerimientos para la construcción**

##### **308.03 Preparación de la Superficie.**

(a) Preparación. La superficie donde se colocará la capa de agregados triturados se preparará de acuerdo a la Subsección 303.07.

(b) Explanación. Esa superficie se raspará, compactará y acabará con el alineamiento requerido, pendiente, elevación y secciones transversales, de acuerdo con la Sección 209.

##### **308.04 Mezcla y Colocación**

(a) Preparación. Los agregados se mezclarán y la humedad se ajustará hasta obtener una mezcla homogénea y lista para una correcta compactación. La mezcla se colocará en la explanada preparada, en capas uniformes de no más de 150 milímetros de espesor compactado. Cuando sea necesario colocar más de una capa, se compactará cada capa de acuerdo a la Subsección 308.05(a), antes de colocar la siguiente capa.

(b) Colocación y Tendido. El relleno se colocará y la superficie de la mezcla se conformará en capas que no excedan 150 milímetros de espesor compactado.

##### **308.05 Conformación y Compactación.**

(a) **Compactación de los agregados.** Los agregados se compactarán según el método especificado. Cuando no se especifique ningún método, se podrá usar alguno de los descritos a continuación. Para el acabado de la superficie se procederá conforme a la Subsección 301.06.

**(1) Método 1.** Compacte cada capa de acuerdo a los requisitos de la Subsección 204.11(a).

Compacte de los lados hacia el centro, paralelamente a la línea centro de la calzada. A lo largo de un cordón, cabezales, muros y lugares de difícil acceso del compactador, compacte con equipo de impacto, u otro equipo aprobado por el Ingeniero.

Si la compactación muestra densidades inferiores a las requeridas, use lo recomendado en el método 2.

**(2) Método 2.** Cada capa se compactará de acuerdo a lo recomendado en la Subsección 301.05.

**(b) Relleno de la Calzada.** Cada capa se compactará conforme a la Subsección 209.11.

**308.06 Control de Calidad, Tolerancias y Aceptación.** Los agregados triturados deben evaluarse conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.03. La certificación de producción debe incluir la graduación y las propiedades de calidad requeridas para cada capa.

La construcción de las capas de la calzada debe evaluarse conforme a la Subsecciones 106.02 y 106.04. El Método 2 de compactación debe evaluarse conforme a la Subsección 106.04.

Los requerimientos de muestreo para pruebas de aceptación se encuentran en la Tabla 308-1.

La colocación de la capa de agregados se debe evaluar conforme a la Subsección 106.02 y 209.

La preparación de explanación de la calzada donde colocarán los agregados triturados debe evaluarse conforme a las Secciones 303 y 209, según corresponda.

**Tabla 308-1**  
**Muestras y Pruebas**

<b>Material o Producto</b>	<b>Propiedades o Características</b>	<b>Método de Prueba o Especificaciones</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Sitio de Muestreo</b>
Agregado Triturado(1)	Humedad – Densidad	AASHTO T 180 Método D	1 por cada agregado suplido	Producción o Apilamiento
	Densidad y humedad en sitio	AASHTO T 238 y AASHTO T 239 u otro método aprobado	1 por cada 500 tons. (300 m <sup>3</sup> )	En sitio de cada capa compactada y completada

(1) Muestreo y Pruebas requeridas del agregado de la calzada método 2

#### **5.6.4. Medición y Pago**

Los costos por agregados triturados deberán de ser considerados en los renglones de Pavimentación, Pavimentación de Aceras y demás en las que apliquen y que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta., en las actividades por precios unitarios que sean necesarios los agregados triturados deberá de considerarse la actividad dentro de los costos por materiales del precio unitario.

### **6. DIVISIÓN 400. CAPAS ASFÁLTICAS**

#### **6.1. SECCIÓN 401. MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE CON LIGANTE ASFÁLTICO NO MODIFICADO**

##### **6.1.1. Descripción**

**401.01** Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas de concreto Asfáltico para un pavimento. Se debe usar concreto asfáltico compuesto de piedra o grava triturada, y ligante asfáltico, mezclados en una planta aprobada para la producción de mezcla procesada en caliente.

La mezcla asfáltica procesada en planta central en caliente podrá ser diseñada de acuerdo con la metodología Marshall, según la designación de la Tabla 4011; o de acuerdo con la metodología SUPERPAVE, según la designación de las Tablas 401-3, 401-4 y 401-5. En ambos casos se deberá seguir la normativa de la Tabla 401-2. El Contratante, vía Especificaciones Especiales de proyecto, definirá la metodología de diseño correspondiente para cada caso particular.

La granulometría del agregado se establece en la Tabla 703-4. El contratante, por medio de las Especificaciones Especiales del proyecto, definirá el tamaño máximo correspondiente para cada caso particular.

La clasificación por rugosidad superficial se define en la Sección 401.16.

La clasificación por ejes equivalentes simples de diseño (ESAL) para mezcla asfáltica SUPERPAVE aparece en las Tablas 703-10 a 703-13. La definición de granulometrías por tamaño nominal se presenta en las Tablas 703-14 a 703-16.

Las características del ligante asfáltico no modificado se describen en la Subsección 701.01.

Las características y clasificación de los aditivos anti-desnudantes aparecen en la Subsección 702.08.

Ver lo que dice el tomo 5 del MCH para Fabricación de Concreto Asfáltico en Caliente así como la Sección 400 para Pavimentos Flexibles.

### **6.1.2. Materiales**

401.02 De acuerdo con las siguientes Sub-Secciones:

- Agregado (mezclas Marshall)	703.07
- Agregado (mezclas SUPERPAVE)	703.17
- Aditivo mejorador de adherencia	702.08
- Cemento asfáltico no modificado	702.01
- Relleno mineral	725.05

### **6.1.3. Requerimientos para la construcción**

**401.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño). La dosificación de diseño debe ajustarse a las** siguientes propiedades:

- **Mezcla asfáltica diseñada por la metodología Marshall.** En los proyectos en que su uso sea requerido en los proyectos que su uso sea requerido, se debe usar agregados, ligante asfáltico no modificado y aditivos dosificados, en proporciones tales que se cumplan los requisitos de granulometría de la Tabla 703-4, así como los parámetros de diseño (a), (b), (c) y (d) de la Tabla 401-1. El Contratante definirá los casos en que se usará esta mezcla.

**Tabla 401-1 Requerimientos para mezclas de concreto asfáltico diseñadas por el método Marshall**

Parámetros de diseño	Mezcla Marshall
<b>(a) Marshall (AASHTO T 245)</b>	
(1) Estabilidad (kN)	8.00 – 20.00 (i)
(2) Flujo (1/100 cm)	20-40
(3) Vacíos en la mezcla (%) (iii)	3.0 – 5.0
(4) Vacíos en el agregado mineral (%), mín.	Ver Tabla 401-2
(5) Compactación, número de golpes en cada extremo de los especímenes de prueba	75
<b>(b) Inmersión-Compresión (AASHTO T 165 / AASHTO T 167)</b>	
(1) Resistencia a la compresión (MPa), mín.	2.1 (ii)
(2) Resistencia retenida (%), mín.	75 (ii)
(3) Vacíos en los especímenes de prueba (%)	6.0 – 8.0
<b>(c) Tensión indirecta (AASHTO T 283)</b>	
(1) Resistencia retenida (%), mín.	75 (ii)
(2) Saturación en los especímenes de prueba (%)	55 – 80
(3) Ciclo de congelamiento / descongelamiento.	Uso a ser definido por el Contratante
(4) Vacíos en los especímenes de prueba (%)	6.0 – 8.0
<b>(d) Razón de polvo / asfalto efectivo (iv)</b>	0.6-1.3

### Requisitos

- (1) El requisito máximo de estabilidad podrá ser obviado si: a) el ligante asfáltico tiene un temperatura intermedia inferior o igual a 16°C; b) la mezcla asfáltica dosificada según diseño, cumple con los requisitos mínimos de resistencia a la fatiga definidos por el Contratante.
- (2) Los requisitos se deben cumplir para todo el rango de contenido de vacíos en los especímenes de prueba.
- (3) El porcentaje de vacíos se basa en los procedimientos de ensayo AASHTO T 166, AAASHTO T 209 y AASHTO T 269. La determinación de la densidad máxima teórica se basa en AASHTO T 209.
- (4) La razón de polvo / asfalto efectivo se define como la razón entre el porcentaje de material, incluyendo aditivos no líquidos y relleno mineral pasando el tamiz No. 200, y el porcentaje de asfalto efectivo (por peso total de mezcla).
- (5) El porcentaje de asfalto efectivo se define como el porcentaje de asfalto total (por peso total de mezcla) menos el porcentaje de asfalto absorbido por el agregado (por peso total de mezcla).

**Tabla 401-2  
Vacíos en el agregado mineral (VMA)  
Según métodos de diseño de mezcla Marshall y SUPERPAVE**

Tamaño nominal (1)	Porcentaje mínimo de vacíos (2)	
	Marshall	Superpave
2.36 mm	21.0	-
4.75 mm	18.0	-
9.5 mm	16.0	15.0
12.5 mm	15.0	14.0
19 mm	14.0	13.0
25 mm	13.0	12.0
37.5 mm	12.0	11.0
50 mm	11.5	10.5

(1) Tamiz de menor tamaño que no retiene más del 10 % del agregado de diseño (por peso).

(2) La determinación del VMA corresponde a la mezcla dosificada de acuerdo con el diseño de mezcla, incluyendo la adición correspondiente del relleno mineral o agente mejorador de adherencia no líquido, en caso de que alguno de estos, o ambos, se incluyan en la dosificación de diseño.

- **Mezcla asfáltica diseñada por la metodología de SUPERPAVE, nivel 1.** Se debe usar agregado, ligante asfáltico no modificado y aditivos dosificados, en proporciones tales que cumplan los requisitos de granulometría y aceptación de la Subsección 703.17 y los parámetros de diseño de las Tablas 401-2, 401-3 y 401-4. La compactación de especímenes por medio del compactador giratorio SUPERPAVE estará de acuerdo con el esfuerzo de compactación definido en la Tabla 401-5, para las correspondientes condiciones de tránsito y temperatura.

**Tabla 401-3**

**Requerimientos para mezclas de concreto asfáltico diseñadas por el método de SUPERPAVE nivel 1**

Parámetro de diseño	Requerimiento
Vacios en la mezcla de diseño (%) para la cantidad de giros de diseño, $N_{des}$	4.0
Densidad porcentual (%) respecto a densidad máxima teórica con la cantidad inicial de giros, $N_{ini}$	89 máx.
Densidad porcentual (%) respecto a densidad máxima teórica con la cantidad final de giros, $N_{fin}$	98 máx.
Tensión indirecta (AASHTO T 283)	
(1) Resistencia retenida (%), mín.	80 (2)
(2) Saturación en los especímenes de prueba (%)	55 – 80
(3) Ciclo de congelamiento / descongelamiento.	Uso a ser definido por el Contratante
(4) Vacíos en los especímenes de prueba (%)	6.0 – 8.0
Razón de polvo / asfalto efectivo (1)	0.60-1.30

(1) La razón de polvo / asfalto efectivo se define como la razón entre el porcentaje de material, incluyendo aditivos no líquidos y relleno mineral que pasan el tamiz No. 200, y el porcentaje de asfalto efectivo (por peso total de mezcla). El porcentaje de asfalto efectivo se define como el porcentaje de asfalto total (por peso total de mezcla) menos el porcentaje de asfalto absorbido por el agregado (por peso total de mezcla).

(2) Los requisitos se deben cumplir para todo el rango de contenido de vacíos en los especímenes de prueba.

**Tabla 401-4**

**Vacios llenos con asfalto para mezclas asfálticas diseñadas por el método SUPERPAVE nivel 1 (VFA)**

Tránsito (millones de ESAL) (1)	VFA para la mezcla de diseño (%)
Inferior a 0.3	70-80
Superior a 0.3, pero inferior a 3.0	65-78
Superior a 3.0	65-75

Definición:

- (1) ESAL: ejes simples equivalentes que corresponden a 8.2 toneladas métricas, correspondientes al período de diseño del pavimento.

**Tabla 401-5**  
**Esfuerzo de compactación para mezclas asfálticas diseñadas con el**  
**método de SUPERPAVE nivel 1**

Tránsito (millones de ESAL)	Temperatura ambiental máxima de diseño											
	> 39 °C			39 – 40 °C			41 – 42 °C			43 – 44 °C		
	N <sub>init</sub>	N <sub>des</sub>	N <sub>max</sub>	N <sub>init</sub>	N <sub>des</sub>	N <sub>max</sub>	N <sub>init</sub>	N <sub>des</sub>	N <sub>max</sub>	N <sub>init</sub>	N <sub>des</sub>	N <sub>max</sub>
≤0.3	7	68	104	7	74	114	7	78	121	7	82	127
>0.3-1	7	76	117	7	83	129	7	88	138	8	93	146
>1-3	7	86	134	8	95	150	8	100	158	8	105	167
>3-10	8	96	152	8	106	169	8	113	181	9	119	192
>10-30	8	109	174	9	121	195	9	128	208	9	135	220
>30-100	9	126	204	9	139	228	9	146	240	10	153	253
>100	9	142	233	10	158	262	10	165	275	10	172	288

Simbología:

- N inc.: cantidad de giros relacionada con la condición de pre-compactación.
- N des: cantidad de giros relacionada con la densificación de diseño.
- N max: cantidad de giros relacionada con la condición de post-compactación.

- **Entrega de la dosificación de diseño al Contratante.**

La dosificación de diseño, tanto cuando se aplique la metodología Marshall como la metodología SUPERPAVE, debe ser presentada por escrito, con una anticipación de al menos 21 días previos al inicio de la producción de la planta asfáltica. En el informe de diseño de mezcla correspondiente deberá incluirse la siguiente información:

**(a) Agregado y relleno mineral.**

(1) Porcentaje de agregado que pasa por cada tamiz especificado, para la mezcla asfáltica preparada de acuerdo con la dosificación de diseño. Los porcentajes de agregado que pasan cada tamiz deberán estar dentro de los rangos de especificación correspondientes. En caso de que se aplique una mezcla diseñada por la metodología SUPERPAVE, los porcentajes de agregado que pasan cada tamiz deberán estar fuera de la zona de precaución definida por las Tablas 703-14, 703-15 o 703-16, para el tamaño nominal apropiado.

(2) Fuente y porcentaje de cada agregado de apilamiento que se usará.

(3) Granulometría promedio para cada apilamiento de agregado por usar y desviación estándar por tamiz, que derive de la realización de tres ensayos de granulometría, correspondientes a tres muestras, tomadas en posiciones aleatorias del apilamiento.

(4) Si el contratante lo solicita, deberán presentarse muestras representativas de cada agregado de apilamiento, en las siguientes cantidades.

(a) 100 kg de cada apilamiento de agregado grueso.

(b) 70 kg de cada apilamiento de agregado intermedio y fino.

(c) 10 kg de relleno mineral de aportación adicional, tal como cal, cemento, o relleno mineral productor de la trituración de agregado o roca.

(d) 10 kg de relleno mineral del colector de polvo de la planta asfáltica, si corresponde. (Ver Subsección 401.04)

Las muestras de agregado, cuando sean combinadas de acuerdo con los porcentajes de combinación de apilamientos propuestas por el Contratista, deberán estar dentro de los rangos correspondientes a la granulometría de diseño +/- las desviaciones tolerables para cada tamiz. En caso contrario, las muestras serán consideradas no representativas.

**(b) Cemento asfáltico.**

- (1) Cinco muestras de 4 litros del mismo lote de cemento asfáltico por usar en la producción de mezcla asfáltica.
- (2) Lista de resultados de los ensayos de aceptación del ligante asfáltico, con fecha de por lo menos 2 semanas posteriores a la fecha del informe de diseño de mezcla, incluyendo la curva de viscosidad vrs. temperatura (con mediciones a 60°C, 125°C, 135°C y 145°C).
- (3) Hojas de seguridad para el ligante asfáltico.

**(c) Aditivos mejoradores de adherencia.** Cuando un aditivo mejorador de adherencia sea necesario, se debe suministrar lo siguiente para cumplir con los requisitos de aceptación de la mezcla asfáltica:

- (1) Muestra de: 0.5 l de aditivo, si éste se aplicará en estado líquido; o 5 kg, si se aplicará en estado sólido.
- (2) Nombre del producto.
- (3) Fabricante.
- (4) Hojas de seguridad para el material.
- (5) Criterio técnico de soporte para su aplicación.

**(d) Planta asfáltica donde se aplica el diseño.** Debe informarse sobre la planta en que se aplicará el diseño de mezcla, así como su ubicación geográfica, teléfono, fax y/o correo electrónico.

El Contratante podrá, según su criterio y conveniencia, evaluar la aplicabilidad de los materiales y de la dosificación de diseño propuestas. Para tal efecto, usando los materiales aportados por el contratista, se verificarán las propiedades de la mezcla asfáltica, la granulometría de diseño y tres porciones de asfalto (óptimo de diseño, óptimo de diseño menos 0.5 % por peso total de mezcla, y óptimo de diseño más 0.5 % por peso total de mezcla).

A partir de la evaluación de aplicabilidad de los materiales y de la dosificación de diseño propuestas y/o la evaluación de la calidad y cantidad de información suministrada por el contratista en su informe previo, el Contratante podrá establecer un criterio de aceptación o rechazo, de la dosificación de diseño planteada en el informe correspondiente.

Si la dosificación de diseño es rechazada, se deberá efectuar una nueva dosificación de diseño, y entregar un nuevo informe en que se cumplan los requisitos previamente definidos.

Cualquier cambio de dosificación requiere aceptación previa a la producción de mezcla. El período requerido para la definición de un criterio e aceptación o rechazo de los cambios será de 14 días naturales. Los cambios aprobados en la dosificación de diseño no pueden ser aplicados de manera retroactiva para su pago.

**401.04 Plantas procesadoras de mezcla asfáltica en caliente.** Deberán cumplir con los requisitos de AASHTO M 156, además de lo siguiente:

**(a) Todos los tipos de plantas.**

- (1) **Controles automatizados.** Control del proporcionamiento, mezcla y descarga de mezcla deben controlarse por medios automatizados (control remoto).
- (2) **Retorno de finos.** Además de las especificaciones de AASHTO M 156 referentes a control de emisiones, se deben cumplir las siguientes condiciones:

- Equipar la planta con un colector de polvo. Se usará el material recolectado o se retornará de manera uniforme.

Cuando se use material fino retornado, en plantas de dosificación ( de bache) o continuas, se deberá depositar el material de retorno en el fondo de la torre elevadora, cuantificando su dosificación por volumen o masa dentro de la cámara de mezclado. El retorno directo a la torre elevadora será permitido sólo cuando el flujo pueda controlarse a una tasa uniforme. En plantas con tambor secador y mezclador ó plantas continuas, el retorno del material al tambor se hará en el mismo punto donde se alimenta el flujo de asfalto (punto de descarga).

- (3) **Almacenamiento de agregados.** Deberá estar de acuerdo con la Sección 307.

**(b) Plantas con tambor secador y mezclador.**



**(1) Tolvas.** Deberá proveerse una tolva fría para cada agregado de apilamiento que se incorpore en la mezcla (no se permite la premezcla en patio), de acuerdo con la dosificación de diseño. Las tolvas deberán ser de suficiente tamaño para mantener la planta en operación continua, y diseñadas de manera apropiada para evitar el derrame de material de una tolva a otra.

**(2) Maniobras de apilamiento.** Los agregados deben estar separados en al menos 3 apilamientos, con diferentes granulometrías. Como mínimo, un apilamiento debe contener agregado grueso, agregado intermedio y el otro agregado fino. El apilamiento de agregados debe realizarse en conformidad a la Sección 307.

**(c) Plantas de bache.**

**(a) Tolvas calientes.** Se proveerá una tolva en caliente con al menos tres compartimientos separados, para almacenamiento de las fracciones cribadas que se combinarán en el proceso de mezcla. Las separaciones entre compartimientos deben ser resistentes y de suficiente altura para prevenir el derrame de agregados de un compartimento a otro.

**(b) Celdas de carga.** En plantas de dosificación o bache se permite el uso de celdas de carga calibradas, o balanzas de dosificación.

**401.05 Pavimentadoras.** Se usarán pavimentadoras que cumplan los siguientes requisitos:

**(a)** Auto propulsadas, provistas de una plancha vibratoria ajustable, con un distribuidor de tornillo sin fin a todo lo ancho.

**(b)** Con capacidad de calentar las planchas vibratorias si fuese necesario.

**(c)** Capaces de distribuir y colocar capas de mezcla asfáltica en anchos de por lo menos 30 cm más que el ancho de carril.

**(d)** Equipadas con un compartimento receptor con suficiente capacidad para asegurar una operación de colocación uniforme.

**(e)** Equipadas con control de alimentación ajustado para mantener una profundidad uniforme de colocación del material al frente de la pantalla.

**(f)** Capaces de desarrollar una velocidad de avance consistente con un proceso satisfactorio de colocación de mezcla asfáltica.

**(g)** Capaces de producir una superficie terminada con la rugosidad y textura requeridas, sin segregación, sin desprendimientos superficiales, corrugación de la superficie, u otros defectos de acabado superficial.

**(h)** Equipadas con control automatizado de las planchas, con sensores capaces de detectar cambios de pendiente transversal a partir de una línea de referencia externa, detectar la pendiente transversal de la plancha y proveer las señales automáticas para la operación de la plancha de manera que las pendientes longitudinal y transversal sean mantenidas.

**401.06. Preparación de la superficie.** La superficie se preparará de acuerdo con la Subsección 303.07 y las Secciones 412, 413, 502 o 503 (la que corresponda). Se colocará una capa de riego de liga o imprimación, para la adherencia de la capa por colocar con las capas de apoyo inferior, cunetas, cajas de registro y otras estructuras, de acuerdo con la Sección 412. El riego de liga se aplicará para adherencia con capas asfálticas inferiores y la capa de imprimación se aplicará para adherencia con capas inferiores no asfálticas. La naturaleza y contenido del ligante asfáltico por usar en la capa de imprimación o riego de liga será definida a criterio del Contratante de acuerdo a las Secciones 412 y 413, la que corresponda.

**401.07. Limitaciones ambientales.** La capa asfáltica debe aplicarse sobre una superficie de apoyo seca, sin congelamiento, cuando la temperatura del aire en la sombra esté al menos sobre 4°C, y con tendencia a aumentar.

**Tabla 401-6 Temperatura de Colocación de Mezcla de Concreto Asfáltico**

<b>Espesor de Capa Compactada</b>	<b>&lt; 50 mm</b>	<b>50-75 mm</b>	<b>&gt; 75 mm</b>
<b>Temperatura de la Superficie de la Vía °C</b>	<b>Temperatura Mínima de Colocación <sup>(1)</sup> °C</b>		
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) En ningún caso, la mezcla de concreto asfáltico podrá ser calentada a una temperatura superior a la especificada en el diseño de la mezcla aprobada

**401.08. Preparación del ligante asfáltico no modificado.** Se calentará cemento asfáltico de manera uniforme de tal manera que se supla, de manera uniforme, la demanda de cemento asfáltico en condiciones de flujo, del tanque de almacenamiento al mezclador. El tanque de almacenamiento para el cemento asfáltico debe tener recirculación, de manera que sólo el volumen de cemento asfáltico homogenizado sea aplicado en la operación de la planta. No se debe calentar el cemento asfáltico no modificado arriba de 175°C.

Si la dosificación de diseño requiere la adición de un aditivo de mejoramiento de adherencia líquido, el cual deberá mantenerse estable durante el calentamiento, se deberá conducir dentro de las líneas de transmisión del ligante asfáltico, hacia una terminal de dosificación o hacia la planta de mezclado. Se debe inyectar el aditivo, por lo menos, durante un 80 % del tiempo de transferencia o mezcla, para obtener uniformidad.

**401.09. Preparación del agregado.** Si se usa un aditivo de mejoramiento de adherencia que no sea líquido, incorporado por vía húmeda (mezcla con el agregado en una condición de humedad), se debe ajustar la humedad del agregado a por lo menos 4 % del peso total de agregado. Se mezclará el aditivo de mejoramiento de adherencia de manera uniforme con el agregado, antes de la introducción del agregado dentro del sistema de secado. Se deben utilizar dispositivos de dosificación calibrados para medir la cantidad de aditivo de mejoramiento de adherencia y humedad incorporado al agregado.

Si se usa un aditivo de mejoramiento de adherencia no líquido, incorporado por vía seca (mezclado con el agregado posterior al secado), se debe contar con un sistema de dosificación calibrado para medir la cantidad de ese aditivo, e incorporado en el proceso productivo posterior al secado.

Se debe calibrar la llama del secador para que el proceso de secado y calentamiento no produzcan daño o contaminación del agregado.

Se debe controlar la operación de la planta de manera que el contenido de humedad de la mezcla muestreada durante las obras de pavimentación, antes de su compactación, sea de 0.5 % o menos, de acuerdo con AASHTO T 110.

Respecto a la incorporación de aditivos mejoradores de adherencia, el proceso de mezcla deberá estar de acuerdo con los siguientes lineamientos: a) dosificación según diseño de mezcla, b) método de incorporación según recomendación del fabricante, c) incorporación homogénea.

**401.10. Mezclado.** Se deben dosificar el agregado y el ligante asfáltico incorporados dentro del mezclador de acuerdo con el diseño. Se debe revolver hasta que las partículas estén completa y uniformemente recubiertas con ligante asfáltico, de acuerdo con AASHTO M 156. Se mantendrá la temperatura de mezcla dentro del rango aprobado para el diseño de mezcla propuesto. El tiempo de mezcla deberá ser tal que no se produzca envejecimiento excesivo en el ligante asfáltico, evaluado de acuerdo con el criterio que establezca el Contratante.

**401.11. Transporte.** Se deben usar vagonetas o camiones con firmes, limpios y lisas góndolas metálicas. Se debe aplicar un recubrimiento delgado con un material aprobado por el Contratante, para prevenir que la mezcla asfáltica se adhiera a la góndola de la vagoneta. No pueden utilizarse derivados del petróleo (diesel, por ejemplo) u otros materiales de recubrimiento no autorizados, que contaminen o alteren las características de la mezcla. Se debe eliminar cualquier acumulación de sustancias en la góndola de la vagoneta antes de su carga.

Cada vagoneta o camión debe estar equipado con un mantedado de lona u otro material adecuado, de tamaño suficiente para proteger la mezcla del intemperismo. Cuando se requiera mantener la temperatura de la mezcla asfáltica en la vagoneta, se deben usar camiones con góndolas aisladas y cobertores firmemente asegurados. Cada vagoneta o camión de transporte debe contar con un puerto u hoyo de acceso para el monitoreo de la temperatura de la mezcla asfáltica cargada.

**401.12. Procedimiento para el inicio de labores en una planta de producción de mezcla asfáltica.** Se requiere una notificación, al Contratante, con al menos 7 días antes del inicio de la producción.

En el primer día de operaciones se deberá producir suficiente mezcla asfáltica para construir un tramo de prueba de 300 m, aplicando el espesor de capa contratado para el proyecto; se usarán 100 m para la compactación a tres distintas temperaturas (con diferencias de 5°C), previa consulta con el Contratante. Se debe construir la franja de control en el proyecto de pavimentación, en una posición aprobada por aquel.

La construcción del tramo de prueba requiere la aplicación de los mismos procesos de mezcla, colocación y compactación que se aplicarán en la ejecución del proyecto. Se iniciará la producción después de que la mezcla asfáltica producida y el tramo de prueba sean evaluados y aceptados.

**(a) Contenido de asfalto y granulometría.** Se deben tomar al menos tres muestras de mezcla asfáltica durante la producción de mezcla para el tramo de prueba, las cuales serán evaluadas de acuerdo con la Subsección 401.17. La mezcla asfáltica será aceptable si todos los resultados de evaluación están dentro de los límites de especificación y dentro de los rangos de tolerancia para la dosificación del diseño de mezcla aprobado.

**(b) Compactación.** Se debe cuantificar la densificación de la mezcla asfáltica después de cada pasada de compactador, con el fin de determinar el patrón de compactación necesario para lograr la densidad requerida, sin deterioro en la mezcla asfáltica.

En un mínimo de 5 posiciones sobre la franja de control, se tomarán mediciones de densidad con un densímetro nuclear y se extraerán y analizarán núcleos de acuerdo con la Subsección 401.17. La densidad es aceptable si todos los resultados de ensayo están dentro del límite de especificación. Se deben informar al Contratante, las magnitudes de densidad en sitio, correlacionadas con las mediciones de densidad a partir del análisis de los núcleos extraídos.

Se debe repetir la construcción del tramo de prueba hasta que se obtenga una densificación satisfactoria, al menos para una de las temperaturas evaluadas. (Ver la Subsección 106.01 referente a la disposición del material de tramos de prueba no aceptado). Los tramos de prueba con densificación dentro de especificaciones, pueden permanecer en el sitio de obras y serán aceptados y pagados considerándolos como parte de la estructura de pavimento. Los resultados de evaluación para las franjas de control no serán incluidas en la evaluación y pago, de acuerdo con las Subsecciones 106.02 al 106.04. Cuando una franja de control es aceptada, la producción en gran escala se puede iniciar.

Se debe usar este mismo procedimiento para el reinicio de labores cuando se reanuden labores luego de una suspensión por calidad no satisfactoria, de acuerdo con las Subsecciones 106.02 al 106.04.

**401.13. Colocación y terminación.** En un mismo frente de obra no deben usarse mezclas asfálticas de dos diferentes plantas, a menos que las mezclas sean producidas de acuerdo con la misma dosificación de diseño, materiales de las mismas fuentes y que tal práctica haya sido autorizada por el Contratante.

Se deben construir tramos de prueba de acuerdo con la Subsección 401.12 para la producción de cada planta asfáltica involucrada. La mezcla de concreto asfáltico se debe colocar a una temperatura conforme con los resultados de densificación determinados en el tramo de prueba; siempre que la temperatura ambiental esté de acuerdo con la Subsección 401.07. Se debe medir la temperatura de la mezcla en el vehículo de transporte justamente antes de ser depositada en el mecanismo de distribución, o en un apilamiento inmediatamente antes de su aplicación.

La mezcla asfáltica en colocará de conformidad con la Subsección 401.05. Se controlará el alineamiento horizontal mediante una línea de referencia. Las pendientes longitudinal y transversal serán controladas a partir de líneas de referencia, mediante métodos automatizados, tales como esquís o dispositivos de control de pendiente. Los esquís deberán tener una longitud mínima de 6 metros.

En áreas donde la distribución y acabado por medios mecanizados no resulta práctica, se deberán aplicar equipos alternativos tales que la uniformidad en la superficie terminada sea comparable con la uniformidad lograda cuando se usan equipos mecanizados.

Se requiere un traslape en la junta longitudinal de una capa de mezcla asfáltica de al menos de 150 mm, a partir de la junta longitudinal en con la capa inmediatamente inferior. Se debe construir la junta longitudinal en la capa de superficie a lo largo de la línea de centro en carreteras de dos carriles o en las líneas de demarcación de carriles en carreteras con más de dos carriles.

El Contratante definirá la dosificación de diseño por aplicar para el bacheo preliminar y la capa de nivelación. El bacheo preliminar y la capa de nivelación, serán colocados en espesores máximos de 75 mm y terminados antes de que inicien las operaciones de pavimentación para una capa superficial.

**401.14. Compactación.** Se deberán disponer suficientes compactadores para cumplir con los requisitos de densificación definidos a partir del tramo de prueba. Se utilizará un rodillo compactador para cada una de las etapas de asentamiento, compactación intermedia y compactación final. Se debe contar con al menos un rodillo compactador, equipado con llantas de hule, para la compactación final. Las dimensiones de los rodillos compactadores deben corresponder con los resultados deseados. Los rodillos compactadores deben ser operados de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

La superficie asfáltica deberá ser compactada en forma uniforme. Deberá compactarse de manera que no haya desplazamiento lateral, agrietamiento o corrugación de la superficie. Se compactará hasta que las marcas de rodillo sean eliminadas y la densidad requerida sea obtenida. No se permitirá la compactación cuando la temperatura en la mezcla descienda de 100°C (para capas asfálticas de espesor inferior a 75 mm) y de 110°C (para capas asfálticas de espesor superior o igual a 75 mm); en cuyo caso se deberá retirar del sitio de las obras.

El proceso de compactación será monitoreado con densímetros nucleares calibrados de acuerdo con los resultados de compactación en los tramos de prueba. Se compactará con la meta de obtener densidades en sitio de no menos del 92 %, y no más del 98 %, respecto a la densidad máxima teórica determinada de acuerdo con AASHTO T 209. La densidad máxima teórica de referencia para el cálculo de densidad en sitio corresponderá a un muestreo de mezcla asfáltica de la producción en el mismo día que la colocación, con la misma dosificación de diseño y seleccionado de manera aleatoria.

A lo largo de cunetas, alcantarillas, muros y otros elementos donde el acceso de los compactadores se dificulte, se deberá compactar con equipo alternativo tal que se logre cumplir con la compactación requerida. El Contratante evaluará la aprobación de tal equipo de compactación alternativo, antes de su aplicación.

Se deberá usar un equipo liviano de compactación para los bordes de capas asfálticas no confinadas, que permita compactar el borde y el ángulo de reposo de la mezcla asfáltica.

La compactación de la mezcla asfáltica en las juntas longitudinales deberá tener un traslape de 150 mm sobre la capa adyacente ya compactada.

**401.15. Juntas, bordes y limpieza.** Se deberá completar la construcción de carriles de tránsito adyacentes, al mismo nivel de rasante, dentro de un plazo máximo de 24 horas. Diferencias de nivel de 50 mm o menos, sobre el nivel de rasante del pavimento, dejados durante el transcurso de una noche, requerirán la rotulación como zonas de .Alerta por carril disparejo.. Diferencias de nivel dejadas en el transcurso de una noche con dimensiones de más de 50 mm, requerirán la construcción de rampas temporales, con una relación longitud / espesor de 3:1.

En juntas transversales, con pavimentos existentes y capas previamente colocadas, las juntas serán verticales. Se construirán estas juntas transversales mediante cortes verticales, de manera que se abarque el espesor total de capa.

Se aplicará un riego de adherencia en los bordes de las juntas, tanto transversales como longitudinales, de acuerdo con la Sección 412.

Se colocará la mezcla de concreto asfáltico de manera continua. Los bordes no confinados de capas asfálticas recién colocadas serán compactados con equipo alternativo a rodillos, a proponer por el contratista para consideración del Contratante.

El material que sea eliminado de los bordes de capa será retirado del sitio, así como cualquier otro elemento sobrante, de acuerdo con la Subsección 211.03 (b).

**401.16. Rugosidad superficial del pavimento.** Después de la compactación final, se medirá el nivel de rugosidad en la capa de superficie, o en la capa de apoyo para una capa asfáltica friccionante de graduación gruesa. El índice de rugosidad internacional (IRI) será el parámetro que se usará para determinar la rugosidad del pavimento. El Contratante establecerá los requisitos de IRI para el proyecto.

Se define como sub-lote a una sección de 0.1 km medida en el sentido del tránsito. Se define como lote a la totalidad de sub-lotes que integran un proyecto

Aquellos sub-lotes que no cumplan con los requisitos de aceptación fijados por el Contratante deberán ser reemplazados por el contratista.

**401.17 Deflexiones medidas en la superficie del pavimento.** Para la aceptación de los trabajos de pavimentación, en que la superficie del pavimento se haga con mezcla asfáltica procesada en caliente, con la uso de cemento asfáltico no modificado, se aplicarán los requisitos de deflexión máxima definidos por el Contratante. La deflexión será medida bajo el punto de aplicación de una carga correspondiente a un eje simple equivalente de 8200 kg y será determinada por medio de la viga Benkelman o el deflectómetro de impacto, según sea establecido por el Contratante.

Se define como sub-lote a una sección de 0.1 km de longitud medida en el sentido del tránsito. Se define como lote a la totalidad de sub-lotes que integran un proyecto.

Aquellos sub-lotes que no cumplan con los requisitos de aceptación fijados por el Contratante deberán ser reconstruidos por el contratista.

**401.18. Deformación permanente.** Para capas asfálticas en que las cargas de diseño superen los tres millones de ejes equivalentes simples de 8200 kg, el Contratante definirá una metodología para la aceptación de la dosificación de diseño, de acuerdo con un criterio de deformación permanente. La metodología de aceptación se aplicará también al monitoreo del cumplimiento del criterio de deformación permanente en la producción de mezcla asfáltica.

**401.19. Fatiga.** Para capas asfálticas en que las cargas de diseño superen los tres millones de ejes equivalentes simples de 8200 kg, el Contratante definirá también una metodología para la aceptación de la dosificación de diseño de acuerdo con un criterio de fatiga, como lo hará para el monitoreo del cumplimiento del criterio de fatiga en la producción de mezcla asfáltica.

#### **6.1.4. Aceptación.**

El relleno mineral y el aditivo antidesnudante serán evaluados de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

El ligante asfáltico no modificado será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción de capas de mezcla asfáltica será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

El contenido de asfalto, la granulometría, la densidad y la rugosidad superficial serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 al 106.04.

Las propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. (Ver la Tabla 401-7 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 +/- 0.5 %. La categoría de pago en función de la calidad para el parámetro de contenido de asfalto se indica en la Tabla 401-7.

**(b) Granulometría del agregado.** Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada se presentan en la Tabla 703-4. La categoría de pago en función de la calidad para granulometría se indica en la Tabla 401-7.

**(c) Densidad en sitio.** El límite inferior de tolerancia para la densidad en sitio es de 92 % de la densidad máxima teórica determinada a partir de AASHTO T 209 y el límite superior de tolerancia es de 98 % de la densidad máxima igualmente determinada. En ambos casos se usará, como referencia para el cálculo del porcentaje de densificación, la densidad máxima teórica correspondiente a un muestreo aleatorio, para la producción de mezcla asfáltica correspondiente a la producción evaluada. La categoría de pago, en función de la calidad para granulometría, se indica en la Tabla 401-7. 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 401-7.

**(d) Rugosidad superficial del pavimento.** La evaluación para pago deberá realizarse luego de la corrección de todos los defectos identificados. Los criterios de aceptación en función de la calidad para la rugosidad superficial serán definidos por el Contratante para cada proyecto particular, Tabla 401-7.

**(e) Deflexiones medidas en la superficie del pavimento.** La evaluación para pago se realizará luego de la corrección de todos los defectos identificados. Los criterios de aceptación en función de la calidad para deflexión serán definidos por el Contratante para cada proyecto particular, Tabla 401-7

**(f) Deformación permanente.** Este concepto se aplica a la mezcla asfáltica que se colocará en capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes. La categoría de pago en función de la calidad para deformación permanente que se requiere ver Tabla 401-7.

**(g) Fatiga.** El concepto aplica a mezcla asfáltica que se coloque en capas diseñadas para una vida útil sobre tres millones de ejes equivalentes. 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. Tabla 401-7.

#### **6.1.5. Medición y Pago**

Los costos por mezcla de concreto asfáltico en caliente con ligante asfáltico no modificado deberán de ser considerados en el renglón de Mantenimiento de Calzada Existente que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **6.2. SECCIÓN 402. MEZCLA DE CONCRETO ASFÁLTICO DE PLANTA EN CALIENTE CON LIGANTE ASFÁLTICO NO MODIFICADO APLICACION MISCELÁNEA**

#### **6.2.1. Descripción**

**402.01** Este trabajo consiste en la aplicación de mezcla de concreto asfáltico procesado en planta central en caliente, para la construcción de aceras, conductos de agua, pavimentadas y vías menores (vida útil para menos de cien mil ejes equivalentes simples de 8200 kg).

Se refiere a Sección 401 del tomo 5 del MCH.

#### **6.2.2. Requerimientos para la construcción**

**402.02 Composición de la mezcla (dosificación de diseño).** Se debe suministrar concreto asfáltico compuesto de piedra o grava triturada, y ligante asfáltico, mezclados en una planta aprobada para la producción de mezcla procesada en caliente. Tanto los agregado, como el ligante asfáltico y la mezcla asfáltica dosificada según diseño 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 de Especificación Especial.

Se requiere suministrar prueba de la resistencia, calidad y especificaciones de granulometría para la mezcla de concreto asfáltico. Se deben incluir los informes de laboratorio que demuestren que las propiedades de los agregados, ligante 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.

**402.3 Preparación de la superficie.** La superficie se preparará de acuerdo con la Sección 209 o Subsección 303.07, la que sea aplicable.

**402.4 Limitaciones ambientales.** La colocación de la mezcla de concreto asfáltico se hará sobre una superficie seca y no congelada, y cuando la temperatura del aire a la sombra sea de al menos 4°C, y subiendo.

**402.5 Transporte.** La mezcla asfáltica será transportada en vehículos que se conformen a la Subsección 401.11.

**402.6 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 10,0 cm. En áreas donde no sea práctica la distribución y colocación por medios mecanizados, la mezcla asfáltica será colocada por los 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.

#### **402.7 Compactación.**

**(a) Pavimentación de vías menores:** Se compactará la mezcla a un mínimo de 92%, y a un máximo de 98% de la densidad máxima teórica. Se determinará la densidad en sitio, mediante el uso de densímetros nucleares y/o extracción de núcleos. 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, o con pavimentadores mecanizados pequeños, con características aprobadas por aquel.

Las áreas que no sean accesibles a los rodillos compactadores serán densificadas por el método que defina el Contratante.

**402.08 Rugosidad superficial del pavimento.** Se usará un codal recto de 3 metros, para medición de deformaciones en ángulos rectos, en forma paralela a la línea de centro. Se considerarán como áreas defectivas aquellas que experimenten desviaciones superficiales en exceso de 7 mm para distancias de 3 metros (longitud del codal recto), para al menos uno de los puntos de contacto del codal recto respecto a la depresión máxima en la superficie del pavimento.

Las áreas con defectos serán corregidas por el método y dentro del plazo que el Contratante establezca.

### **6.2.3. Aceptación.**

La mezcla de concreto asfáltico para usos misceláneos será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

La construcción de obras con mezcla de concreto asfáltico para usos misceláneos será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

De especificarse la calidad de la mezcla asfáltica de acuerdo con la Sección 401, se aplicará el criterio de aceptación de la Subsección 401.20.

### **6.2.4. Medición y Pago**

Los costos por mezcla de concreto asfáltico de planta en caliente con ligante asfáltico no modificado aplicación miscelánea deberán de ser considerados en el renglón de Mantenimiento de Calzada Existente que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **6.3. SECCIÓN 405. MEZCLA ASFÁLTICA PARA CAPAS DE BASE**

### **6.3.1. Descripción**

**405.01** Este trabajo consiste en la construcción de una o más capas asfálticas de base, procesada en planta central en caliente.

La granulometría para capas asfálticas de base está designada en la Tabla 703-2.

Las características correspondientes al ligante 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 702.08.

Complementar con lo que diga al respecto la Sección 600 del MCH

### **6.3.2. Materiales**

405.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Agregado	703.05
Aditivo mejorador de adherencia	702.08
Cemento asfáltico no modificado	702.01
Relleno mineral	725.05

### **6.3.3. Requisitos para la construcción**

**405.03 Composición de la mezcla asfáltica (dosificación de diseño).** Se diseñará una mezcla de agregado, cemento asfáltico y aditivos que cumpla con los requisitos de granulometría de la Tabla 703-2, y con los requisitos (a), (b) y (c) de la Tabla 401-1, 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.

**405.04 Plantas procesadoras.** Deberá utilizarse una planta procesadora de mezcla asfáltica en caliente de acuerdo con los requisitos de la Subsección 401.04, excepto en:

- (a) Para mezcladoras de bache, la única acción de cribado requerida es la eliminación del sobre-tamaño.
- (b) No se requiere la separación de las tolvas de alimentación para agregados de apilamiento.
- (c) Para mezcladoras continuas, no se requiere contar con dos o más apilamientos de agregado.

**405.05 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 Sub-Secciones 401.05 a 401.15. Se proveerá una superficie lisa y uniforme de acuerdo con la Subsección 402.08.

#### **6.3.4. Aceptación.**

El relleno mineral y el aditivo mejorador de adherencia serán evaluados de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.03.

El ligante asfáltico no modificado será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción de capas de base con mezcla asfáltica será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

El contenido de asfalto, la granulometría y la densidad de la capa compactada serán evaluados de acuerdo con la Subsección 106.02 al 106.04.

Las propiedades de aceptación del agregado serán evaluadas de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04. Ver la Tabla 405-1 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 +/- 0.5 %. La categoría de pago en función de la calidad para el parámetro de contenido de asfalto se indica en la Tabla 405-1.

**(b) Granulometría del agregado.** Los límites de tolerancia a partir de la dosificación de diseño aprobada se presentan en la Tabla 703-2. La categoría de pago en función de la calidad para granulometría se indica en la Tabla 405-1.

**(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 405-1.

#### **6.3.5. Medición y Pago**

Los costos por mezcla asfáltica para capas de base deberán de ser considerados en el renglón de Mantenimiento de Calzada Existente que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **6.4. SECCIÓN 411. RIEGO DE IMPRIMACIÓN**

#### **6.4.1. Descripción**

**411.01** 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.

El grado del asfalto rebajado corresponderá a la designación de la Subsección 702.02. El grado de la emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03.

Complementar con lo que dicen al respecto las Especificaciones Especiales para el Mantenimiento de Carreteras y Secciones 404 y 405, del tomo 5 del MCH.

#### **6.4.2. Materiales**

411.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Material de secado	703.13
Asfalto rebajado	702.02
Emulsión asfáltica	702.03



### **6.4.3. Requisitos para la construcción**

**411.3 Equipos.** El Contratista deberá utilizar equipos conforme a la Sub-Sección 409.04.

**411.4 Preparación de la superficie.** El Contratista preparará la superficie a imprimir de acuerdo con la Subsección 303.07.

**411.5 Limitación de condiciones 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 10°C e incrementándose; y cuando no haya neblina ni lluvia.

**411.6 Aplicación de la imprimación** - Cuando se requiera, se aplicará un prehumedecido por medio de aspersores, de previo a la aplicación del riego de imprimación. Se aplicará el ligante asfáltico de acuerdo con la Subsección 409.08, con una tasa de dosificación de 0.45 a 2.25 litros por metro cuadrado, para óptima penetración.

Cuando se utilice emulsión asfáltica que así lo requiera, a criterio del Contratante, se humedecerá la superficie de colocación. Cuando se requiera, se diluirá un emulsión asfáltica de rompimiento lento con una cantidad igual de agua. La tasa de aplicación del emulsión asfáltica es de 0.45 a 1.35 litros por metro cuadrado. Inmediatamente después, se distribuirá y compactará la el material de secado.

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 barredora mecánica.

A criterio del Contratante, en una superficie imprimada, previo a la colocación de la siguiente capa, 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.

### **6.4.4. Aceptación.**

La emulsión asfáltica será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

El material de secado será evaluado de acuerdo con la Subsección 106.03.

La construcción del riego de imprimación será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

La preparación de la superficie será evaluada de acuerdo con la Sección 303.

### **6.4.5. Medición y Pago**

Los costos por riego de imprimación deberán de ser considerados en el renglón de Mantenimiento de Calzada Existente que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **6.5. SECCIÓN 412. RIEGO DE LIGA**

### **6.5.1. Descripción**

**412.01** Este trabajo consiste en la aplicación de un riego de liga, a partir de la distribución de 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 la emulsión asfáltica corresponderá a la designación de la Subsección 702.03 y el del asfalto rebajado a la sección 702.02.

Complementar con lo que dicen las Especificaciones Especiales para el Mantenimiento de Carreteras,, y Sección 404 del tomo 5 del MCH.

### **6.5.2. Materiales**

**412.02** De conformidad con la siguiente Subsección:

Emulsión asfáltica	702.03
Asfalto rebajado	702.02

### 6.5.3. Requisitos para la construcción

**412.3 Equipos.** El Contratista deberá utilizar equipos conforme a la Sub-Sección 409.04.

**412.4 Preparación de la superficie.** El Contratista preparará la superficie donde se aplicará el riego de liga de acuerdo con la Subsección 303.07. Cuando la superficie sea de concreto hidráulico, se deberán remover los excesos de sello de juntas y sello de grietas.

**412.05 Limitación de condiciones climáticas.** Se aplicarán riegos de liga sobre superficies secas, cuando la temperatura en la sombra sea al menos 2°C e incrementándose.

**412.06 Aplicación del ligante asfáltico.** Cuando se utilice emulsión asfáltica de rompimiento lento, se diluirá con una cantidad igual de agua.

Se aplicará el emulsión asfáltica de conformidad con la Subsección 409.08 a una tasa de dosificación de 0.15 a 0.70 litros por metro cuadrado. Cuando un riego de liga no puede ser aplicado con un sistema de distribución por aspersores, se aplicará de manera uniforme, con las políticas de control definidas por el Contratante, mediante distribuidores manuales, o algún otro método autorizado por el Contratante.

Si se aplica exceso de ligante asfáltico, se eliminará el exceso de la superficie. Se permitirá que el material de riego de liga cure completamente de previo a la colocación de la capa siguiente. Se colocará la capa siguiente en un plazo menor a 4 horas de colocado el riego de liga.

### 6.5.4. Aceptación.

El riego de liga será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09.

La construcción del riego de liga será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

La preparación de la superficie será evaluada de acuerdo con la Sección 303.

### 6.5.5. Medición y Pago

Los costos por riego de liga deberán de ser considerados en el renglón de Mantenimiento de Calzada Existente que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## 7. SECCIÓN 415. GEOTEXILES PARA PAVIMENTOS

### 7.1.1. Descripción

**415.01 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 proveer una membrana impermeable y de mitigación de esfuerzos, integrada al pavimento.

Complementar con lo que dice el MCH en el capítulo III , tomo 5, sobre el Uso de Geotextiles.

### 7.1.2. Materiales

415.02 De conformidad con las siguientes Sub-Secciones:

Cemento asfáltico	702.01
Material de secado	703.13
Emulsión asfáltica	702.03
Tela Geotextil tipo VI	714.01
Material de sello	712.01 (a)
Asfalto rebajado	702.02

### 7.1.3. Requisitos para la construcción

**415.03 Preparación de la superficie.** El Contratista preparará la superficie sobre la cual se colocará la tela geotextil de acuerdo con la Subsección 303.07.

**415.04 Limitación de condiciones climáticas.** El Contratista aplicará la tela geotextil y el sello asfáltico en una superficie seca, cuando la superficie del pavimento este por lo menos a 13°C, e incrementándose.

**415.05 Aplicación del sello asfáltico.** El contratista aplicará cemento asfáltico dentro de un rango de temperatura de 140 a 165°C; o emulsiones asfálticas dentro de un rango de temperatura de 55 a 70°C. El Contratante definirá la aplicación de uno u otro tipo de ligante asfáltico, así como el grado correspondiente (Incluir las temperaturas).

El sello con ligante asfáltico, sea cemento asfáltico o emulsión asfáltica, será aplicado sobre la superficie de pavimento, de acuerdo con la Subsección 409.08, a una tasa de dosificación entre 0.90 y 1.35 litros por metro cuadrado.

Se distribuirá el sello asfáltico en un ancho que exceda en 150 milímetros 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 emulsión asfáltica o asfalto rebajado, se debe permitir que este cure antes de la colocación de la tela geotextil.

Cuando se utilice cemento asfáltico, se colocará la tela geotextil antes de que este se haya enfriado y perdido pegajosidad al tacto.

**415.06 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 milímetros. Se extenderá la tela geotextil de manera que se maximice el contacto con la superficie de apoyo.

El Contratista proveerá traslapes de 150 milímetros 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 por el tránsito. 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 ligante 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 rueda 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 412, de previo a la colocación de una sobrecapa asfáltica. Para prevenir el daño de la tela geotextil, no deberán permitirse virajes para 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.

#### **7.1.4. Aceptación.**

El material asfáltico será evaluado de acuerdo con las Sub-Secciones 106.04 y 702.09. La tela geotextil será evaluada de acuerdo con las Sub-Secciones 106.02, 106.03 y 714.01.

La colocación de la tela geotextil será evaluada de conformidad con las Sub-Secciones 106.02 y 106.04.

La preparación de la superficie donde se colocará el sello asfáltico y la tela geotextil será evaluada de acuerdo con la Sección 303.

#### **7.1.5. Medición y Pago**

Los costos por Geotextiles para pavimentos (si se considera de que son necesarios de acuerdo a estudio de suelos y diseño de pavimento) deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## 8. DIVISIÓN 500. PAVIMENTOS DE CONCRETO HIDRÁULICO

### 8.1. SECCIÓN 501. PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO

#### 8.1.1. Descripción

**501.01** Este trabajo consiste 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 acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto o determinados por el Contratante.

Se refiere a Sección 501 del tomo 5 del MCH.

#### 8.1.2. Materiales

**501.02** Deberán satisfacer los requerimientos contenidos en las secciones siguientes:

Aditivos inclusores de aire	711.02
Aditivos químicos	711.03
Agregado grueso	703.02
Material de curado	711.01
Adhesivos de resina epóxica	725.21
Agregado fino	703.01
Puzolanas	725.04
Lechada	725.22
Relleno de juntas y sellantes	712.01
Cemento Portland y cementos modificados	701.01
Acero de refuerzo, varillas de unión, pasajuntas, ganchos de anclaje, capuchas	709.01
Agua	725.01

**(a) Concreto.** El diseño de la mezcla, utilizando los agregados provenientes de los bancos ya triturados, quedará a cargo del contratista y será revisado por el Contratante, cuya aprobación no liberará al Contratista de la obligación de obtener en la obra la resistencia y todas las demás características para el concreto fresco y endurecido, así como los acabados especificados. Durante la construcción, la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico se hará en peso y su control durante la elaboración se hará bajo la responsabilidad exclusiva del Contratista.

**(b) Resistencia.** La resistencia de diseño del concreto a la tensión por flexión ( $S'c$ ), o el módulo de ruptura especificado a los 28 días (MR-50), se verificará en especímenes moldeados durante el colado del concreto, correspondientes a vigas estándar de quince por quince por cincuenta (15 x 15 x 50) centímetros, compactando el concreto por vibro compresión; una vez curados los especímenes adecuadamente, se ensayarán a los 3, 7 y 28 días, aplicando las cargas en los tercios del su luz (ASTM C 78).

**(c) Especímenes de prueba.** Se deberán tomar muestras de concreto para hacer especímenes de prueba para determinar la resistencia a la flexión durante el colado del concreto. Especímenes de prueba adicionales podrán ser necesarios para determinar adecuadamente la resistencia del concreto cuando la resistencia del mismo a temprana edad limite la apertura del pavimento al tránsito. El procedimiento seguido para el muestreo del concreto deberá cumplir con la norma ASTM C 172.

**(d) Trabajabilidad.** El asentamiento promedio de la mezcla de concreto deberá ser de cuatro (4) centímetros al momento de su colocación; nunca deberá ser menor de dos punto cinco (2.5), ni mayor de seis (6) centímetros. Las mezclas que no cumplan con este requisito deberán ser destinadas a otras obras de concreto como cunetas y drenajes, y no se permitirá su colocación para la losa de concreto.

El concreto deberá de ser uniformemente plástico, cohesivo y manejable. El concreto trabajable es definido como aquel que puede ser colocado sin que se produzcan demasiados vacíos en su interior y en la superficie del pavimento.

Cuando aparezca agua en la superficie del concreto después del acabado se deberá efectuar inmediatamente una corrección por medio de una o más de las siguientes medidas:

- 1) Rediseño de la mezcla
- 2) Adición de relleno mineral o de agregados finos
- 3) Incremento del contenido de cemento
- 4) Uso de un aditivo incluso de aire o equivalente, previamente aprobado.

**(e) Membrana de curado.** Para el curado de la superficie del concreto recién colada deberá emplearse un líquido de color claro, el que deberá cumplir con los requisitos de calidad que se describen en la norma ASTM C171. La membrana de curado a emplear será de un componente cuya base sea agua y parafina de pigmentación blanca. Deberán utilizarse membranas que eviten se tapen las boquillas de los equipos de rociado.

**(f) Acero de refuerzo.** El acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento se coloca en las juntas, ya sea como pasadores de cortante ó pasajuntas o como barras de amarre para mantener los cuerpos del pavimento unidos.

**(g) Barras de amarre.** En las juntas que muestra el proyecto y/o en los sitios que indique el Contratante, se colocarán barras de amarre con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las losas. Las barras serán corrugadas, de acero estructural, con límite de fluencia ( $f_y$ ) de cuatro mil doscientos (4,200 kg/cm<sup>2</sup>) kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo quedar ahogadas en las losas, con las dimensiones y en la posición indicada en el proyecto.

**(h) Barras pasajuntas (dovelas).** En las juntas transversales de contracción, de construcción, de emergencia y/o en los sitios que indique el Contratante se colocarán barras pasajuntas como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso y deberán quedar ahogadas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto. Ambos extremos de las pasajuntas deberán ser lisos y estar libres de rebabas cortantes. El acero deberá cumplir con la norma ASTM A 615 grado 60 ( $f_y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup>), y deberá ser recubierto con asfalto, parafina, grasa o cualquier otro medio que impida efectivamente la adherencia del acero con el concreto y que sea aprobado por el Contratante.

Las pasajuntas podrán ser instaladas en la posición indicada en el proyecto por medios mecánicos, o bien por medio de la instalación de canastas metálicas de sujeción. Las canastas de sujeción deberán asegurar las pasajuntas en la posición correcta como se indica en el proyecto durante el colado y acabado del concreto, mas no deberán impedir el movimiento longitudinal de la misma.

**(i) Sellador para juntas.** El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y permitir las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas sin agrietarse, debiéndose emplear productos a base de silicona, poliuretano - asfalto o similares, los cuales deberán ser autonivelantes y solidificarse a temperatura ambiente.

A menos de que se especifique lo contrario por el Contratante, el material para el sellado de juntas deberá de cumplir con los requerimientos aquí indicados. El material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta con el concreto y deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incomprensibles. En ningún caso se podrá emplear algún material sellador no autorizado por el Contratante.

Para todas las juntas de la losa de concreto se deberá emplear un sellador de silicón o similar de bajo módulo y autonivelable. Este sellador deberá ser un compuesto de un solo componente sin requerir la adición de un catalizador para su curado. El sellador deberá presentar fluidez suficiente para autonivelarse y no requerir de formado adicional.

El sellador de silicón de bajo módulo deberá cumplir con los siguientes requisitos y especificaciones de calidad:

**Tabla 501-1 Silicón –  
Especificaciones**

E5PECIF1CACI0N	METODO DE ENS AYE	REQUISHO
EsfuMW d* l*nsi4n a 150% dte elongacioni f7 dias de cuado a 25* C ± 5* C. y 45% a 55% d* hunedad r«lativa».	ASTM D 412	3.2 kQ.'em2 ma*.
Flujo a 25C ± 5° C	ASTM C 639 (15% Canal <b>AI</b> )	No debef a flui" del canal.
Taw de extrusion a 25°C± 5"	ASTMC603<1fB" @50	75-250 gmsJmin
<b>Gravedad Eipeccfica</b>	<b>ASTM D 792 rr-etodo A)</b>	<b>1.01 a 1.51</b>
Duresaa- ie°C (7diasde cuado a 25°C± 5°C>	ASTM C fi51	10 a 25
R*sist*ntia al intarriperismo despues de 5.000 horas de ftxDiKicijn «inlinua	ASTM C 793	No agri*1ami*nló. perdida de a*erencia o *up#rfiei*i polv&ias por desinteyacion
Superliti* &eca a 25°C± 5°C, 45% a 55% de humedad. r#ialwa.	ASTM C 679	Msnr d* 75 mnutns.
Elcngacic^ deipues de 21 dias de curado a 25°C± 5°C. y 45 % a 55% ds humaaad relativa.	ASTM □ 412	1,200%
Fraguado al tacto a 25°C±5°C. y 45% a 55% de ligmedad neiaiiiva,	ASTM C 1640	Menos de 75 minulw
Vida en el wnsnedor a parlr del diad*-*mbarque.	"	S meses m inimo
Adhesion a bloques de moiare	AASHTOT132	3.5 fcgVcm2
Capacidad d* movimi*nto y adhesion. ExtensuKi ds 100% a IB-'C despues de 7 dias de e^ado al aire a 25°C±5°C, segudo per 7 diat sn agua a 25°C±5°C.	ASTM C <b>719</b>	Ninguna falla p« adhesion o cctiK^ri degpues de 5 cidos.

La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta. La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno y de las dimensiones indicadas en los documentos de construcción. La tirilla de respaldo deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo.

### 8.1.3. Requerimientos para la construcción

**501.03 (a) Composición de la Mezcla (diseño de la mezcla de hormigón).** La mezcla de hormigón debe diseñarse de acuerdo con la Subsección 552.03, conforme a la Tabla 501-1 siguiente:

**Tabla 501-2 Composición del hormigón de cemento Pórtland para  
pavimento**

RrlaciAn iguff'cjrntnlo (rTuximaj)	T4rtipariturA fid «a; if 'r-	R*v«min*nt«	CanErnidD ill <In I'}	«*» 67 )ortia*dij*nl ,;AAS^TOHJJ	R«5.iSI»ntin g la conpreiiDn < ;a tins [miniinaj
O.50	M±10°G	25 - 40 mm	414 mh.	No. 57 o 67	25MPa

(1) Otros tamaños de agregados especificados en AASHTO M 43 más pequeños que el No. 57 o 67 pueden ser usados en el diseño de la mezcla de concreto. Sin embargo, si el tamaño máximo nominal del agregado es 12,5 mm o menor, debe proveerse al menos el 5% de contenido de aire. En este caso debe utilizarse cemento Portland tipo I o tipo II.

**(b) Equipo.** Los principales elementos requeridos para la ejecución de los trabajos son los siguientes:

**(1) Equipo para la elaboración de agregados y la fabricación del concreto.** Para la elaboración de los agregados pétreos se requieren equipos para su explotación, cargue, transporte y proceso. La unidad de proceso consistirá en una unidad clasificadora y, de ser necesario, una planta de trituración provista de trituradoras primaria, secundaria y terciaria siempre que esta última se requiera, así como un equipo de lavado. La planta deberá estar provista de los filtros necesarios para controlar la contaminación ambiental de acuerdo con la reglamentación vigente.

La planta de fabricación del concreto deberá efectuar una mezcla regular e íntima de los componentes, dando lugar a un concreto de aspecto y consistencia uniforme, dentro de las tolerancias establecidas.

**(2) Equipo para la ejecución de los trabajos con formaletas fijas.** Cuando se emplee el método de construcción con formaletas fijas, el equipo mínimo necesario para la ejecución de las obras estará integrado por los siguientes elementos:

**(I) Formaletas.** Las formaletas para la construcción no deberán tener una longitud menor de tres metros (3 m) y su altura será igual al espesor del pavimento por construir. Deberán tener la suficiente rigidez para que no se deformen durante la colocación del concreto o cuando van a servir como rieles para el desplazamiento de equipos.

En la mitad de su espesor y a los intervalos requeridos, las formaletas tendrán orificios para insertar a través de ellos las varillas de unión o anclaje, cuando ellas estén contempladas en el proyecto de la obra.

La fijación de las formaletas al suelo se hará mediante pasadores de anclaje que impidan cualquier desplazamiento vertical u horizontal, debiendo estar separados como máximo un metro (1 m), y existiendo el menos uno (1) en cada extremo de las formaletas o en la unión de las mismas.

En las curvas, las formaletas se acomodarán a los polígonos más convenientes, pudiéndose emplear formaletas rectas rígidas, de la longitud que resulte más adecuada. Se permitirá el uso de formaletas curvas con radios ajustados al solicitado en planos para la curva en particular.

Se deberá disponer de un número suficiente de formaletas para tener colocada, en todo momento de la obra, una longitud por utilizar igual o mayor que la requerida para tres (3) horas de trabajo, más la cantidad necesaria para permitir que el desformaletado del concreto se haga a las dieciséis (16) horas de su colocación.

**(II) Equipo para la construcción del pavimento.** Estará integrado por una extendedora que dejará el concreto fresco repartido uniformemente; una terminadora transversal con elementos de enrase, compactación por vibración y alisado transversal; y una terminadora longitudinal que realice el alisado en dicho sentido.

Los vibradores superficiales deberán tener una frecuencia no inferior a tres mil quinientos (3.500) ciclos por minuto y los internos de cinco mil (5.000) ciclos por minuto.

Para el acabado superficial, se utilizarán llanas con la mayor superficie posible, que permitan obtener un acabado del pavimento al nivel correcto y sin superficies porosas.

**(III) Elementos para la ejecución de las juntas.** Para la ejecución de las juntas en fresco se empleará equipo apropiado, el que debe ser aprobado de previo por el Contratante.

Si las juntas se ejecutan sobre el concreto endurecido, se emplearán sierras cuyo disco requiere la aprobación previa del Contratante, en lo relacionado con el material, espesor y diámetro. Las sierras serán del tipo autopropulsadas a criterio del Contratante. Debe disponerse de las sierras necesarias para completar a tiempo la operación de corte de las juntas y de al menos una sierra de repuesto por cada equipo que se encuentre en obra. En caso de que el colado de las losas tenga un ancho mayor a un carril, el Contratista como mínimo deberá emplear una sierra adicional por cada carril que sea colado en forma simultánea. El número necesario de sierras se determinará mediante ensayos de velocidad de corte empleado en la construcción del pavimento.

**(IV) Distribuidor de productos de curado.** En caso de que el pavimento se vaya a curar con un producto químico que forme membrana, se debe disponer del equipo adecuado para que la aspersión

sea homogénea en toda la superficie por curar y sin que se produzcan pérdidas por la acción del viento.

**(3) Equipo necesario para la ejecución de los trabajos con pavimentadora de formaletas deslizantes.** En este caso, los elementos requeridos para la construcción del pavimento serán los siguientes:

**(a) Pavimentadora de formaletas deslizantes.** La máquina pavimentadora de formaletas deslizantes deberá extender, compactar y enrasar uniformemente el concreto, de manera de obtener mecánicamente un pavimento denso y homogéneo.

La pavimentadora deberá estar equipada de un sistema guiado por hilo, debiendo actuar los mecanismos correctores cuando las desviaciones de la máquina respecto del hilo excedan de tres milímetros (3 mm) en alzada o diez (10 mm) en planta.

La máquina estará dotada de formaletas móviles de dimensiones, forma y resistencia suficiente para sostener lateralmente el concreto durante el tiempo necesario para la construcción del pavimento, con la sección transversal requerida.

La pavimentadora compactará adecuadamente el concreto por vibración interna en todo el ancho colocado, mediante vibradores transversales o una serie de unidades de vibrado longitudinal; en este caso, la separación entre unidades de vibrado estará comprendida entre quinientos y setecientos cincuenta milímetros (500 mm – 750 mm), medidos centro a centro. Además, la separación entre el centro de la unidad de vibrado externa y la cara interna de la formaleta correspondiente, no excederá de ciento cincuenta milímetros (150 mm). Se pueden utilizar separaciones menores siempre y cuando esta práctica sea recomendada por el fabricante de los equipos de colocación y aprobada por el Contratante.

La frecuencia de vibración de cada unidad no será inferior a cinco mil (5.000) ciclos por minuto y la amplitud de la vibración será la suficiente para ser perceptible en la superficie de concreto a lo largo de la longitud vibrante y a una distancia de trescientos milímetros (300 mm).

La longitud de la placa conformadora de la pavimentadora será la necesaria para que no se aprecien vibraciones en la superficie del concreto tras el borde posterior de la placa. Si la junta longitudinal se ejecuta en fresco, la pavimentadora deberá ir provista de los mecanismos necesarios para dicha operación.

**(b) Elementos para la ejecución de juntas.** Se requieren los mismos que se exigen en caso de que el pavimento se construya entre formaletas fijas. Se exceptúa el caso recién mencionado de la junta longitudinal en fresco, la cual deberá ser ejecutada por la misma pavimentadora.

**(c) Distribuidor de productos de curado.** Resulta aplicable todo lo pertinente del aparte (2) (IV) del presente artículo.

**(1) Elementos de transporte.** El transporte del concreto a la obra se realizará en camiones con elementos de agitación o en camiones cerrados de tambor giratorio o de tipo abierto, provistos de paletas, los cuales estarán equipados con cuentarrevoluciones. Deberán ser capaces de proporcionar mezclas homogéneas y descargar su contenido sin que se produzcan segregaciones.

En el caso de que la mezcla sea elaborada en plantas centrales, y siempre que lo apruebe el Contratante, la mezcla podrá ser transportada en camiones volquetes, cubiertas con una lona apropiada durante el transporte, que descarguen su contenido sin que se produzcan segregaciones.

**(2) Equipo accesorio.** Se requieren algunas herramientas menores como palas y llanas pequeñas, para hacer correcciones localizadas; cepillos para dar textura superficial, etc.

#### **501.04 Operaciones de construcción.**

**(a) Explotación de materiales y elaboración de agregados.** Las fuentes de materiales, así como los procedimientos y equipos empleados para la explotación de aquellas y para la elaboración de los agregados requeridos, precisan aprobación previa del Contratante, la cual no implica necesariamente la aceptación posterior de los agregados que el Contratista suministre o elabore de tales fuentes, ni lo exime de la responsabilidad de cumplir con todos los requisitos de esta especificación. Los procedimientos y equipos de explotación, clasificación, trituración, lavado y el sistema de almacenamiento deberán garantizar el suministro de un producto de calidad uniforme. Si el Contratista no cumple con estos requerimientos, el Contratante exigirá los cambios que considere necesarios.



Siempre que las condiciones lo permitan, los suelos orgánicos existentes en la capa superior de las canteras, deberán ser conservados para la posterior recuperación de las excavaciones y de la vegetación nativa. Al abandonar las canteras temporales, el Contratista remodelará el terreno para recuperar las características hidrológicas superficiales de ellas. Este procedimiento debe cumplir con las regulaciones ambientales vigentes.

**(b) Estudio de la mezcla y obtención de la fórmula de trabajo.** Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, el Contratista suministrará al Contratante, para su verificación, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla. Una vez el Contratante efectúe las comprobaciones que considere necesarias y dé su aprobación a los materiales, cuando resulten satisfactorios de acuerdo con lo que establece la presente especificación, el Contratista diseñará la mezcla y definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a aprobación del Contratante. Dicha fórmula señalará:

- Proporciones en que deben mezclarse los agregados disponibles y la granulometría de los agregados combinados, por los tamices de 50,8 mm, 37,5 mm, 19,0 mm, 12,5 mm, 9,5 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,18 mm 600 mm, 150 mm y 75 mm (2", 1½", 1", ¾", ½", 3/8", y Nos. 4, 8, 16, 30, 50, 100 y 200).
- Las dosificaciones de cemento, agua libre y eventuales adiciones, por metro cúbico (m<sup>3</sup>) de concreto fresco.
- La consistencia del concreto.

La fórmula deberá reconsiderarse, cada vez que varíe alguno de los siguientes factores:

- El tipo, clase o categoría del cemento y su marca.
- Cuando cambien las propiedades de los agregados (granulometría, densidad, absorción).
- Cuando cambie alguna de las fuentes de agregados.
- El tipo, absorción o tamaño máximo del agregado grueso.
- El módulo de finura del agregado fino en más de dos décimas (0,2).
- La naturaleza o proporción de los aditivos.
- El método de puesta en obra.

Los documentos del proyecto indicarán la resistencia por exigir al concreto destinado a la construcción del pavimento. La resistencia especificada será la característica a flexotracción y a compresión a veintiocho (28) días, la primera en probetas prismáticas de sección cuadrada y la segunda en cilindros estándar.

Para cada dosificación ensayada, se controlarán la consistencia (AASHTO T 119), las resistencias a flexotracción (AASHTO T 97), a compresión (AASHTO T 22), ambas a siete (7) y veintiocho (28) días y, cuando se exija, el contenido de aire incluido (AASHTO T 152 o AASHTO T 196). Los especímenes de muestra serán curados de acuerdo con AASHTO T 23.

Los ensayos de resistencia se llevarán a cabo sobre probetas procedentes de cuatro (4) amasadas diferentes de concreto, confeccionando series de cuatro (4) probetas por amasada. De cada serie se ensayarán dos (2) probetas a siete (7) días y dos (2) a veintiocho (28) días, obteniéndose los valores medios de cada grupo de resultados. Se considerará como fórmula de trabajo la mezcla cuyo valor medio obtenido a veintiocho (28) días supere la resistencia especificada con margen suficiente para que sea razonable esperar que con la dispersión que introduce la ejecución de la obra, la resistencia característica real de ésta sobrepase la especificada.

La relación agua/cemento no será superior a 0,50 y el asentamiento, medido según la norma AASHTO T 119, deberá estar entre veinticinco y cuarenta milímetros (25 mm - 40 mm). En el caso de colocación manual del concreto, y como excepción a lo establecido en la Tabla 501-2, pueden permitirse asentamientos de hasta 100 mm, siempre y cuando se utilicen aditivos retardadores de fragua en la fórmula de trabajo, debidamente aprobados por el Contratante y empleados de acuerdo con las especificaciones dadas por el fabricante.

**(c) Ensayos característicos de obra y ejecución de tramos de prueba.** Estos ensayos tienen por objeto verificar que con los medios disponibles en la obra, resulta posible fabricar un concreto de las características exigidas.

Para cada dosificación de posible aplicación en obra, determinada a partir de los ensayos previos de laboratorio en tramos de prueba, se efectuarán ensayos de resistencia sobre probetas prismáticas procedentes de seis (6) amasadas diferentes, confeccionando dos (2) probetas por amasada, las cuales se ensayarán a flexotracción a siete (7) días, obteniéndose el valor medio de los resultados de las roturas. Para cada serie de probetas se controlará la resistencia y, de ser necesario, el aire incluido, con los mismos métodos empleados para los ensayos previos. Si el valor medio de la resistencia obtenida a los siete (7) días es igual o superior al ochenta por ciento (80%) de las resistencias especificadas

a los veintiocho (28) días, y no se han obtenido resultados fuera de especificación para la consistencia o el aire incluido, se efectuará un tramo de prueba con concreto de dicha dosificación. En caso contrario, se harán los ajustes necesarios hasta conseguir un concreto que cumpla las exigencias de este numeral. El tramo de prueba, cuya longitud será determinada por el Contratante, en consideración al método de colocación, podrá ser construido por fuera de la calzada por pavimentar. El tramo servirá para verificar que los medios de vibración disponibles son capaces de compactar adecuadamente el concreto en todo el espesor del pavimento, que se cumplen las limitaciones de regularidad y rugosidad establecidas por la presente especificación, que el proceso de curado y protección del concreto fresco es adecuado y que las juntas se realizan correctamente.

En caso de que los resultados del primer tramo no sean satisfactorios, se construirán otros introduciendo variaciones en los equipos, métodos de ejecución o, incluso, en la dosificación, hasta obtener un pavimento con las condiciones exigidas. Logrado esto, se podrá proceder a la construcción del pavimento.

Del trabajo satisfactorio se extraerán seis (6) testigos cilíndricos a los cincuenta y cuatro (54) días de la puesta en obra, para la determinación de la resistencia del concreto, cada uno de los cuales distará del más próximo cuando menos siete metros (7 m) en sentido longitudinal y estarán separados más de quinientos milímetros (500 mm) de cualquier junta o borde. Estos testigos se ensayarán a tracción indirecta (ASTM C 496) a la edad de cincuenta y seis (56) días, luego de ser sometidos ha curado húmedo durante las cuarenta y ocho (48) horas previas al ensayo.

**(d) Preparación de la superficie existente.** La mezcla no se extenderá hasta que se compruebe que la superficie sobre la cual se va a colocar tenga la densidad apropiada y las cotas indicadas en los planos o definidas por el Contratante. Todas las irregularidades que excedan las tolerancias establecidas en la especificación de la unidad de obra correspondiente, se corregirán de acuerdo con lo establecido en ella, a plena satisfacción del Contratante.

Cuando se emplee el método de construcción con formaletas fijas, se controlará que su altura libre corresponda efectivamente al espesor de diseño de las losas.

Antes de verter el concreto, se saturará la superficie de apoyo de las losas sin que se presenten charcos o, si el proyecto lo contempla, se cubrirá con papel especial o material plástico con traslapes no inferiores a ciento cincuenta milímetros (150 mm) y plegándose lateralmente contra las formaletas, cuando éstas se utilicen. El traslapo se hará teniendo en cuenta la pendiente longitudinal y transversal, para asegurar la impermeabilidad.

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

**(e) Elaboración de la mezcla.**

**(1) Manejo y almacenamiento de los agregados finos.** No se permitirá ningún método de manejo y almacenamiento de los agregados que pueda causar segregación, degradación, mezcla de distintos tamaños o contaminación con suelo u otros materiales.

La cantidad de los agregados almacenados al iniciar las obras, debe ser suficiente para diez (10) días de trabajo.

**(2) Suministro y almacenamiento del cemento.** El cemento en sacos se deberá almacenar en sitios secos y aislados del suelo, en acopios de no más de siete metros (7 m) de altura.

Si el cemento se suministra a granel, se deberá almacenar en sitios aislados de la humedad. La capacidad máxima de almacenamiento será la suficiente para el consumo de dos (2) jornadas de producción normal.

Todo cemento que tenga más de dos (2) meses de almacenamiento en sacos o tres (3) meses en silos, deberá ser examinado por el Contratante, para verificar si aún es susceptible de utilización.

**(3) Almacenamiento de aditivos.** Los aditivos se protegerán convenientemente de la intemperie y de toda contaminación. Los sacos de productos en polvo se almacenarán bajo cubierta y observando las mismas precauciones que en el caso del almacenamiento del cemento. Los aditivos suministrados en forma líquida se almacenarán en recipientes estancos. Los aditivos químicos líquidos deberán almacenarse en lugares protegidos de la acción directa de los rayos solares y de temperaturas menores a los 5 grados centígrados.

**(4) Básculas.** Las básculas para el pesaje de los materiales deben tener una precisión mínima de uno por ciento ( $\pm 1\%$ ). Se calibrarán cada vez que el Contratante lo considere necesario y, como mínimo, cada quince (15) días.

Al iniciar las obras, el Contratista deberá certificar la precisión de las básculas según lo solicitado por el documento de licitación, empleando para ello una empresa certificada por el fabricante de las básculas y aprobada por el Contratante. El Contratista deberá tener en obra unas masas calibradas y proceder a calibrar la báscula cada vez que el Contratante lo solicite o cada 15 días de trabajo continuo. En todos los casos las tolerancias no deberán ser menores al 1% del peso de cada una de las materias primas empleadas.

El equipo de pesaje estará aislado contra vibraciones y movimientos de otros equipos de la planta de forma que, cuando la planta esté en funcionamiento, las lecturas no varíen en más de uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) para los diferentes ingredientes.

**(5) Dosificación del concreto.** Los agregados y el cemento a granel para la fabricación del concreto se dosificarán por peso, por medio de equipos automáticos de dosificación.

En la fórmula de trabajo, las dosificaciones de los agregados se establecerán en peso de materiales secos, teniéndose en cuenta su humedad al ajustar los dispositivos de pesaje. En el momento de su dosificación, los agregados tendrán una humedad suficientemente baja para que no se produzca un escurrimiento de agua durante el transporte desde la planta de dosificación al dispositivo de mezclado y lo suficientemente alta para evitar la absorción de agua libre de la mezcla y la producción de cambios volumétricos en el concreto por este motivo.

El cemento a granel deberá ser pesado en una báscula independiente de la utilizada para dosificar los agregados.

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

**(6) Mezcla de los componentes.** La mezcla se realizará en una planta central. En obras de pequeño volumen se podrá autorizar la mezcla en camiones mezcladores, cuyas características deben ser de aceptación del Contratante. Los componentes de la mezcla se introducirán en la mezcladora de acuerdo con una secuencia previamente establecida por el Contratista y aprobada por el Contratante. Los aditivos en forma líquida o en pasta se añadirán al agua antes de su introducción en la mezcladora. Los aditivos en polvo se introducirán en la mezcla junto con el cemento o los agregados, excepto cuando el aditivo contenga cloruro de calcio, en cuyo caso se añadirá en seco mezclado con los agregados, pero nunca en contacto con el cemento; no obstante, en este último caso se prefiere agregarlo en forma de disolución.

Los materiales deberán mezclarse durante el tiempo necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa, sin segregación. Su duración mínima se establecerá mediante las pruebas pertinentes y deberá contar con la aprobación del Contratante.

**(f) Transporte de concreto.** El transporte entre la planta y la obra se efectuará de la manera más rápida posible, empleando alguno de los medios descritos en el aparte 4 del artículo 501.03. El concreto se podrá transportar a cualquier distancia, siempre y cuando no pierda sus características de trabajabilidad, se encuentre todavía en estado plástico en el momento de la descarga y cumpla con las especificaciones de revenimiento y resistencia.

En el caso de construcción en tiempo caluroso, se cuidará de que no se produzca desecación de la mezcla durante el transporte. Si a juicio del Contratante existe tal riesgo, se deberán utilizar retardadores de fraguado.

En caso necesario y con las debidas pruebas, el Contratante podrá autorizar la adición de aditivos retardadores de fragua a los camiones mezcladores, en cuyo caso deberá asegurarse que la mezcla sea revuelta en el camión mezclador por un lapso no menor de cinco minutos.

**(g) Colocación de formaletas.** Cuando la obra se ejecute entre formaletas fijas, éstas podrán constituir por sí mismas el camino de rodadura de las máquinas de construcción del pavimento o podrán tener un carril para atender esa función. En cualquier caso, deberán presentar las características señaladas en la presente especificación. Las caras interiores de las formaletas aparecerán siempre limpias, sin restos de concreto u otras sustancias adheridas a ellas. Antes de verter el concreto, dichas caras se recubrirán con un producto antiadherente, cuya composición y dosificación deberán ser aprobadas previamente por el Contratante.

Cuando la máquina utilice como formaleta un bordillo o una franja de pavimento construido previamente, éste deberá tener una edad de cuando menos tres (3) días.

**(h) Colocación de elementos de guía para pavimentadoras de formaletas deslizantes.** El espaciamiento de los piquetes (jalones) que sostienen el hilo guía no puede ser mayor de cinco metros (5 m), quedando a criterio del Contratante autorizar espaciamientos mayores, hasta diez metros (10m), en obras menores. El hilo guía deberá ser preferiblemente un cable de acero, el cual se deberá tensar de modo que la deflexión máxima entre jalones sea menor de 1 mm.

Cuando se vierta concreto en una franja adyacente a otra existente, se tomarán las mismas precauciones que en el caso de trabajar entre formaletas fijas.

**501.05 Acabado superficial.** El acabado superficial longitudinal del concreto recién colado podrá proporcionarse mediante llanas mecánicas y a continuación, mediante el arrastre de tela de yute o bandas de cuero húmedas. Posteriormente con un equipo de texturizado por medio de herramientas manuales desarrolladas específicamente para este trabajo, se procederá a realizar el texturizado transversal mediante una rastra de alambre en forma de peine, con una separación entre dientes de 20 milímetros, ancho de dientes de 3 milímetros y con una profundidad de penetración máxima de 6 milímetros y mínima de 3 milímetros a todo lo ancho de la superficie pavimentada. Esta operación se realizará cuando el concreto esté lo suficientemente plástico para permitir el texturizado, pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación.

El acabado final deberá proporcionar una superficie de rodamiento con las características mínimas de seguridad (coeficiente de fricción) y de comodidad (índice de perfil) que se indican en seguida.

Una vez terminados los trabajos de construcción de las losas correspondientes a un día, y durante las siguientes cuarenta y ocho (48) horas, el contratista se obligará a realizar los estudios necesarios para garantizar el acabado final de la superficie de rodamiento. Dichos estudios consistirán en la determinación del índice de perfil de acuerdo con la especificación complementaria correspondiente a la determinación de la calidad de la superficie terminada (rugosidad). Deberá de seguirse un IRI para pavimentos de Concreto Hidráulico de acuerdo a lo que establezca el Gerente de Obras El contratista deberá garantizar que el índice de perfil del pavimento construido cumpla con la especificación complementaria correspondiente y con las tolerancias incluidas en esta especificación.

En caso que se requiera y cuando lo solicite el Contratante, para efectos de frenado, el Contratista deberá garantizar mediante estudios que realice, que la superficie terminada presenta una resistencia al derrapamiento que, al medirse con un dispositivo de medición continua, arroje un valor igual o mayor de siete décimas (0.7) en condiciones de pavimento mojado y a velocidad de setenta y cinco kilómetros por hora (75 kph); la medición se realizará por lo menos sobre la huella de la rodera externa de cada carril (ASTM E 670).

**501.06 Protección del concreto fresco.** Durante el tiempo de fraguado, el concreto deberá ser protegido contra el lavado por lluvia, la insolación directa, el viento y la humedad ambiente baja.

Para ello se dispondrá en obra de toldos a base de manteados o plásticos que eviten el lavado de las texturas superficiales de las losas o, si lo ameritara, de la acción directa de los rayos solares. Los mismos deberán colocarse cada vez que sea necesario o cuando lo indique el Contratante. Si el Contratista no atiende esta orden y las losas sufren un lavado del acabado superficial, deberá someter por su cuenta la superficie a un ranurado transversal, de acuerdo con las indicaciones del Contratante.

Durante el período de protección, que en general no será inferior a tres (3) días a partir de la colocación del concreto, estará prohibido todo tipo de tránsito sobre él, excepto el necesario para el aserrado de las juntas cuando se empleen sierra mecánicas.

**501.07 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 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.

**501.8 Desformaletado.** Cuando el pavimento se construya entre formaletas fijas, el desformaletado se efectuará luego de transcurridas dieciséis (16 horas) a partir de la colocación del concreto. En cualquier caso, el Contratante podrá aumentar o reducir el tiempo, en función de la resistencia alcanzada por el concreto.

**501.9 Juntas.** Las juntas deberán ajustarse al alineamiento, dimensiones y características consignadas en el proyecto.

Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos abrasivos si se realizan los cortes en seco, o con discos de diamante que enfriados con agua. El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales. Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. El contratista será el responsable de elegir el momento propicio para efectuar esta actividad sin que se presente pérdida de agregado en la junta o desmoronamiento de los bordes de los cortes o de la losa; sin embargo, una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas. El inicio de los trabajos deberá iniciar entre las 4 ó 6 horas de haber colocado el concreto y deberá terminar antes de 12 horas después del colado. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno deberán ser demolidas y/o reparadas de acuerdo y a satisfacción del Contratante.

En el caso de que se requiera de cortes de juntas en dos etapas (escalonados), el segundo corte no deberá realizarse antes de 48 horas después del colado.

En la construcción de las juntas deberá considerarse la siguiente clasificación:

- Longitudinales de contracción aserradas y con barras de amarre (Tipo A)

- Transversales de contracción aserradas y con pasajuntas (Tipo B)
- Longitudinales de construcción y con barras de amarre (Tipo C)
- Transversales de construcción cimbradas con pasajuntas (Tipo D)

Las juntas longitudinales y transversales de contracción aserradas y con barras de amarre ó pasajuntas (Tipos A y B) se construirán en los sitios que indique la sección típica del proyecto de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

La junta longitudinal de construcción con barras de amarre (Tipo C) quedará formada en la unión de la junta fría entre las dos franjas de pavimentación como se indica en el proyecto.

Las juntas transversales de construcción con pasajuntas (Tipo D) se construirán en los lugares predeterminados para finalizar el colado del día, coincidiendo siempre con una junta transversal de contracción y alineada perpendicularmente al eje del camino; estas juntas se construirán de acuerdo con lo indicado en el proyecto y se colocarán pasajuntas a todo lo ancho de la sección transversal.

Cuando por causas de fuerza mayor sea suspendido el colado por más de 30 minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia con la que se suspenderá el colado hasta que sea posible reiniciarlo, a menos que según el criterio del Contratante el concreto se encuentre todavía en condiciones de trabajabilidad adecuadas. La configuración de las juntas transversales de emergencia será exactamente igual que la de las juntas transversales de construcción (Tipo D).

La localización de la junta transversal de emergencia se establecerá en función del tramo que se haya colado a partir de la última junta transversal de contracción trazada. Si el tramo colado es menor que un tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para hacer coincidir la localización de la junta de emergencia con la transversal de contracción inmediata anterior. En caso de que la emergencia ocurra en el tercio central de la losa, se deberá establecer la localización de la junta de emergencia cuidando que la distancia de ésta a cualquiera de las dos juntas transversales de contracción adyacentes no sea menor que 1.5 metros. Si la emergencia ocurre en el último tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para que la localización de la junta transversal de emergencia sea en el tercio medio de la losa.

Las juntas transversales de construcción y las juntas transversales de emergencia deberán formarse hincando en el concreto fresco una frontera metálica que garantice la perpendicularidad del plano de la junta con el plano de la superficie de la losa. Esta frontera o cimbra deberá contar con orificios que permitan la instalación de pasajuntas en todo lo ancho de la losa con el alineamiento y espaciamiento correctos, independientemente de que los documentos de construcción no indiquen pasajuntas en los acotamientos. Estas juntas serán vibradas con vibradores de inmersión para garantizar la consolidación correcta del concreto en las esquinas y bordes de la junta.

Las ranuras aserradas deberán inspeccionarse para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad especificada. Toda materia extraña que se encuentre dentro de todos los tipos de juntas deberá extraerse mediante agua a presión, chorro de arena (sand blast) y aire a presión los cuales deberán ser aplicados siempre en una misma dirección. El uso de este procedimiento deberá garantizar la limpieza total de la junta y la eliminación de todos los residuos del corte.

La longitud de las losas en el sentido longitudinal será de acuerdo a lo indicado en el proyecto, con la tolerancia que se indique en los planos y especificaciones especiales, coincidiendo siempre el aserrado de las juntas transversales con el centro de la longitud de las pasajuntas. El alineamiento de las juntas longitudinales será el indicado en el proyecto, con la tolerancia establecida en los planos y especificaciones especiales.

Deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar que se dañen los bordes de las juntas por impactos del equipo o de la herramienta que se estén utilizando en la obra. En el caso de que produzcan daños en las juntas, el contratista deberá corregirlos sin cargo alguno formando una caja mínima de 50 centímetros de ancho por 50 centímetros de largo por un medio del espesor de la losa de profundidad por medio de la utilización de cortadoras de disco. No se permite el uso de equipos de impacto para el formado de la caja. El concreto a ser empleado en la reparación deberá ser del tipo que no presente contracción ni cambio volumétrico alguno por las reacciones de hidratación del cemento.

**501.10 Junta pavimento - bordillo.** La junta entre el pavimento de concreto con el bordillo no es considerada como parte de la estructura del pavimento, por lo que no se requiere de algún refuerzo de amarre. Sin embargo, es probable que se pudiera producir cierta separación entre ambos con el paso de los años. Para evitar esta separación, se colocará una varilla de amarre del #4 de 90 cm de longitud a cada 120 cm y se sellará esta junta con el mismo material empleado en las juntas del pavimento. Las varillas de acero de amarre deberán ser de grado 40 ( $f_y=3250 \text{ kg/cm}^2$ ) pudiéndose doblar a 90° en caso de ser necesario. La construcción del bordillo se realizará posteriormente.

**501.11 Apertura al tránsito.** El pavimento se abrirá al tránsito cuando el concreto haya alcanzado una resistencia a flexotracción del ochenta por ciento (80%) de la especificada a veintiocho (28) días. A falta de esta información, el pavimento se podrá abrir al tránsito sólo después de transcurridos catorce (14) días desde la colocación del concreto.

**501.12 Defectos en las juntas a causa del aserrado.** Si a causa de un aserrado prematuro se presentan descascaramientos en las juntas, deberán ser reparados por el Contratista, a su costa, con un mortero de resina epóxica aprobado por el Contratante.

**501.13 Conservación.** El pavimento de concreto hidráulico deberá ser mantenido en perfectas condiciones por el Contratista, hasta el recibo definitivo de los trabajos.

**501.14 Tolerancias.** Para dar por recibida la construcción de las losas de concreto hidráulico se verificarán el alineamiento, la sección en su forma, espesor, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o ordenado por el Contratante, con las siguientes tolerancias:

**Tabla 502-3 Tolerancias  
– Generales**

Case	Tolerancia
Pendiente transversal con respecto a la del pi oyecto	±0.5%
Goeficiente- de fricciori inicial de la superficie de rcdamiento	0.7Qmin>mo

Para la determinación de la deficiencia en el espesor de la losa y el factor de ajuste aplicable para cada sección de 500 metros, se deberá seguir el procedimiento indicado en la especificación complementaria correspondiente, incluida en estas especificaciones.

Para la determinación de la calidad de la superficie terminada del pavimento y el factor de ajuste aplicable para cada sección de 200 metros, se deberá seguir el procedimiento indicado en la especificación complementaria correspondiente, incluida en estas especificaciones.

#### **501.15 Espesor de la losa del concreto**

**(a) Extracción de Núcleos.** Se deberán extraer núcleos del pavimento de concreto en los lugares especificados por el Contratante después de que se hayan llevado a cabo todas las correcciones requeridas y antes de que se efectúe la aceptación final del pavimento. El espesor del pavimento se deberá determinar siguiendo los lineamientos de la especificación ASTM C 42 y ASTM C 174.

Para el propósito de establecer un precio unitario ajustado del pavimento, se considerarán unidades de 500 metros de longitud en cada carril de circulación comenzando por el extremo del pavimento con el cadenamamiento menor. La última unidad en cada carril de circulación será de 500 metros más la fracción restante para el final del pavimento.

El Contratante solicitará la extracción de un núcleo del pavimento por cada unidad de 500 metros en cada carril de circulación en el lugar especificado o seleccionado aleatoriamente. Cuando el espesor del pavimento medido según los lineamientos de la especificación ASTM C 174 no sea deficiente en más de 5 milímetros con respecto al especificado en los documentos de construcción, se efectuará el pago completo de la unidad. Cuando el espesor del pavimento sea deficiente en más de 5 milímetros, pero en menos de 20 milímetros, se deberán obtener dos núcleos adicionales dentro de la unidad en estudio a costo del contratista. Los dos núcleos adicionales para cualquier unidad de 500 metros deberán ser obtenidos a intervalos no menores que 150 metros. Si el promedio del espesor de losa obtenido de los tres núcleos no es deficiente en más de 5 milímetros, se efectuará el pago completo de la unidad. En el caso de que el promedio del espesor de losa obtenido a partir de los tres núcleos sea deficiente en más de 5 milímetros, pero no menos que 20 milímetros, se pagará un precio ajustado de la unidad según se indica más adelante, empleando para esto el espesor de losa promedio obtenido a partir de los tres núcleos de concreto.

Para el cálculo del espesor de losa promedio, aquellos espesores que sean mayores que el espesor indicado en los documentos de construcción por más de 5 milímetros serán considerados como el espesor indicado más 5 milímetros. De la misma forma, aquellos espesores de losa que sean menores que el espesor indicado en los documentos de construcción en más de 20 milímetros serán considerados como el espesor indicado menos 20 milímetros.

Cuando el espesor de cualquier núcleo de concreto sea deficiente por más de 20 milímetros, el espesor del pavimento en esta área se determinará por medio de la extracción de núcleos a intervalos de 5 metros paralelos al eje del camino en ambas direcciones a partir del núcleo que se encontró deficiente hasta que se obtenga en cada una de las direcciones un núcleo que no sea deficiente por más de 20 milímetros. Estos núcleos de exploración no serán incluidos para el cálculo del espesor promedio de la losa con el fin de obtener un precio ajustado. Los núcleos de exploración serán empleados solamente para determinar la longitud de pavimento dentro de la unidad en estudio que será removida sin que el contratista reciba pago alguno por esa área.

Cualquier área del pavimento que sea deficiente por más de 20 milímetros, pero no por más del valor mayor de entre 25 milímetros o 1/8 del espesor indicado en los documentos de construcción no será sujeta de pago al contratista.

Cualquier área de pavimento que se encuentre deficiente en más de 25 milímetros o 1/8 del espesor indicado de la losa en los documentos de construcción, lo que sea mayor, deberá ser removida y remplazada, a solicitud del Contratante, con concreto de resistencia y espesor indicado en los documentos de construcción sin que el contratista reciba pago alguno por los trabajos adicionales.

**(b) Ajuste de Precio.** El pago de la losa de concreto para cada unidad de análisis de 500 metros por carril se efectuará de acuerdo a la siguiente tabla de tolerancias. La deficiencia en espesor determinada por núcleos será el resultado de aplicar los procedimientos anteriormente descritos para cada unidad de análisis de 500 metros por carril de circulación.

**Tabla 501 – 4 Tolerancias –  
Espesor de losa de concreto**

Deficiencia en espesor de losa determinada por cada sección de 500 m	Factor de ajuste aplicable sobre el precio unitario contratado
De 0.0 a 5.0 mm	1.00
De 5.1 a 7.5 mm	0.85
De 7.6 a 10.0 mm	0.75
Mayor que 10.0 mm	SUBSTITUIR

#### 501.16 Índice de rugosidad superficial para la losa de concreto

**(a) Generalidades.** El contratista deberá proveer y mantener durante el tiempo que dure la obra un perfilómetro que cumpla con las especificaciones ASTM E-1274. La calibración del equipo, siguiendo los lineamientos de la misma especificación, deberá ser verificada por el Contratante antes de su uso en el proyecto. Los resultados del ensayo del perfilómetro serán evaluados por el Contratante.

**(b) Alcance.** El ensayo de la superficie de pavimento será limitado a aquellos pavimentos con más de 200 metros de longitud de construcción.

Aquellos pavimentos con curvas horizontales que tengan un radio de curvatura al eje del camino menor que 300 metros no serán ensayados, al igual que las transiciones de la sobre-elevación correspondiente a dichas curvas. El pavimento comprendido dentro de los 5 metros subsecuentes a un pavimento existente no colocado dentro de este proyecto, o a una estructura o losa de aproximación, no será ensayado por medio del perfilómetro. Para estos casos deberá emplearse una regla de 3 metros de longitud, y las irregularidades comprendidas en cualquier dirección (en el caso de que existan) no deberán exceder 5 milímetros. Para la corrección de irregularidades que no cumplan con la tolerancia aquí especificada se empleará aquel método aprobado previamente por el Contratante con cargo al contratista.

**(c) Perfiles del Pavimento.** Cada carril de circulación deberá ser evaluado como a continuación se indica.

La obtención del perfil del pavimento comenzará a 5 metros dentro del concreto previamente colocado, y será medido a lo largo de las líneas imaginarias que son paralelas a aquellas que delimitan cada carril de circulación, y que están ubicadas aproximadamente a 1 metro dentro del carril que está siendo evaluado. Las mediciones efectuadas a lo largo del pavimento siendo evaluado serán divididas en tramos consecutivos de 200 metros cada uno, con el fin de establecer secciones que podrán tener un premio o una deducción debido a la calidad de la superficie terminada. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200 metros será el promedio de las dos mediciones tomadas dentro del ancho de cada carril de circulación evaluado.



Alternativamente, cuando se lleve a cabo pavimentación completa del ancho de corona en una sola pasada del tren de pavimentación, y la sección transversal del pavimento esté compuesta por al menos dos carriles de circulación más los acotamientos correspondientes, se podrá obtener sólo un perfil del pavimento por carril de circulación para efectos de esta evaluación. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200 metros será el promedio de todas las mediciones tomadas en la sección transversal que cumpla con lo aquí estipulado.

**(d) Control de la superficie del pavimento.** Al inicio de las operaciones de pavimentación, ya sea al arranque de la pavimentación o después de tiempos prolongados de inactividad, la superficie del pavimento será revisada con el perfilómetro, tan pronto como sea posible sin dañar la superficie del pavimento. El propósito de este ensayo es ayudar al contratista a evaluar los métodos y equipos de pavimentación. La longitud de esta sección de prueba inicial no deberá exceder 400 metros. Cuando los métodos de pavimentación y el equipo empleado produzcan un índice de perfil dentro de tolerancia sin castigo, o menor, el Contratista podrá proceder con las operaciones de pavimentación. En el caso de que este índice de perfil inicial exceda de la tolerancia sin castigo, el contratista deberá efectuar correcciones en sus operaciones de pavimentación, las cuales deberán ser aprobadas por el Contratante, antes de que pueda proceder a pavimentar y evaluar otra sección de prueba de 400 metros.

**(e) Índice de perfil promedio diario.** Un día de pavimentación será definido como un mínimo de 200 metros de longitud de pavimento colocado durante un mismo día. Cuando la colocación de concreto de un solo día no exceda 200 metros de longitud, dicha pavimentación deberá ser agrupada con la del día de pavimentación inmediato siguiente. Los perfiles del pavimento deberán medirse tan pronto como sea práctico y posible, pero no más tarde que el siguiente día de trabajo.

El índice de perfil promedio deberá ser determinado para cada día de pavimentación por medio del promedio aritmético de todos los índices de perfil calculados por cada una de las secciones de 200 metros comprendidas dentro de la longitud de pavimentación del día correspondiente. Cuando el índice de perfil promedio diario exceda el valor de reposición, las operaciones de pavimentación, deberán ser suspendidas inmediatamente hasta que el contratista efectúe las correcciones pertinentes que sean aprobadas por el Contratante. Para reanudar las operaciones de pavimentación, el contratista deberá cumplir con lo estipulado en el procedimiento correspondiente al arranque de las operaciones de pavimentación, incluido en esta especificación.

**(f) Evaluación del pavimento y correcciones.** Después de que la superficie del pavimento sea ensayada, todas aquellas áreas que presenten una desviación igual o mayor a 10 milímetros en 7.5 metros o menos deberán corregirse. Después de su corrección deberán ensayarse de nuevo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Después de la corrección individual de todas las desviaciones, cualquier sección de 200 metros de longitud que presente un índice de perfil mayor que el correspondiente de corrección deberá ser corregida para reducir dicho índice al valor de tolerancia sin castigo o menor. Estas secciones de pavimento donde se han requerido correcciones deberán ser ensayadas una vez que dicha correcciones estén incluidas para asegurar que efectivamente se ha reducido el índice de perfil al correspondiente a tolerancia sin castigo o menos.

Cuando el índice de perfil de cualquier sección de 200 metros exceda de la tolerancia sin castigo, pero no exceda el valor de corrección, el contratista podrá elegir entre corregir la calidad de la superficie terminada o aceptar una penalización dentro de su precio unitario de pavimento debido a la calidad deficiente de dicha superficie terminada.

Todos los trabajos de corrección que deberán efectuarse a la superficie terminada del pavimento serán con cargo al contratista. Todo método de corrección de la superficie del pavimento deberá ser aprobado por el Contratante. No se le permitirá al contratista efectuar trabajos de corrección por medio del empleo de equipos de impacto que puedan dañar la estructura de pavimento ni mediante retoques superficiales adheridos.

Una vez que se efectúen los trabajos de corrección de la superficie del pavimento donde así se requiera, el contratista deberá restablecer a satisfacción del Contratante, la textura de dicha superficie.

Todos los trabajos de corrección de calidad de superficie del pavimento deberán ser efectuados antes de que se determinen los espesores de losa para pago según la especificación complementaria correspondiente.

#### **8.1.4. Medición y Pago**

**501.18** . Se medirá por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta., el pago se hará al precio del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción del Contratante.

Los costos incluidos dentro de la suma global por pavimentación deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales y el descapote y la preparación de las zonas por explotar. Deberá cubrir, también, todos los costos de explotación de las fuentes de materiales; la selección, trituración, eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezcla de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluidos los aditivos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y colocación de los pasadores (pasajuntas), varillas de unión, mallas electrosoldadas, elementos para separación del pavimento o curado y materiales para el sello de todas las juntas según lo contemple el proyecto; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado, la ejecución de juntas, el acabado superficial y el curado requerido; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales; la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación; la fase de experimentación; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito público durante la realización de las obras y el período de curado, la demolición, retiro y disposición de las losas rechazadas y, en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

## 8.2. SECCIÓN 502. REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS DE CONCRETO DE CEMENTO

### 8.2.1. Descripción

502.01 Este trabajo consiste en la rehabilitación de pavimentos de concreto de cemento Portland. 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 de la superficie, la reparación de grietas y juntas, y el fracturado y aplanado de las losas antes de la colocación de una sobre capa en el pavimento existente.

### 8.2.2. Materiales

502.02 Los materiales deben estar conformes con las siguientes Secciones y Subsecciones:

Adhesivos de resina epóxica	725.21
Rellenos de juntas y sellantes	712.01
Lechada de polímeros, mortero y concreto	725.22
Pavimento de concreto de cemento Portland	501
Agua	725.01

### 8.2.3. 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.

La mezcla de lechada de cemento hidráulico deber diseñarse de acuerdo a la Subsección 725.22.

502.04 **Equipo.** Debe proveerse equipo conforme a la Sección 501 y lo siguiente:

**(a) Remoción de pavimento de cemento Portland.** 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 milímetros 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:

- (1) 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.
- (2) 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.
- (3) Una viga Benkelman modificada o un dispositivo similar aprobado.

**(j) Texturizado o fresado superficial con hojas diamantadas.** Debe suministrarse un equipo de tracción propia específicamente diseñado para suavizar y texturizar pavimentos de concreto de cemento Portland con hojas diamantadas. El equipo proveído debe ser capaz de hacer lo siguiente:

- (1) Cortar o alisar por lo menos en un ancho de 1 metro.
- (2) No invadir más allá del área de trabajo cuando haya tránsito en movimiento.
- (3) 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.** Este trabajo consiste en la reparación de fracturas en los bordes de las losas, baches, fracturas de las esquinas, descascaramientos u otros desperfectos superficiales en un pavimento de concreto de cemento Portland.

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 milímetros de profundidad. Para parches mayores a 40 milímetros de profundidad, debe utilizarse concreto de cemento Portland.

**(b) Preparación del área a reparar.** Los límites de la reparación deben extenderse un mínimo de 100 milímetros 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 milímetros, 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 se contraiga.

Debe fracturarse y extraerse el concreto dentro del área a reparar en una profundidad mínima de 40 milímetros, hasta exponer el concreto sólido y limpio. Si la profundidad de la reparación excede los 100 milímetros, 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 milímetros, para facilitar la colocación del encofrado utilizado en el trabajo. Repare y compacte el espaldón con material 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 siguiente.

**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 milímetros. 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 milímetros 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 firme contacto 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 la aprobación del Contratante, 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 megapascales. Presiones hasta de 2 megapascales sólo son permitidas por períodos cortos (30 segundos o menos). Si el pavimento está adherido a la sub-base, brevemente puede elevarse la presión (10 segundos o menos) a 4.1 megapascales. 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 sobre izaje es mayor a 25 milímetros, 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:

- (1) 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.
- (2) Ponga el calibrador en cero, sin carga en la losa, en cualquiera de los lados de la junta.
- (3) Mueva el camión de ensayo hasta su posición y párelo con el centro del eje de ensayo 300 milímetros detrás de la junta y la rueda de ensayo de afuera 300 milímetros del borde del pavimento. Lea el calibrador de atrás.
- (4) Mueva el camión de ensayo a través de la junta, hasta una posición similar 300 milímetros delante de la junta y párelo. Lea el calibrador de adelante.

(5) 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 milímetros.

**(b) Perforación de los orificios.** Los orificios deben ser perforados utilizando el patrón requerido. El Contratante puede aprobar un patrón para los orificios alterado 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 milímetros debajo de la losa del concreto.

Debe someterse el número, profundidad y localización de los orificios para el segundo sello para revisión y aprobación del Contratante.

(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 milímetros, 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 prevenirse a la losa de 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 Contratante 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 (esmerilado) de la superficie del pavimento.** Este trabajo consiste en el fresado del pavimento existente para eliminar defectos en las juntas o grietas y proveer un drenaje lateral adecuado. 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 lisura. Deben verificarse las juntas y las grietas al azar con una regla de 3 metros. Los desalineos 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 desalineos 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 Contratante 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 150 milímetros 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 del 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 del aplanado del pavimento rígido, 2 pasadas como mínimo con una aplanadora vibratoria de 9 toneladas métricas. El Contratante 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 trabajarse, de acuerdo con la Sección 412, los lados verticales cercanos en donde el concreto quebrado a espesor total es removido. La cavidad debe llenarse con concreto asfáltico de acuerdo con la Sección 402.

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 recompactarse el tramo.

Si no es posible fracturar el pavimento al tamaño especificado debido a una subrasante pobre, debe removerse el pavimento y remplazarlo con agregados acordes con la Sección 301.

Las juntas y las grietas existentes mayores de 15 milímetros deben ser limpiadas y selladas de acuerdo con la Subsección 414.05.

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 Portland tenga una resistencia a la compresión de 25 megapascuales 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 megapascuales 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.

#### **8.2.4. Aceptación.**

El material para la restauración de pavimentos de concreto de cemento Portland será evaluado bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03. Deberá suministrarse una certificación de producción para el cemento Portland.

El revenimiento, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura de la mezcla de concreto serán evaluados bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04. Ver la Tabla 502-1 para el mínimo de muestreo y ensayo.

La resistencia a la compresión del concreto será evaluada según la Subsección 106.04. 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 5011. 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 Pórtland (incluyendo el mezclado, colocación, acabado y cura del concreto) será evaluada conforme a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

La lechada será evaluada según la Subsección 106.04. Ver Tabla 502-1 para las exigencias mínimas de muestreo y ensayo.

El trabajo de restauración de pavimentos de concreto de cemento Portland (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 106.02 y 106.04.

**Tabla 502-1**  
**Muestreo y Ensayo**

Material o Producto	Propiedad o Característica	Método de Ensayo o Especificación	Frecuencia	Punto de Muestreo
Concreto	Revenimiento	AASHTO T 119	1 por carga <sup>(2)</sup>	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
	Contenido de Aire	AASHTO T 152 o AASHTO T 196	1 por carga <sup>(2)</sup>	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
	Peso Unitario	AASHTO T 121	1 por carga <sup>(2)</sup>	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
	Temperatura	Termómetro	Primera carga	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
	Confección de los especímenes de ensayo Resistencia a la Compresión <sup>(4)</sup>	AASHTO T 23 AASHTO T 22	1 juego por 2000m <sup>2</sup> pero no menos que 1 por día <sup>(3)</sup>	Flujo de descarga en el punto de colocación <sup>(1)</sup>
Lechada	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) Ver Subsección 552.09(b)(3).

(3) 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.

(4) 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.



## 8.2.5. Medición y Pago

Los costos por rehabilitación de pavimentos de concreto de cemento deberán de ser considerados en el renglón de mantenimiento de calzada existente que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## 8.3. SECCIÓN 503. SOBRE CAPAS DE CONCRETO HIDRÁULICO SOBRE PAVIMENTOS ASFÁLTICOS

### 8.3.1. Descripción

**503.1** Las sobre losas de concreto hidráulico sobre pavimentos asfálticos, denominadas whitetopping, corresponden a rehabilitaciones de pavimentos bituminosos deteriorados con sobrelosas de concreto convencional, tomando como estructura de soporte el pavimento asfáltico existente en el lugar. Existen algunos trabajos preliminares que se deben considerar para la colocación del pavimento whitetopping, tales como bacheo en los sitios donde se considere apropiado restablecer las características de soporte de los pavimentos, renivelación superficial para mantener espesores de concreto constantes, riego de imprimación en las zonas en donde el Contratante lo determine y fresado superficial de la carpeta asfáltica en algunos casos. El que se lleven a cabo alguno o todos los procedimientos anteriores dependen de las especificaciones especiales del Contrato o mostradas en los planos de referencia.

**503.2 Tipos de falla por reparar en el pavimento asfáltico existente** Las fallas que se pueden rehabilitar con whitetopping 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 rugosidad 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 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 25 cm 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.

De acuerdo con los daños encontrados en la vía, así como la capacidad estructural residual del pavimento, se considera la siguiente acción correctiva:

**503.03 Reparación de fallas previo a la colocación de la sobrecapa.** Para garantizar la uniformidad en el soporte de la estructura asfáltica, se deben realizar correcciones en los sitios en donde se presenten las siguientes irregularidades, de acuerdo con la tabla:

**Tabla 503-1**

TIPO DE FALLA	REPARACION 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, fatiga en bloque, transversales y longitudinales	Ninguna
Exudación	Ninguna
Degradación superficial	Ninguna

#### 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:

- Fresado superficial de la superficie existente para renivelación.
- Reparación de baches.
- Limpieza superficial del pavimento existente.
- Construcción de la sobrecarpeta de concreto sobre la superficie existente.

**503.04.1 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
- Compacación de la base remanente
- Colocación del material de relleno hasta el nivel superior de la capa asfáltica

**503.04.2 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 Contratante.

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 Contratante 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 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 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 Gerente de obras 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 Contratante.

### 8.3.2. Materiales

**503.05** Deberán satisfacer los requerimientos contenidos en las secciones siguientes:

Aditivos inclusores de aire	711.02
Aditivos químicos	711.03
Agregado grueso	703.02
Material de curado	711.01
Adhesivos de resina epóxica	725.21
Agregado fino	703.01
Cenizas volantes	725.04
Lechada	725.22
Relleno de juntas y sellantes	712.01
Cemento Portland y cementos modificados	701.01
Acero de refuerzo, varillas de unión, pasajuntas, ganchos de anclaje, capuchas	709.01
Agua	725.01

**503.06 Concreto.** Se aplicarán todos los requerimientos establecidos en la Sección 501 de estas especificaciones.

El diseño de la mezcla, utilizando los agregados provenientes de los bancos ya triturados, quedará a cargo del contratista y será revisada por el Contratante, cuya aprobación no liberará al Contratista de la obligación de obtener en la obra la resistencia y todas las demás características para el concreto fresco y endurecido, así como los acabados especificados. Durante la construcción, la dosificación de la mezcla de concreto hidráulico se hará en peso y su control durante la elaboración se hará bajo la responsabilidad exclusiva del Contratista.

**(a) Resistencia.** La resistencia de diseño del concreto a la tensión por flexión (S'c), o el módulo de ruptura especificado en los planos o en el documento de licitación, verificándose en especímenes moldeados durante el colado del concreto, correspondientes a vigas estándar de quince por quince por cincuenta (15 x 15 x 50) centímetros, compactando el concreto por vibro compresión; una vez curados los especímenes adecuadamente, se ensayarán a los 3, 7 y 28 días, aplicando las cargas en los tercios del su luz (ASTM C 78).

**(b) Especímenes de prueba.** Se deberán tomar muestras de concreto para hacer especímenes de prueba para determinar la resistencia a la flexión durante el colado del concreto. Especímenes de prueba adicionales podrán ser necesarios para determinar adecuadamente la resistencia del concreto cuando la resistencia del mismo a temprana edad límite la apertura del pavimento al tránsito. El procedimiento seguido para el muestreo del concreto deberá cumplir con la norma ASTM C 172.

La frecuencia de muestreo será de 6 especímenes para prueba de módulo de ruptura y 3 especímenes más para determinar el módulo elástico y resistencia a la compresión por cada 150 m<sup>3</sup> de producción de concreto. En el caso de la determinación del módulo de ruptura, se ensayarán dos especímenes a los 3 y 7 días de colado, y los otros dos restantes a los 28 días. En el caso de la determinación del módulo de elasticidad,

resistencia a la compresión, se ensayará un espécimen por cada prueba a los 3 y 7 días de colado, y el restante a los 28 días de transcurrido el colado.

La apertura al tránsito vehicular del pavimento no podrá realizarse antes de que el concreto haya alcanzado una resistencia a la tensión por flexión o Módulo de Ruptura del setenta y cinco por ciento (75%) de la especificada de proyecto como mínimo. En caso de ser necesario se podrán revisar los esfuerzos actuantes a los que estará sometido el pavimento y se permitirá abrir al tráfico cuando la relación entre esfuerzo actuante entre resistente sea de 0.5.

**(c) Trabajabilidad.** El asentamiento promedio de la mezcla de concreto deberá ser de cuatro (4) centímetros al momento de su colocación; nunca deberá ser menor de dos punto cinco (2.5), ni mayor de seis (6) centímetros. Las mezclas que no cumplan con este requisito deberán ser destinadas a otras obras de concreto como cunetas y drenajes, y no se permitirá su colocación para la losa de concreto.

El concreto deberá de ser uniformemente plástico, cohesivo y manejable. El concreto trabajable es definido como aquel que puede ser colocado sin que se produzcan demasiados vacíos en su interior y en la superficie del pavimento.

Cuando aparezca agua en la superficie del concreto en cantidades excesivas después del acabado se deberá efectuar inmediatamente una corrección por medio de una o más de las siguientes medidas:

- a) Rediseño de la mezcla
- b) Adición de relleno mineral o de agregados finos
- c) Incremento del contenido de cemento
- d) Uso de un aditivo inclusor de aire o equivalente, previamente aprobado.

**503.07 Membrana de curado.** Para el curado de la superficie del concreto recién colada deberá emplearse un líquido de color claro, el que deberá cumplir con los requisitos de calidad que se describen en la norma ASTM C171. La membrana de curado a emplear será de un componente cuya base sea agua y parafina de pigmentación blanca.

Deberán utilizarse membranas que eviten se tapen las boquillas de los equipos de rociado.

**503.08 Acero de refuerzo.** El acero de refuerzo necesario para la construcción del pavimento se utiliza en las juntas, ya sea como pasadores de cortante ó pasajuntas o como barras de amarre para mantener los cuerpos del pavimento unidos.

**(a) Barras de Amarre.** En las juntas que muestra el proyecto y/o en los sitios que indique el Contratante, se colocarán barras de amarre con el propósito de evitar el corrimiento o desplazamiento de las losas. Las barras serán corrugadas, de acero estructural, con límite de fluencia ( $f_y$ ) de cuatro mil doscientos (4,200 kg/cm<sup>2</sup>) kilogramos por centímetro cuadrado, debiendo quedar ahogadas en las losas, con las dimensiones y en la posición indicada en el proyecto.

**(b) Barras Pasajuntas (dovelas).** En las juntas transversales de contracción, de construcción, de emergencia y/o en los sitios que indique el Contratante se colocarán barras pasajuntas como mecanismos para garantizar la transferencia efectiva de carga entre las losas adyacentes. Las barras serán de acero redondo liso y deberán quedar ahogadas en las losas en la posición y con las dimensiones indicadas por el proyecto. Ambos extremos de las pasajuntas deberán ser lisos y estar libres de rebabas cortantes. El acero deberá cumplir con la norma ASTM A 615 Grado 60 ( $f_y=4,200$  kg/cm<sup>2</sup>), y deberá ser recubierto con asfalto, parafina, grasa o cualquier otro medio que impida efectivamente la adherencia del acero con el concreto.

Las pasajuntas podrán ser instaladas en la posición indicada en el proyecto por medios mecánicos, o bien por medio de la instalación de canastas metálicas de sujeción. Las canastas de sujeción deberán asegurar las pasajuntas en la posición correcta como se indica en el proyecto durante el colado y acabado del concreto, mas no deberán impedir el movimiento longitudinal de la misma.

**503.09 Sellador de juntas.** El material sellante para las juntas transversales y longitudinales deberá ser elástico, resistente a los efectos de combustibles y aceites automotrices, con propiedades adherentes con el concreto y permitir las dilataciones y contracciones que se presenten en las losas sin agrietarse, debiéndose emplear productos a base de silicona, poliuretano - asfalto o similares, los cuales deberán ser autonivelantes y solidificarse a temperatura ambiente.

A menos de que se especifique lo contrario por el Contratante, el material para el sellado de juntas deberá de cumplir con los requerimientos aquí indicados. El material se deberá adherir a los lados de la junta o grieta con el concreto y

deberá formar un sello efectivo contra la filtración de agua o incrustación de materiales incomprensibles. En ningún caso se podrá emplear algún material sellador no autorizado por el Contratante. No se permitirá el sellado con emulsiones asfálticas o con cementos asfálticos.

Para todas las juntas de la losa de concreto se deberá emplear un sellador de silicón o similar de bajo módulo autonivelable. Este sellador deberá ser un compuesto de un solo componente sin requerir la adición de un catalizador para su curado. El sellador deberá presentar fluidez suficiente para autonivelarse y no requerir de formado adicional.

El sellador de silicón de bajo módulo deberá cumplir con los siguientes requisitos y especificaciones de calidad:

**Tabla 503- 2 Silicón –  
Especificaciones**

ESPECIFICACION	METODO DE ENSAYE	REQUISITO
Esfuerzo de tensión a 150% de elongación (7 días de curado a 25° C ± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa).	ASTM D 412	3.2 kg/cm <sup>2</sup> max.
Flujo a 25°C ± 5° C	ASTM C 639 (15% Canal A)	No deberá fluir del canal.
Tasa de extrusión a 25°C± 5° C	ASTM C 603 (1/8" @ 50 psi)	75-250 gms/min
Gravedad Especifica	ASTM D 792 (método A)	1.01 a 1.51
Dureza a - 18° C (7 días de curado a 25°C± 5° C)	ASTM C 661	10 a 25
Resistencia al intemperismo después de 5,000 horas de exposición continua	ASTM C 793	No agrietamiento, pérdida de adherencia o superficies polvosas por desintegración.
Superficie seca a 25°C± 5° C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C 679	Menor de 75 minutos.
Elongación después de 21 días de curado a 25°C± 5° C, y 45 % a 55% de humedad relativa.	ASTM D 412	1,200 %
Fraguado al tacto a 25°C±5°C, y 45% a 55% de humedad relativa.	ASTM C 1640	Menos de 75 minutos
Vida en el contenedor a partir del día de embarque.	--	6 meses mínimo
Adhesión a bloques de mortero	AASHTO T 132	3.5 kg/cm <sup>2</sup>
Capacidad de movimiento y adhesión. Extensión de 100% a 18°C después de 7 días de curado al aire a 25°C±5°C, seguido por 7 días en agua a 25°C± 5° C.	ASTM C 719	Ninguna falla por adhesión o cohesión después de 5 ciclos.

La tirilla de respaldo a emplear deberá impedir efectivamente la adhesión del sellador a la superficie inferior de la junta. La tirilla de respaldo deberá ser de espuma de polietileno y de las dimensiones indicadas en los documentos de construcción. La tirilla de respaldo deberá ser compatible con el sellador de silicón a emplear y no se deberá presentar adhesión alguna entre el silicón y la tirilla de respaldo.

**503.10 Elaboración de la mezcla.** El control del proporcionamiento de todos los materiales para elaborar la mezcla de concreto fresco, incluyendo el agua, deberá realizarse en peso, utilizando básculas previamente calibradas y aprobadas por el Contratante. El área donde se realicen las operaciones de pesado del cemento, deberá estar sellada y contar con un sistema de filtración para evitar fugas del material hacia el medio ambiente.

El manejo de los agregados deberá garantizar que no se produzcan segregaciones o contaminaciones con materiales ajenos al concreto y/o sustancias perjudiciales. Antes de ser mezclados, los agregados deberán ser separados por lo menos en dos tamaños, para ser pesados.

La elaboración de la mezcla deberá realizarse en una planta central. En todo caso, el tiempo de mezclado, que termina en el momento de la descarga de la mezcla, no deberá ser menor a cuarenta (40) ni mayor a ciento veinte (120) segundos.

**503.11 Transporte.** El transporte de los agregados y/o la mezcla se efectuará de preferencia en camiones, sean mezcladores o no, pero previendo cualquier pérdida de humedad o material; así mismo, se procederá a su lavado con agua a presión cuando se tengan residuos que puedan afectar el buen comportamiento del concreto. El Contratante fijará, de acuerdo con el contratista, los intervalos de esta operación.

En el caso de emplear camiones no mezcladores, éstos deberán contar con caja revestida de lámina, cubierta que evite la evaporación de la mezcla y mecanismos que depositen la mezcla en forma satisfactoria, sin segregaciones. La caja deberá estar perfectamente limpia antes de ser utilizada con nuevas mezclas.

Cuando el concreto fresco se deposite en el lugar del colado con canales o tubos, se dispondrán éstos de tal manera que se prevenga cualquier segregación de los materiales. El ángulo de caída deberá ser lo suficientemente pronunciado para lograr el fácil movimiento de las revolturas, pero sin que se clasifiquen los agregados.

**503.12 Colado del concreto.** La superficie sobre la que se colocará el concreto fresco deberá estar perfectamente limpia, ligeramente humedecida y libre de sustancias ajenas al concreto, terminada dentro de los niveles y tolerancias que más adelante se indican.

La colocación y compactación del concreto se hará dentro de los cuarenta y cinco (45) minutos siguientes a su elaboración, previendo lo necesario para ello en el diseño de la mezcla.

**(a) Extendedora de Formaleta Deslizante.** El concreto se colará por los medios apropiados para evitar la segregación de los materiales, esparciéndolo con extendedoras o pavimentadoras autopropulsadas con formaleta deslizante. Este equipo deberá contar con sensores a nivel y la orilla de la losa deberá formar un ángulo de 90 grados con respecto a la superficie. Este equipo podrá tener también la capacidad de insertar las barras de amarre para las juntas longitudinales en forma automática. En el caso de que se aceptare que la inserción de las barras de amarre se haga manualmente deberán colocarse las barras sobre silletas elaboradas adecuadamente para colocar las barras en la posición especificada.

La compactación del concreto se llevará a cabo adecuadamente con vibradores de inmersión desde la superficie, que deberán formar parte o ir montados en la pavimentadora de formaleta deslizante.

**(b) Rodillos Vibratorios.** El proceso constructivo está contenido en las especificaciones para pavimentos de concreto hidráulico y contempla las siguientes etapas previas a la colada del pavimento:

- Colocación de las formaletas
- Colocación y anclaje de los pasadores de carga
- Descarga del concreto

Los rodillos vibratorios se utilizarán en las zonas donde determine el Contratante, así como en las zonas donde las curvas sean cerradas y pronunciadas y en donde se dejen zonas sin fundir con la pavimentadora para el acceso transversal al pavimento.

El inicio y arranque de la fundida con los rodillos vibratorios, debe coincidir con las juntas transversales. Se debe evitar los inicios y arranques en sitios diferentes, para no tener que realizar juntas de construcción.

**503.13 Acabado superficial.** El acabado superficial longitudinal del concreto recién colado podrá proporcionarse mediante llanas mecánicas, y a continuación, mediante el arrastre de tela de yute, fique o bandas de cuero húmedas. Posteriormente con un equipo de texturizado del tipo CMI-TC-250 o similar ó por medio de herramientas manuales desarrolladas específicamente para este trabajo, se procederá a realizar el texturizado transversal mediante una rastra de alambre en forma de peine, con una separación entre dientes de 20 milímetros, ancho de dientes de 3 milímetros y con una profundidad de penetración máxima de 6 milímetros y mínima de 3 milímetros a todo lo ancho de la superficie pavimentada. Esta operación se realizará cuando el concreto esté lo suficientemente plástico para permitir el texturizado, pero lo suficientemente seco para evitar que el concreto fluya hacia los surcos formados por esta operación.

El acabado final deberá proporcionar una superficie de rodamiento con las características mínimas de seguridad (coeficiente de fricción) y de comodidad (índice de perfil) que se indican en seguida.

Una vez terminados los trabajos de construcción de las losas correspondientes a un día, y durante las siguientes cuarenta y ocho (48) horas, el contratista se obligará a realizar los estudios necesarios para garantizar el acabado final

de la superficie de rodamiento. Dichos estudios consistirán en la determinación del índice de perfil de acuerdo con la especificación complementaria correspondiente a la determinación de la calidad de la superficie terminada (rugosidad). El contratista deberá garantizar que el índice de perfil del pavimento construido cumpla con la especificación complementaria correspondiente y con las tolerancias incluidas en esta especificación.

En caso que se requiera y cuando lo solicite el Contratante, para efectos de frenado, el Contratista deberá garantizar mediante estudios que realice, que la superficie terminada presenta una resistencia al derrapamiento que, al medirse con un dispositivo de medición continua, arroje un valor igual o mayor de siete décimas (0.7) en condiciones de pavimento mojado y a velocidad de setenta y cinco kilómetros por hora (75 kph); la medición se realizará por lo menos sobre la huella de la rodera externa de cada carril (ASTM E 670).

**503.14 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, con equipo del tipo CMI-TC-250 (o similar) ó por medio de aspersores manuales que garanticen la perfecta aplicación de la membrana.

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.

**503.15 Juntas.** Las juntas deberán ajustarse al alineamiento, dimensiones y características consignadas en el proyecto.

Después del curado de las losas se procederá al corte de las juntas transversales y longitudinales con discos abrasivos si se realizan los cortes en seco, o con discos de diamante que se enfrían con agua. El corte de las juntas deberá comenzar por las transversales de contracción, e inmediatamente después continuar con las longitudinales. Este corte deberá realizarse cuando el concreto presente las condiciones de endurecimiento propicias para su ejecución y antes de que se produzcan agrietamientos no controlados. El contratista será el responsable de elegir el momento propicio para efectuar esta actividad sin que se presente pérdida de agregado en la junta o despostillamientos de la losa; sin embargo, una vez comenzado el corte deberá continuarse hasta finalizar todas las juntas. El inicio de los trabajos deberá iniciar entre las 4 ó 6 horas de haber colocado el concreto y deberá terminar antes de 12 horas después del colado. Las losas que se agrieten por aserrado inoportuno deberán ser demolidas y/o reparadas de acuerdo y a satisfacción del Contratante.

En el caso de que se requiera de cortes de juntas en dos etapas (escalonados), el segundo corte no deberá realizarse antes de 48 horas después del colado.

En la construcción de las juntas deberá considerarse la siguiente clasificación:

- Longitudinales de contracción aserradas y con barras de amarre (Tipo A)
- Transversales de contracción aserradas y con pasajuntas (Tipo B)
- Longitudinales de construcción y con barras de amarre (Tipo C)
- Transversales de construcción cimbradas con pasajuntas (Tipo D)

Las juntas longitudinales y transversales de contracción aserradas y con barras de amarre ó pasajuntas (Tipos A y B) se construirán en los sitios que indique la sección típica del proyecto de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

La junta longitudinal de construcción con barras de amarre (Tipo C) quedará formada en la unión de la junta fría entre las dos franjas de pavimentación como se indica en el proyecto.

Las juntas transversales de construcción con pasajuntas (Tipo D) se construirán en los lugares predeterminados para finalizar el colado del día, coincidiendo siempre con una junta transversal de contracción y alineada perpendicularmente al eje del camino; estas juntas se construirán a tope, de acuerdo con lo indicado en el proyecto y se colocarán pasajuntas a todo lo ancho de la sección transversal.

Cuando por causas de fuerza mayor sea suspendido el colado por más de 30 minutos, se procederá a construir una junta transversal de emergencia con la que se suspenderá el colado hasta que sea posible reiniciarlo, a menos que según el criterio del gerente de obras el concreto se encuentre todavía en condiciones de trabajabilidad adecuadas. La configuración de las juntas transversales de emergencia será exactamente igual que la de las juntas transversales de construcción (Tipo D).

La localización de la junta transversal de emergencia se establecerá en función del tramo que se haya colado a partir de la última junta transversal de contracción trazada. Si el tramo colado es menor que un tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para hacer coincidir la localización de la junta de emergencia con la transversal de contracción inmediata anterior. En caso de que la emergencia ocurra en el tercio medio de la losa, se deberá establecer la localización de la junta de emergencia cuidando que la distancia de ésta a cualquiera de las dos juntas transversales de contracción adyacentes no sea menor que 1.5 metros. Si la emergencia ocurre en el último tercio de la longitud de la losa, se deberá remover el concreto fresco para que la localización de la junta transversal de emergencia sea en el tercio medio de la losa.

Las juntas transversales de construcción y las juntas transversales de emergencia deberán formarse hincando en el concreto fresco una frontera metálica que garantice la perpendicularidad del plano de la junta con el plano de la superficie de la losa. Esta frontera o cimbra deberá de contar con orificios que permitan la instalación de pasajuntas en todo lo ancho de la losa con el alineamiento y espaciamiento correctos, independientemente de que los documentos de construcción no indiquen pasajuntas en los acotamientos. Estas juntas serán vibradas con vibradores de inmersión para garantizar la consolidación correcta del concreto en las esquinas y bordes de la junta.

Las ranuras aserradas deberán inspeccionarse para asegurar que el corte se haya efectuado hasta la profundidad especificada. Toda materia extraña que se encuentre dentro de todos los tipos de juntas deberá extraerse mediante agua a presión, "sand blast" y aire a presión los cuales deberán ser aplicados siempre en una misma dirección. El uso de este procedimiento deberá garantizar la limpieza total de la junta y la eliminación de todos los residuos del corte.

La longitud de las losas en el sentido longitudinal será de acuerdo a lo indicado en el proyecto con una tolerancia de 5 centímetros en más o en menos y coincidiendo siempre el aserrado de las juntas transversales con el centro de la longitud de las pasajuntas. El alineamiento de las juntas longitudinales será el indicado en el proyecto, con una tolerancia de 5 centímetros en más o en menos.

Deberán tomarse las precauciones necesarias para evitar que se dañen los bordes de las juntas por impactos del equipo o de la herramienta que se estén utilizando en la obra. En el caso de que produzcan daños en las juntas, el contratista deberá corregirlos sin cargo alguno formando una caja mínima de 50 centímetros de ancho por 50 centímetros de largo por un medio del espesor de la losa de profundidad por medio de la utilización de cortadoras de disco. Se deberá evitar el uso de equipos de impacto para el formado de la caja, con el fin de no producir daño estructural alguno en la losa. El concreto a ser empleado en la reparación deberá ser del tipo que no presente contracción ni cambio volumétrico alguno por las reacciones de hidratación del cemento y deberá utilizarse un compuesto a base de resinas epóxicas como puente de adherencia.

**503.16 Junta Pavimento – Bordillo.** La junta entre el pavimento de concreto con el bordillo no es considerada como parte de la estructura del pavimento, por lo que no se requiere de algún refuerzo de amarre. Sin embargo, es probable que se pudiera producir cierta separación entre ambos con el paso de los años. Para evitar esta separación, se deberá colocar una varilla de amarre del #4 de 90 cm de longitud a cada 120 cm y se deberá sellar esta junta con el mismo material empleado en las juntas del pavimento. Las varillas de acero de amarre deberán ser de grado 40 ( $f_y=2800$  kg/cm<sup>2</sup>) pudiéndose doblar a 90° en caso de ser necesario. La fundida del bordillo se realiza posteriormente.

**503.17 Señalización y desvíos** Los desvíos y la señalización de cierres y construcción, se debe realizar de acuerdo con la normativa incluida en estas especificaciones generales. En los casos en que se requiera la entrada frontal o lateral de vehículos para circular sobre el pavimento construido previa autorización del Contratante, se deberán proteger los bordes de la losa, mediante la colocación de base granular con un riego de imprimación, que sobrepase en altura la superficie del concreto, de modo que los vehículos descarguen la llanta sobre la losa y no impacten los bordes.



**503.18 Tolerancias.** Para dar por recibida la construcción de las losas de concreto hidráulico se verificarán el alineamiento, la sección en su forma, espesor, anchura y acabado, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o ordenado por el Contratante, con las siguientes tolerancias:

**Tabla 503 – 3**  
**Tolerancias – Generales**

Caso	Tolerancia
Pendiente transversal con respecto a la del proyecto	±0.5%
Coefficiente de fricción inicial de la superficie de	0.40 mínimo

Para la determinación de la deficiencia en el espesor de la losa y el factor de ajuste aplicable para cada sección de 500 metros, se deberá seguir el procedimiento indicado en la especificación complementaria correspondiente, incluida en estas especificaciones.

Para la determinación de la calidad de la superficie terminada del pavimento y el factor de ajuste aplicable para cada sección de 200 metros, se deberá seguir el procedimiento indicado en la especificación complementaria correspondiente, incluida en estas especificaciones.

Se considera que un concreto hidráulico cumple con el requisito de resistencia fijada en el proyecto cuando se verifique el cumplimiento de la especificación complementaria referente a la calidad del concreto, incluida en estas especificaciones.

**503.19 Espesor de la losa de concreto**

**(a) Extracción de Núcleos.** Se deberán extraer núcleos del pavimento de concreto en los lugares especificados por el Contratante después de que se hayan llevado a cabo todas las correcciones requeridas y antes de que se efectúe la aceptación final del pavimento. El espesor del pavimento se deberá determinar siguiendo los lineamientos de la especificación ASTM C 42 y ASTM C 174.

Para el propósito de establecer un precio unitario ajustado del pavimento, se considerarán unidades de 500 metros de longitud en cada carril de circulación comenzando por el extremo del pavimento con el cadenamamiento menor. La última unidad en cada carril de circulación será de 500 metros más la fracción restante para el final del pavimento.

El Contratante solicitará la extracción de un núcleo del pavimento por cada unidad de 500 metros en cada carril de circulación en el lugar especificado o seleccionado aleatoriamente. Cuando el espesor del pavimento medido según los lineamientos de la especificación ASTM C 174 no sea deficiente en más de 5 milímetros con respecto al especificado en los documentos de construcción, se efectuará el pago completo de la unidad. Cuando el espesor del pavimento sea deficiente en más de 5 milímetros, pero en menos de 20 milímetros, se deberán obtener dos núcleos adicionales dentro de la unidad en estudio a costo del contratista. Los dos núcleos adicionales para cualquier unidad de 500 metros deberán ser obtenidos a intervalos no menores que 150 metros. Si el promedio del espesor de losa obtenido de los tres núcleos no es deficiente en más de 5 milímetros, se efectuará el pago completo de la unidad.

En el caso de que el promedio del espesor de losa obtenido a partir de los tres núcleos sea deficiente en más de 5 milímetros, pero no menos que 20 milímetros, se pagará un precio ajustado de la unidad según se indica más adelante, empleando para esto el espesor de losa promedio obtenido a partir de los tres núcleos de concreto.

Para el cálculo del espesor de losa promedio, aquellos espesores que sean mayores que el espesor indicado en los documentos de construcción por más de 5 milímetros serán considerados como el espesor indicado más 5 milímetros. De la misma forma, aquellos espesores de losa que sean menores que el espesor indicado en los documentos de construcción en más de 20 milímetros serán considerados como el espesor indicado menos 20 milímetros.

Cuando el espesor de cualquier núcleo de concreto sea deficiente por más de 20 milímetros, el espesor del pavimento en esta área se determinará por medio de la extracción de núcleos a intervalos de 5 metros paralelos al eje del camino en ambas direcciones a partir del núcleo que se encontró deficiente hasta que se obtenga en cada una de las direcciones un núcleo que no sea deficiente por más de 20 milímetros. Estos

núcleos de exploración no serán incluidos para el cálculo del espesor promedio de la losa con el fin de obtener un precio ajustado. Los núcleos de exploración serán empleados solamente para determinar la longitud de pavimento dentro de la unidad en estudio que será removida sin que el contratista reciba pago alguno por esa área.

Cualquier área del pavimento que sea deficiente por más de 10 milímetros, pero no por más del valor mayor de entre 10 milímetros o 1/8 del espesor indicado en los documentos de construcción no será sujeta de pago al contratista.

Cualquier área de pavimento que se encuentre deficiente en más de 25 milímetros o 1/8 del espesor indicado de la losa en los documentos de construcción, lo que sea mayor, deberá ser removida y remplazada, a solicitud del Contratante, con concreto de resistencia y espesor indicado en los documentos de construcción sin que el contratista reciba pago alguno por los trabajos adicionales.

**(b) Ajuste de Precio.** El pago de la losa de concreto para cada unidad de análisis de 500 metros por carril se efectuará de acuerdo a la siguiente tabla de tolerancias. La deficiencia en espesor determinada por núcleos será el resultado de aplicar los procedimientos anteriormente descritos para cada unidad de análisis de 500 metros por carril de circulación.

**Tabla 503- 4 Tolerancias –  
Espesor de losa de concreto**

Deficiencia en Espesor de Losa determinada por cada sección de 500 m	Factor de Ajuste aplicable sobre el Precio Unitario Contratado
De 0.0 a 5.0 mm	1.00
De 5.1 a 7.5 mm	0.85
De 7.6 a 10.0 mm	0.75
Mayor que 10.0 mm	SUBSTITUIR

#### 503.20 Índice de rugosidad superficial de la losa de concreto

**(a) Generalidades.** El contratista deberá proveer y mantener durante el tiempo que dure la obra un perfilómetro que cumpla con las especificaciones ASTM E-1274. La calibración del equipo, siguiendo los lineamientos de la misma especificación, deberá ser verificada por el Contratante antes de su uso en el proyecto. Los resultados del ensaye del perfilómetro serán evaluados por el Contratante.

**(b) Alcance.** El ensaye de la superficie de pavimento será limitado a aquellos pavimentos con más de 200 metros de longitud de construcción.

Aquellos pavimentos con curvas horizontales que tengan un radio de curvatura al eje del camino menor que 300 metros no serán ensayados, al igual que las transiciones de la sobre-elevación correspondiente a dichas curvas. El pavimento comprendido dentro de los 5 metros subsecuentes a un pavimento existente no colocado dentro de este proyecto, o a una estructura o losa de aproximación, no será ensayado por medio del perfilómetro. Para estos casos deberá emplearse una regla de 3 metros de longitud, y las irregularidades comprendidas en cualquier dirección (en el caso de que existan) no deberán exceder 5 milímetros. Para la corrección de irregularidades que no cumplan con la tolerancia aquí especificada se empleará aquel método aprobado previamente por el Contratante con cargo al contratista.

**(c) Perfiles del Pavimento.** Cada carril de circulación deberá ser evaluado como a continuación se indica:

La obtención del perfil del pavimento comenzará a 5 metros dentro del concreto previamente colocado, y será medido a lo largo de las líneas imaginarias que son paralelas a aquellas que delimitan cada carril de circulación, y que están ubicadas aproximadamente a 1 metro dentro del carril que está siendo evaluado. Las mediciones efectuadas a lo largo del pavimento siendo evaluado serán divididas en tramos consecutivos de 200 metros cada uno, con el fin de establecer secciones que podrán tener un premio o una deducción debido a la calidad de la superficie terminada. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200 metros será el promedio de las dos mediciones tomadas dentro del ancho de cada carril de circulación evaluado.

Alternativamente, cuando se lleve a cabo pavimentación completa del ancho de corona en una sola pasada del tren de pavimentación, y la sección transversal del pavimento esté compuesta por al menos dos carriles de circulación mas los acotamientos correspondientes, se podrá obtener sólo un perfil del pavimento por carril de circulación para efectos de esta evaluación. El índice de perfil a considerar para evaluar cada sección de 200

metros será el promedio de todas las mediciones tomadas en la sección transversal que cumpla con lo aquí estipulado.

**(d) Control de la superficie del pavimento.** Al inicio de las operaciones de pavimentación, ya sea al arranque de la pavimentación o después de tiempos prolongados de inactividad, la superficie del pavimento será revisada con el perfilómetro, tan pronto como sea posible sin dañar la superficie del pavimento. El propósito de este ensayo es ayudar al contratista a evaluar los métodos y equipos de pavimentación. La longitud de esta sección de prueba inicial no deberá exceder 400 metros. Cuando los métodos de pavimentación y el equipo empleado produzcan un índice de perfil dentro de tolerancia sin castigo, o menor, el Contratista podrá proceder con las operaciones de pavimentación. En el caso de que este índice de perfil inicial exceda de la tolerancia sin castigo, el contratista deberá efectuar correcciones en sus operaciones de pavimentación, las cuales deberán ser aprobadas por el Contratante, antes de que pueda proceder a pavimentar y evaluar otra sección de prueba de 400 metros.

**(e) Índice de Perfil Promedio Diario.** Un día de pavimentación será definido como un mínimo de 200 metros de longitud de pavimento colocado durante un mismo día. Cuando la colocación de concreto de un solo día no exceda 200 metros de longitud, dicha pavimentación deberá ser agrupada con la del día de pavimentación inmediato siguiente. Los perfiles del pavimento deberán medirse tan pronto como sea práctico y posible, pero no más tarde que el siguiente día de trabajo.

El índice de perfil promedio deberá ser determinado para cada día de pavimentación por medio del promedio aritmético de todos los índices de perfil calculados por cada una de las secciones de 200 metros comprendidas dentro de la longitud de pavimentación del día correspondiente. Cuando el índice de perfil promedio diario exceda el valor de reposición, las operaciones de pavimentación, deberán ser suspendidas inmediatamente hasta que el contratista efectúe las correcciones pertinentes que sean aprobadas por el Contratante. Para reanudar las operaciones de pavimentación, el contratista deberá cumplir con lo estipulado en el procedimiento correspondiente al arranque de las operaciones de pavimentación, incluido en esta especificación.

**(f) Evaluación del Pavimento y Correcciones.** Después de que la superficie del pavimento sea ensayada, todas aquellas áreas que presenten una desviación igual o mayor a 10 milímetros en 7.5 metros o menos deberán corregirse. Después de su corrección deberán ensayarse de nuevo para verificar el cumplimiento de lo aquí estipulado.

Después de la corrección individual de todas las desviaciones, cualquier sección de 200 metros de longitud que presente un índice de perfil mayor que el correspondiente de corrección deberá ser corregida para reducir dicho índice al valor de tolerancia sin castigo o menor. Estas secciones de pavimento donde se han requerido correcciones deberán ser ensayadas una vez que dicha correcciones estén incluidas para asegurar que efectivamente se ha reducido el índice de perfil al correspondiente a tolerancia sin castigo o menos.

Cuando el índice de perfil de cualquier sección de 200 metros exceda de la tolerancia sin castigo, pero no exceda el valor de corrección, el contratista podrá elegir entre corregir la calidad de la superficie terminada o aceptar una penalización dentro de su precio unitario de pavimento debido a la calidad deficiente de dicha superficie terminada.

Todos los trabajos de corrección que deberán efectuarse a la superficie terminada del pavimento serán con cargo al contratista. Todo método de corrección de la superficie del pavimento deberá ser aprobado por el Contratante. No se le permitirá al contratista efectuar trabajos de corrección por medio del empleo de equipos de impacto que puedan dañar la estructura de pavimento ni mediante resanes superficiales adheridos.

Una vez que se efectúen los trabajos de corrección de la superficie del pavimento donde así se requiera, el contratista deberá restablecer a satisfacción del Contratante, la textura de dicha superficie.

Todos los trabajos de corrección de calidad de superficie del pavimento deberán ser efectuados antes de que se determinen los espesores de losa para pago según la especificación complementaria correspondiente.

**(g) Ajuste de Precio.** Los ajustes en el precio unitario de la losa de concreto por calidad de la superficie terminada del pavimento serán de acuerdo a la siguiente tabla.

#### **Tabla 503-5 Tolerancias – Índice de perfil del pavimento**

Índice de Perfil en cm por Km por cada sección de 200 m	Factor de Ajuste aplicable sobre el Precio Unitario Contratado
5.0 o menos	1.05
5.0 a 8.0	1.04
8.0 a 11.0	1.03
11.0 a 14.0	1.02
17.0 a 20.0	1.01
20.0 a 22.5	1.00
22.5 a 25.0	0.98
25.0 a 27.5	0.96
27.5 a 30.0	0.94
30.0 a 32.5	0.92
32.5 a 35.0	0.90
Más de 35.0	CORREGIR

El premio o deducción por calidad de superficie terminada del pavimento será calculado para cada sección de 200 metros.

No se pagará premio alguno por aquellas secciones que originalmente presentaron un índice de perfil mayor al de corrección.

**503.21 Diseño de la mezcla.** Será responsabilidad del contratista suministrar el diseño de la mezcla empleando un factor de agregado grueso aceptable, el cual no deberá ser menor que 0.66 ni mayor que 0.85. El contratista deberá de llevar a cabo, a su cuenta, el trabajo requerido para establecer y verificar la mezcla, incluyendo las pruebas de resistencia de especímenes. El desarrollo completo de la mezcla, incluyendo los resultados de las pruebas de resistencia, deberá de ser sometido a revisión para obtener la aprobación del Contratante.

### 8.3.3. Medición y Pago

**503.22** Las losas de concreto hidráulico, por unidad de obra terminada, se medirán de acuerdo a la suma global, con el módulo de resistencia a la tensión por flexión o Módulo de Rotura fijado en el proyecto, las tolerancias de acabado, de espesor de losa y de alineamiento. Los volúmenes construidos se cubicarán en las mismas losas por medio de seccionamiento a cada 10 metros siguiendo el método de promedio de áreas extremas.

En las losas de concreto hidráulico que constituirán el pavimento, se considerará el volumen fijado por el proyecto y se pagará al precio fijado en el contrato para el metro cúbico, sujeto a los ajustes de precio correspondientes al cumplimiento de las tolerancias indicadas en estas especificaciones en cuanto a espesores de losa e índice de perfil.

La suma global incluye lo que corresponda por: derechos y regalías para la extracción o adquisición del agua; extracción del material aprovechable y del desperdicio de los almacenes temporales, cualquiera que sea la clasificación; instalaciones y desmantelamiento de la planta; alimentación de la planta; cribados, desperdicios de los cribados, trituración total o parcial; lavado, cargas y descargas de los materiales; todos los acarrees y maniobras necesarios para los materiales y los desperdicios de ellos; adquisición del cemento Pórtland, del tipo fijado en el proyecto y sus acarrees y desperdicios y de los aditivos que se requieran en el lugar de la obra; carga, acarrees y descarga de los materiales, formación de los almacenamientos en la obra, de todos los materiales; la amortización del valor de fabricación o adquisición de los moldes y su transporte; preparación, colocación, materiales necesarios y remoción de los moldes; elaboración del concreto con el cemento y aditivos que se requieran, acarreo de la mezcla desde el sitio de su fabricación hasta el sitio de su colocación; agua para el humedecimiento de la base de apoyo de las losas; humedecimiento de los moldes; acabado superficial y corrección de imperfecciones mediante llana o fresado; texturizado; curado de losas y de juntas aserradas; aserrado de juntas y corrección de defectos de colocación o daño resultante de la construcción; el acero para las pasajuntas y barras de amarre, incluyendo sus transportes y colocación; neoprenos y adhesivos necesarios, incluyendo su colocación, los tiempos de los vehículos empleados en los transportes, durante las cargas y descargas; construcción del tramo de prueba previo a los trabajos de pavimentación; protección a las estructuras o parte de ellas, precauciones para no mancharlas durante la construcción; verificación de los acabados y texturizado y en general de todo lo necesario para la correcta ejecución de los trabajos, a satisfacción del Contratante, así como todos los trabajos inherentes a la corrección de desperfectos en el pavimento según lo indique el Contratante.

El contratista estará obligado a construir y conservar transitables todo el tiempo requerido, tanto las desviaciones como los caminos de acceso adecuados para comunicar los frentes de trabajo. Así como el manejo del tráfico adyacente.

Todas las obras temporales como recargues o trabajos adicionales necesarios para dar apoyo al equipo de pavimentación se deberán considerar en la elaboración de la suma global por mantenimiento de la calzada existente..

El pago se hará al precio del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con esta especificación y aceptada a satisfacción del Contratante. La suma global por mantenimiento de la calzada existente deberá cubrir todos los costos de adquisición, obtención de permisos y derechos de explotación o alquiler de las fuentes de materiales y el descapote y la preparación de las zonas por explotar. Deberá cubrir, también, todos los costos de explotación de las fuentes de materiales; la selección, trituración, eventual lavado y clasificación de los materiales pétreos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y mezcla de todos los materiales constitutivos de la mezcla cuya fórmula de trabajo se haya aprobado, incluidos los aditivos; el suministro, almacenamiento, desperdicios, cargues, transportes, descargues y colocación de los pasadores (pasajuntas), varillas de unión, elementos para separación del pavimento o curado y materiales para el sello de todas las juntas según lo contemple el proyecto; el transporte del concreto al sitio de los trabajos, su colocación y vibrado, la ejecución de juntas, el acabado superficial y el curado requerido; las instalaciones provisionales; los costos de arreglo o construcción de las vías de acceso a las fuentes de materiales; la adecuación paisajística de las fuentes para recuperar las características hidrológicas superficiales al terminar su explotación; la fase de experimentación; la señalización preventiva de la vía y el ordenamiento del tránsito público durante la realización de las obras y el período de curado, la demolición, retiro y disposición de las losas rechazadas y, en general todo costo relacionado con la correcta ejecución de los trabajos especificados.

La preparación de la superficie existente se considera incluida en el ítem referente a la capa a la cual corresponde dicha superficie y, por lo tanto, no habrá lugar a pago separado por este concepto. Si dicho ítem no está incluido en el contrato, el Contratista deberá incluir el costo de la preparación de la superficie existente dentro de la suma global de Mantenimiento de Calzada Existente

#### **8.4. SECCIÓN 552. CONCRETO ESTRUCTURAL**

##### **8.4.1. Descripción**

**552.01** 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.

Se refiere a la Sección 601 del MCH.

##### **8.4.2. Materiales**

**552.02** Estarán de acuerdo con las Subsecciones siguientes:

-Aditivos inclusores de aire	711.02
- Agregados químicos -Agregados gruesos para concreto de cemento Pórtland	711.03 703.02
- Recubrimientos de color -Materiales para el curado -Almohadillas elastoméricas de soporte	725.25 711.01
-Sellos elastoméricos de juntas a compresión	717.10
-Agregados finos para concreto de cemento Pórtland	717.10
- Puzolanas	703.01
-Relleno minerales de hierro y escorias.	725.04
-Rellenadores y selladores de juntas	725.05
- Modificador látex	712.01
- Aceite de linaza	711.04
- Cemento hidráulico	725.14
-Vapores de sílice (microsílice)	701.01
- Agua	725.04 725.01

##### **8.4.3. Requerimientos para la construcción**

**552.03** Composición (Diseño de mezclas de concreto). Las mezclas de concreto serán diseñadas y producidas en conformidad con Tabla 552-1, para la clase de concreto especificado. Se determinarán los valores del esfuerzo de diseño, de acuerdo con ACI 214. El concreto estructural deberá cumplir las siguientes especificaciones ACI:

- ACI 211.1, para concreto normal y muy denso.
- ACI 211.2, para concreto liviano.
- ACI 211.3, para concreto sin revenimiento

**Tabla 552-1 Composición del concreto**

Clase De Concreto	Contenido cemento mín. (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	.044	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 (AE)	390	0.44	25 a 75	6.0	No 7
D (AE) <sup>(3)</sup>	360	0.4	25 a 75	4.0	No 57
E (AE) <sup>(4)</sup>	360	0.4	100 a 150 <sup>(5)</sup>	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 milímetros, si el diseño de mezclas aprobado incluye un reductor de agua.
- (2) Ver Subsección 552.03 (t) para el contenido máximo de aire.
- (3) Concreto con aditivo reductor y retardador de acuerdo al AASHTO M194 tipo D.
- (4) Concreto modificado con látex, con 0.31 litros, o modificador por kilogramo de cemento.
- (5) Medir el revenimiento 4 a 5 minutos después de que el concreto sea descargado de la mezcladora.

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:

- Identificación del proyecto.
- Nombre y dirección del contratista y el fabricante de concreto.
- Designación de los diseños de mezcla.
- Clase de concreto y uso especificado.
- Proporciones del material
- Nombre y lugar de las fuentes del material para agregados, cementos, aditivos y agua.
- 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 Portland 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 Portland 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 a los pesos combinados del cemento Portland 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 tambor, 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 entrapped puede ser obtenido por medio de cemento Portland 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 en varillados 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. En caso de que no exista una documentación aceptable, el contenido de aire máximo debe ser de un 10%.

u. Peso unitario del concreto.

v. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 y 28 días. Dependiendo de los resultados de resistencia a los 28 días, el diseño de mezcla puede ser aprobado basándose en que el resultado de la resistencia a los 7 días haya sido igual o mayor que el 85% de la resistencia mínima requerida cuando no se usan aceleradores o cementos de resistencia temprana.

w. Muestras de materiales si son solicitadas.

La producción podrá iniciarse sólo después de que el diseño de mezcla sea aprobado.

Se proveerá un diseño nuevo de mezcla para aprobación si hubiera un cambio en la fuente de material, o cuando el módulo de finura del agregado fino, varíe en más de 0.20.

**552.4 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.

**552.5 Medida de materiales.** El concreto se dosificará de acuerdo al diseño de mezcla aprobado y a las siguientes tolerancias:

- Cemento  $\pm 1\%$
- Agua  $\pm 1\%$
- Agregado  $\pm 2\%$
- Aditivo  $\pm 3\%$

Puede usarse un sistema volumétrico calibrado, si las tolerancias especificadas se mantienen.

**552.06 Plantas de dosificación, mezcladoras y agitadores.** Se usarán plantas de dosificación, mezcladoras y agitadoras conforme a AASHTO M157. El equipo de mezclado volumétrica continua debe conformar a AASHTO M241.

**552.07 Mezcla.** Se mezclará el concreto en una planta mezcladora central o en camiones mezcladores. Se operará todo el equipo dentro de la capacidad recomendada por el fabricante. Se producirá concreto de una consistencia uniforme.

**a. Planta central:** Se agregarán aditivos líquidos por medio de un medidor de fluidos. Se usarán 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 deben entregar cada uno con equipo separado.

Se cargará 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.

Se revolverá por lo menos durante 50 segundos. Se iniciará 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 duro acumulado, o con mortero en el tambor de la mezcladora.

Se cumplirán las siguientes acciones:

- Agregar aditivos al agua durante o antes de batir.
- Cargar el bache dentro del tambor de manera que una porción del agua de mezcla entre antes que el cemento.
- Mezclar cada bache de concreto no menos de 70 ni más de 100 revoluciones del tambor o de las paletas, a la velocidad de la mezcladora. Iniciar el conteo de revoluciones de mezcla, tan pronto como todo el material incluyendo el agua, esté dentro del tambor de la mezcladora.

**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 de concreto.

No se colocará concreto que haya desarrollado un fraguado inicial. Nunca se re-mezclará el concreto agregándole agua.

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 de construcción, se seguirá agitando durante el transporte, a la velocidad de agitación recomendada por el fabricante.

Agua y aditivos (si en el diseño de mezcla es aprobado) pueden agregarse, para obtener el revenimiento o el contenido de aire requeridos, cuidando que el total del agua en la mezcla, no exceda la relación máxima agua/cemento, y que el concreto no haya alcanzado la fragua inicial. Si se requiere agua adicional, se agregará solo una vez y se remezclará con 30 revoluciones, a la velocidad de mezcla de la mezcladora. Se completará la remezcla dentro de los 45 minutos, (75 minutos para cementos tipo I, IA, II o IIA con aditivos reductores de agua/retardadores) después de la adición inicial del agua de mezcla al cemento y agregados.



Después de añadir el cemento, se completará la descarga del concreto en el tiempo especificado en Tabla 552-2.

b. Equipo sin agitación: Se podrá usar equipo sin agitación para transportar concreto, si la descarga del

**Tabla 552-2 Límite de tiempo para la descarga de concreto**

Tipo de cemento con o sin aditivos	Tiempo límite (hora)
Tipo I, IA, II o IIA	1.00
Tipo I, IA, II o IIA con reductor de agua o aditivos de retardo	1.50
Tipo III	0.75
Tipo con reductor de agua o aditivos de retardo	1.25

concreto se concluye dentro de 20 minutos, desde el inicio de la adición del cemento al tambor de la mezcladora. Se usarán contenedores metálicos, herméticos que sean capaces de descargar el concreto a una velocidad controlada, sin segregación. Se proveerán cobertores, cuando se necesiten para su protección.

**552.09 Control de calidad de la mezcla.** Se someterá y seguirá un control de calidad de acuerdo a las Secciones 153 y 154 según sea pertinente y considerando además, lo que sigue:

**a. Mezcla:** 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:

- a.1 Correcto almacenamiento y manejo de todos los componentes de la mezcla.
- a.2 Correcto mantenimiento y limpieza de planta, camiones y otro equipo.
- a.3 Pruebas de gradación de agregados finos y gruesos.
- a.4 Determinación del módulo de finura del agregado fino.
- a.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.
- a.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.
- a.7 Confección de tiquetes de despachos que incluyan la siguiente información:
  - a.1.1 Suplidor del concreto.
  - a.1.2 Tiquete con el número de serie.
  - a.1.3 Fecha y número de camión
  - a.1.4 Nombre del Contratista.
  - a.1.5 Estructura o sitio de la colocación.
  - a.1.6 Diseño de mezcla y clase de concreto.
  - a.1.7 Cantidades de componentes y volumen total del concreto.
  - a.1.8 Correcciones de humedad para la humedad del agregado.
  - a.1.9 Total del agua en la mezcla en planta.
  - a.1.10 Tiempo de mezcla del bacheo y tiempo en el que la descarga debe ser realizada.
  - a.1.11 Máxima agua que se debe agregar a la mezcla en el proyecto.

a.1.12 Provisión del equipo necesario para las pruebas y controles antes mencionados. Entrega de copias de hojas de trabajo para a.3, a.4, a.5 y a.6 según sean llenadas.

**b. Entrega y muestreo:** Asignación de por lo menos un técnico competente y con experiencia que permanezca en el proyecto, y se responsabilice de la entrega de concreto, de las operaciones de descarga y del muestreo, incluyendo lo siguiente:

b.1 Verificación de que los ajustes de la mezcla, antes de la descarga cumplan con las especificaciones.

b.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.

b.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.

La muestra debe tomarse después de que por lo menos 0.2 metros cúbicos sean descargados, y antes de colocar concreto en los encofrados. Cuando se usen mezcladoras continuas se debe muestrear aproximadamente cada 7.5 metros cúbicos. Se medirá el contenido de aire de acuerdo a AASHTO T 152 o AASHTO T 196.

Se medirá el peso unitario, revenimiento y temperatura, de acuerdo a Subsección 552-19.

Si 3 muestras sucesivas son sometidas a prueba y cumplen con las especificaciones indicadas, el muestreo puede ser reducido 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 sea indicado.

b.4 Se tomarán muestras de baches especificados de acuerdo a AASHTO T 141. El punto de muestreo es en la descarga, en el sitio de colocación. Se proveerán moldes cilíndricos. Se efectuarán por lo menos 4 pruebas a la compresión de cilindros, que serán curados al comienzo, y transportarlos cuidadosamente al sitio de curación preparado en el proyecto. Dos de los 4 cilindros se usarán para las pruebas compresivas de resistencia a los 28 días. Los cilindros restantes, se usarán para verificar las resistencias proyectadas, u otros propósitos especificados. Se ayudará en la elaboración de otras pruebas que se requieran.

**552.10 Temperatura y condiciones ambientales.** Se mantendrá la temperatura de la mezcla de concreto, justamente antes de la colocación, entre 10 °C y 30 °C, con excepción del concreto para la cubierta de puentes, que se debe mantener entre 10 °C y 25 °C.

**a. Clima frío:** Clima frío existe cuando en cualquier momento, durante la colocación del concreto o en el periodo de curación, la temperatura ambiente en el sitio de trabajo, cae bajo 2 °C; o si la temperatura ambiente en el sitio, cae bajo 10 °C por un periodo de 12 horas o más.

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.

Se tendrá disponible todo el material y todo el equipo requeridos, para protección contra el frío, en o cerca del proyecto, antes de iniciar la colocación de concreto en clima frío.

**Tabla 552-3 Temperatura de la superficie de concreto en clima frío**

Tamaño mínimo <te la sección, mm	<300	300-900	900-1800	>1800
Temperatura mínima del concreto) durante #1 período de protección	13°C	10°C	7°C	4°C
Caida máxima de temperatura permitida en un período de 24 horas después de finalizar el período de protección.	28°C	22°C	17°C	11°C

**b. Clima caliente:** Cuando la temperatura del ambiente, en cualquier momento, durante la colocación del concreto en el sitio de trabajo es de más de 35°C, existe clima caliente.

En clima caliente se deben enfriar hasta menos de 35°C todas las superficies con las cuales la mezcla tendrá contacto. Se enfriará cubriendo con telas mojadas o una colchoneta de algodón, rociando con agua, cubriendo con láminas protectoras, o con cualquier otro método aprobado.

Durante la colocación se debe mantener la temperatura del concreto usando cualquier combinación de lo siguiente:

- b.1 Las áreas de almacenamiento de material o el equipo de producción deben estar bajo sombra.
- b.2 El agregado se enfriará rociándolo con agua.
- b.3 El agregado y / o el agua se enfriarán por refrigeración, o reponiendo parte o toda el agua mezclada con hielo escamado o picado, en forma tal que el hielo se derrita completamente durante la mezcla del concreto.

**c. Evaporación:** Cuando se coloque concreto en la cubierta 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 o por lo siguiente:

$$EVAP = \frac{1 + 0.2374WV}{2906} \times \left[ CT^2 - 4.762CT + 220.8 - RH \times \left[ \frac{AT^3 + 127.8AT^2 + 665.6AT + 34283}{20415} \right] \right] \text{ en que:}$$

EVAP = Razón de evaporación (kg / m<sup>2</sup> / hr)

WV = Velocidad de viento (km / hr)

RH = Humedad relativa (%)

AT = Temperatura del aire (°C)

CT = Temperatura del concreto (°C)

Cuando sea necesario, se deben tomar una o más de la siguientes acciones:

- c.1 Construir cortinas de abrigo contra el viento, o encierros para reducir efectivamente la velocidad del viento, a través del área de trabajo.
- c.2 Usar rociadores de neblina, sobre la ráfaga del viento, para aumentar la humedad relativa.
- c.3 Reducir la temperatura del concreto, de acuerdo a "b", mencionado anteriormente.

**d. Lluvia:** Siempre, durante e inmediatamente después de la colocación, se debe proteger el concreto de la lluvia.

**552.11 Manipuleo y colocación del concreto.** Se efectuará el trabajo especificado en Sección 208. Se prepararán el acero de refuerzo, el acero estructural, los accesorios de apoyo, el material de juntas y los artículos misceláneos necesarios, de acuerdo a las Secciones correspondientes.

**a. General:** Diseñar y construir andamiaje y encofrados de acuerdo a Sección 562. 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 removerán morteros, escombros, y materiales extraños, de los moldes y del acero de refuerzo, antes de iniciar la colocación. Se humedecerán completamente los encofrados, inmediatamente antes de que el concreto sea colocado. Los separadores y rigidizadores temporales de los encofrados, pueden dejarse en su lugar hasta que la colocación del concreto haya concluido y los esfuerzos requeridos hayan sido alcanzados. Si es aprobado por el Contratante, estos pueden quedar en el concreto y no ser removidos.

Se colocará el concreto en forma continua sin ninguna interrupción, en la etapa de construcción planeada, o entre las 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 consolidado contra concreto colocado anteriormente, antes que empiece el fraguado en el concreto colocado con anterioridad. No se permitirá, que el tiempo entre la colocación de los baches siguientes, exceda de 30 minutos.

Durante y después de la colocación de concreto, no se debe dañar el concreto colocado anteriormente, o romper la unión entre el concreto y el acero reforzado. Se mantendrán los trabajadores fuera de las zonas que tengan concreto fresco. No se apoyarán plataformas o andamios para los trabajadores y el equipo directamente sobre el acero de refuerzo. Una vez que el concreto es colocado, no se moverán o disturbarán 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.**

**b.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.

**b.2 Miembros verticales:** Para miembros verticales de más de 5 metros 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 metros de altura se debe dejar que el concreto fragüe por lo menos 30 minutos. No se deben colocar cargas de miembros horizontales hasta que los miembros verticales hayan alcanzado la resistencia requerida.

**b.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 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 o 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 de superior hasta que las almas de la viga hayan sido colocadas, y tengan por lo menos 5 días de fragua.

**b.4 Arcos:** Se colocará el concreto en los anillos del arco, de manera que el centro sea cargado uniforme y simétricamente.

**b.5 Alcantarillas de cuadro:** Se colará la losa de base de las alcantarillas de cuadro, y se dejará que fragüen 24 horas antes de construir el resto de la alcantarilla. Para alturas de paredes de 1.5 metros o menos, las paredes laterales y las losas superiores, deben ser coladas en una operación continua. Para paredes de más de 1.5 metros de altura, pero de menos de 5 metros 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 metros 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.

b.6 Elementos prefabricados: Se colará y consolidará el concreto de manera que no se produzcan contracciones y grietas en el miembro.

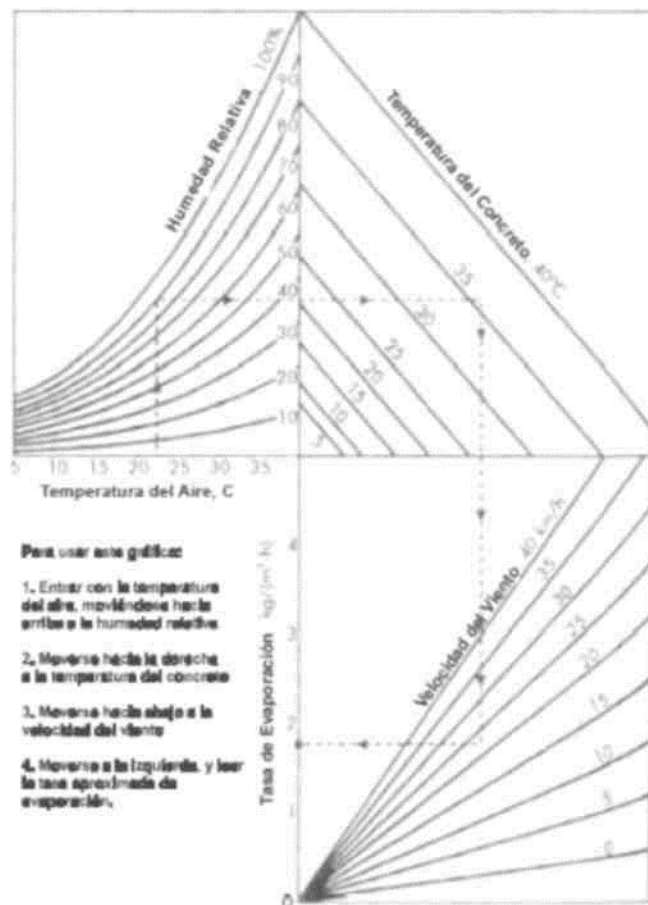
**c. Métodos de colocación:** Se usarán equipos con capacidad suficiente, que hayan sido diseñados y operados previniendo segregación en la mezcla y pérdida de mortero. No se deben usar equipos que causen vibraciones y puedan dañar el concreto fresco colocado. No se deben usar equipos con partes de aluminio que tengan contacto con el concreto. Remover los morteros secos o fraguados de las superficies internas del equipo de colocación.

Se colocará el concreto lo más cerca posible de su posición final. No se debe colocar concreto en capas horizontales de más de 0.5 metros 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 metros. 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. Esto 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.

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 metros de largo, medidas 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.

**Figura 552.1 Razón de evaporación de humedad superficial**



**d. Compactación:** Se proveerán suficientes vibradores internos manuales, que sean adecuados para las condiciones de la colocación del concreto. Los vibradores deben cumplir con la Tabla 552-4. Se proveerán vibradores con cubierta de hule cuando el acero de refuerzo tenga recubrimiento epóxico.

Se proveerá 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 así vibrados, y cuando es imposible usar vibración interna.

Se consolidará todo el concreto con vibración mecánica, inmediatamente después de su colocación. Se operarán los vibradores de manera que trabajen adecuadamente el concreto alrededor del refuerzo, de accesorios empotrados, esquinas, y ángulos en los moldes. No se debe originar 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 552-4 Requisitos para vibradores manuales**

Diámetro de corona (milímetros)	Frecuencia Vibraciones / minuto	Radio de acción (milímetros)
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%. Se usarán embudos con tubo confinante, bombas de concreto y otros métodos de colocación aprobados.

**e.1 Embudos con tubería confinante:** Se usarán embudos con tubería confinante impermeables, con un diámetro de 250 milímetros o más. Se ajustarán superiormente con una tolva. Se usará 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. Se mantendrá 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.

**e.2 Bombas de concreto:** Se usarán bombas con un dispositivo, colocado al final del tubo de descarga, que permita sellar el agua por fuera, mientras el tubo está siendo llenado con concreto. Cuando se inicia el flujo de concreto se mantendrá el final de tubo de descarga lleno de concreto, y debajo de la superficie de concreto ya depositado, hasta que la colocación se complete.

El concreto bajo el agua se colocará continuamente, desde el principio hasta el final, en una masa densa. Se colocará cada capa subsiguiente de concreto, antes de que en la capa anterior se inicie la fragua inicial. Se usará más de un embudo o bomba si es necesario, para garantizar el cumplimiento de los requisitos. Se mantendrá 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, indican 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:** Se usarán encofrados lisos, herméticos y rígidos. Las esquinas serán bien pulidas y perfiladas. Se colocará el concreto de las barandas y parapetos, después de que los encofrados o andamiajes hayan sido removidos de ese tramo de baranda o parapeto. Se removerán los encofrados cuidando no dañar el concreto. Se acabarán las esquinas en forma perfilada, libres de grietas y astillas o de cualquier otro defecto.

Las partes precoladas de barandas deberán ser coladas en moldes herméticos al escape de mortero. Se removerán los encofrados tan pronto como el concreto este suficientemente duro como para soportarse a sí mismo. Se protegerán los filos y esquinas contra quebradura, grietas y cualquier otro daño. Se curarán 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** Se proveerán juntas de construcción en los sitios señalados en los planos. Es requerida aprobación escrita, para cualquier junta de construcción adicional.

En las juntas de construcción horizontales se colocarán 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 deberán ser, limpiadas y saturadas antes de colar el concreto fresco adyacente. Inmediatamente antes de colocar concreto nuevo, los encofrados deberán ser fuertemente apretados contra el concreto ya colocado, inmediatamente antes de colar 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 deberá pasar a través a las juntas de construcción.

#### **552.13 Juntas de expansión y contracción**

**a. Juntas abiertas:** Se construirán 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, se removerán y cortarán cuidadosamente cualquier concreto o mortero que hubiese escurrido a través de las juntas. Se rellenarán todas las aberturas de las juntas, de 3 milímetros 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. Se asegurarán bien las juntas para mantenerlas en posición correcta. Se mantendrá 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. Se aplicará un lubricante – adhesivo como capa protectora en ambos lados del sello, y se colocarán las juntas según las recomendaciones del fabricante. Se asegurará 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. Se removerán y reinstalarán sellos en las juntas que se alarguen más de un 5% de su longitud original, cuando están comprimidos. Se removerá todo el exceso de lubricante-adhesivo, antes de que se seque.

**f. Sellos elastoméricos, para juntas de expansión:** Se instalarán las juntas de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y en conformidad con los planos.

**552.14 Acabado de concreto plástico.** Se acabarán las superficies de concreto que no quedan en contacto con encofrados, con flota o llaneta. Se removerá cualquier exceso de concreto o mortero fino. Se acabarán cuidadosamente, con herramienta manual, todos los bordes no biselados. Se dejarán expuestos los bordes de las juntas rellenas.

Se protegerá la superficie contra la lluvia.

Se acabarán todas las superficies de concreto usadas por el tráfico, con un material resistente al deslizamiento o patinaje. Se proveerán 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.

Se nivelará (codalear y quitar el exceso de lechada) todas las superficies usando un equipo soportado y moviéndose sobre rieles. No se colocarán rieles dentro de los límites de colocación de concreto, sin aprobación previa.

Se instalarán 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. Se extenderán los rieles más allá de ambos finales de la colocación de concreto establecida, para permitir que la maquinaria termine de colar el concreto.

Se colocarán rieles en la longitud total de las vigas de acero de la superestructura.

Se ajustarán 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. Se mantendrá un pequeño exceso de concreto enfrente del filo de corte del codal todo el tiempo hasta el final del vaciado o encofrado y luego se removerá y eliminará. Se ajustarán los rieles, según sea necesario, para corregir los asentamientos o deflexiones no previstas.

Se removerán los soportes de rieles empotrados en el concreto, por lo menos 50 milímetros 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.

Se removerá todo el exceso de agua, lechada o material extraño traído a la superficie, usando un rodillo o codal y pasándolo desde 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.

Se corregirán desviaciones que excedan 3 milímetros del borde del codal. Para las superficies de losas que van a recibir una sobrecapa, se corregirán las desviaciones de más de 6 milímetros.

**c. Texturización:** Se obtendrá una textura en la superficie que sea resistente y antideslizante acanalada, en todas las áreas de operación vehicular. Se usará uno de las siguientes acabados o una combinación de éstos, según se requiera:

**c.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 estrías en el concreto deben estar espaciadas a 10 a 20 milímetros centro a centro. Hacer los canales de 2 a 5 milímetros 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 estrías son aserradas, cortar las estrías de aproximadamente 5 milímetros de ancho, espaciándolas de 15 a 25 milímetros.

En la calzada de puentes, terminar la estriación a 300 milímetros de la cara del bordillo y proveer un acabado con plancha longitudinal, en la superficie de las cunetas.

**c.2 Acabado de aceras:** Se acabará la superficie usando un codal y luego una llana para su terminación. Se usará una herramienta de acabado de orillas (redondeado) en los bordes y juntas de expansión. Se barrerá 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 milímetros 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.

**c.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.

**c.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. Se removerá el mortero de todos los pavimentos adyacentes y luego se cepillará paralelamente a la línea de centro del pavimento. Se continuará 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, se lavará 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 milímetros 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 milímetros 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. Se botará el mortero sin usar que tenga más de 45 minutos. Se curará el mortero por lo menos durante 3 días y sin aplicarse 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 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. Se aplicará el compuesto de membrana líquida de curación, inmediatamente después del acabado. La cura con agua se aplicará 4 horas después del acabado.

Se curará 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. Se mantendrán húmedas las superficies expuestas, o se usará 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.

Se cubrirá 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 150 milímetros 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. Se usarán compuestos claros de curado, tipo 1 o 1-D en el resto de las superficies.

Se mezclarán las soluciones de membrana líquida de cura, que contengan pigmentos, antes de usarlas. Se continuará agitando durante la aplicación.

Se usará un equipo capaz de producir un rociado fino. Se aplicará el compuesto de curación en proporción mínima de 0.25 litros por metro cuadrado 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, se aplicará inmediatamente una capa nueva sobre las áreas dañadas.

**552.16 Acabado de superficies encofradas.** Se removerán, recolocarán y repararán, con la aprobación del Contratante, todos los hormigeros en el concreto. Se acabarán las superficies de concreto encofradas como sigue:

**a. Clase 1 -Acabado ordinario:** Se acabarán las siguientes superficies con un acabado ordinario clase 1.

a.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.

b.2 Dentro de superficies verticales o vigas T de superestructuras.

b.3 En superficies que van enterradas y superficies de alcantarillas sobre el suelo acabado, que no son visibles desde un trillo o sendero.

Se iniciará el acabado tan pronto como los encofrados han sido removidos. Se removerán escamas y otras irregularidades de la superficie, que están expuestas o que van a ser impermeabilizadas. Se removerán salientes y desalineamientos con discos o piedras de carborundo. Se removerán las bolsas de piedras u hormigeros localizadas en el concreto y se repararán con concreto o mortero, de una manera aprobada.

Se limpiarán 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. Se acabará el área con mortero que tenga menos de 1 hora de fabricado. Después de que el mortero fragüe, se acabará si se requiere y se continuará el curado. Se nivelarán las superficies expuestas con el concreto de su alrededor.

Se removerá con una herramienta adecuada, el mortero suelto de los encofrados y las juntas de expansión. Se dejarán las juntas por ser llenadas, expuestas en su longitud total con bordes perfectos.

Se acabarán 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.

b.1 Todas las superficies de superestructuras de puentes, excepto las superficies designadas para recibir un acabado clase 1, o algún otro acabado.

b.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 milímetros debajo del terreno.

b.3 Todas las superficies abiertas en los arcos, columnas, y bastiones.

b.4 Todas las superficies de cruces peatonales, excepto pisos y superficies que se cubrirán con tierra.

b.5 Las superficies, sobre el nivel del suelo, de cabezales de alcantarillas, paredes finales, cuando son visibles desde la carretera o desde caminos peatonales.

b.6 Dentro de las superficies de la cubeta de las alcantarillas más altas de 1 metro, 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.

b.7 Todas las superficies de los barandales.

Se completará un acabado Clase 1 de acuerdo con el párrafo "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. Se continuará el afinado hasta que las marcas de los encofrados, proyecciones y todas las irregularidades sean removidas y se obtenga una superficie uniforme. Se dejará 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, se restregará 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 las superficies. Se usarán herramientas de aire como martellina o picos. Se picará la superficie de mortero y se quebrarán las partículas del agregado para dejar expuestas 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.

Se mezclará 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:** Se prepararán 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 al punto "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.

Se usará papel, tela o cualquier otro medio para proteger las superficies que no recibirán un acabado de color. Se aplicará 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.

Se aplicará el acabado de color de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se rociará y aplicará 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 chorrearse o desparramarse sobre la superficie.

Se limpiarán las áreas de concreto que no serán cubiertas con el acabado, usando un método aprobado.

**552.16 Accesorios de anclaje.** Se usará mortero, compuestos químicos o accesorios de anclaje colados en sitio, para fijar equipos o alguna instalación en el concreto.

Se someterá lo siguiente a aprobación:

- 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, se efectuará una prueba del sistema de anclaje que no quede incorporado en la obra. Se efectuará una prueba de carga estática, de acuerdo a ASTM E-488. Se demostrará que los accesorios de anclaje cumplen con una prueba de carga de tensión directa, no menor que los valores indicados en Tabla 552-5, por un período de por lo menos 48 horas con un movimiento que no exceda de 1 milímetro. También se demostrará 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.

Se instalarán los dispositivos de anclaje en el concreto recomendados por su fabricante, de manera que el equipo fijado o las instalaciones se mantengan firmes en el concreto. Se aplicarán las tuercas con los valores de momento torsional especificados en Tabla 552-6, 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 552-5 Valores del Ensayo de Carga Sostenida.**

Accesorio de anclaje tamaño perno	Prueba de carga de tensión (kN)
M20	24.0
M12	18.3
M12	12.7
M8	7.1

En presencia del Contratante, se realizará 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 reapretará hasta a la carga especificada en Tabla 552-6, o de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

**Tabla 552-6 Momento torsional para dispositivos de anclaje**

Accesorios de anclaje tamaño perno	Momento-torsional (N-m)
M20	180
M16	130
M12	80
M8	30

**552.15 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 especificado 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 mega pascales 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 106.02 y 106.03. Debe proveerse un certificado de producción para el cemento Portland.

El revenimiento de la mezcla de concreto, el contenido de aire, el peso unitario y la temperatura deben ser evaluadas bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04. (Ver Tabla 552-1 para las especificaciones). (Ver Tabla 552-7 para el mínimo de muestras y pruebas).

El esfuerzo de compresión del concreto será evaluado bajo las Subsecciones 106.02 al 106.04. (Ver Tabla 552-7 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 552-7 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 106.02 y 106.04.

Los andamiaje y formaleas serán evaluados bajo la Sección 562.

**Tabla 552-7**  
**Muestreo y prueba**

Material o producto	Propiedades o características	Categoría	Método de prueba o especificación	Frecuencia	Lugar de Muestreo
Concreto	Revenimiento	—	AASHTO T 119	1 por carga <sup>(2)</sup>	Descarga en sitio de colocación <sup>(1)</sup>
	Contenido de aire	—	AASHTO T 152 o AASHTO T 192	1 por carga <sup>(2)</sup>	Descarga en sitio de colocación <sup>(1)</sup>
	Peso unitario	—	AASHTO T 121	1 por carga <sup>(2)</sup>	Descarga en sitio de colocación <sup>(1)</sup>
	Temperatura	—	Termómetro	Primera Batida	Descarga en sitio de colocación <sup>(1)</sup>
	Fabricar especímenes de prueba para esfuerzo a la compresión <sup>(4)</sup>	II	AASHTO T 23 AASHTO T 22	1 por cada 25 m <sup>3</sup> pero no menos de 1 muestra por día <sup>(3)</sup>	Descarga en sitio de colocación <sup>(1)</sup>

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.

#### **8.4.4. Medición y Pago**

Los costos por Concreto Estructural deberán de ser considerados en todos aquellos renglones que el contratista determine que son necesarios como ser Puentes Vehiculares, Puentes Peatonales y demás que apliquen, y que se pagan por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.; la especificación también aplican para el Concreto Estructural pagarse por precios unitarios en la División de Servicios Públicos, en los casos en que aplique (Sanitario, Pluvial, Voz y Datos etc.), en cuyo caso se pagará de acuerdo a la Unidad y Precio Unitario Ofertados.

#### **8.5. SECCIÓN 554. ACERO DE REFUERZO**

##### **8.5.1. Descripción**

**554.01.** Este trabajo consiste en proveer y colocar el acero de refuerzo para el concreto.

Se refiere a la Sección 602 del MCH.

##### **8.5.2. Materiales**

**554.02** Se conforma a la Subsección:

Acero de refuerzo

709.01.

##### **8.5.3. 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. Se entregarán 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 cimentaciones sean establecidas en el campo.

**554.04 Identificación.** Se despacharán las varillas de refuerzo en atados estándar, etiquetados y marcados de acuerdo con CRSI, manual de práctica estándar.

**554.5 Dobladura.** Se fabricarán 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 0.0 milímetros o menos 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 el diámetro de dobladura no se muestren en los planos, se proveerán ganchos estándar en conformidad a ACI SP 66.

**554.6 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 cumplen 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 a 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 herramientas de poder. Se limpiarás 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.

No se permitirán reparaciones en el campo, a varillas con daños severos en el recubrimiento, las que son repuestas con 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 a 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 a 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 soportan 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.

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 milímetros 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, antes de colar el concreto se reemplazarán los soportes dañados.

No se colará el concreto en ningún miembro hasta que la colocación del refuerzo sea 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 solo cuando se muestren en los planos o en dibujos 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>
Carbón (c)	0.30
Manganeso (MA)	1.50
Equivalente al carbón (CE)	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 milímetros. Se deben fijar muy bien los extremos y las orillas.

**8.5.4. Aceptación.**

Acero de refuerzo y materiales de recubrimiento epóxico son evaluados en las Subsecciones 106.02 y 106.03. se exigirá certificado de producción con cada embarque de acero de refuerzo.

La colocación de acero de refuerzo es evaluada en las Subsecciones 106.02 y 106.04.

**8.5.5. Medición y Pago**

Los costos por Acero de Refuerzo deberán de ser considerados en todos aquellos renglones que el contratista determine que son necesarios como ser Puentes Vehiculares, Puentes Peatonales y demás que apliquen, y que se pagan por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.; la especificación también aplican para el Concreto Estructural pagarse por precios unitarios en la División de Servicios Públicos, en los casos en que aplique (Sanitario, Pluvial, Voz y Datos etc.), en cuyo caso se pagará de acuerdo a la Unidad y Precio Unitario Ofertados.

**8.6. Sección 555. ESTRUCTURAS DE ACERO**

**8.6.1. Descripción**

**555.01** 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.

Se refiere a Sección 611 del MCH.

**8.6.2. Materiales**

**555.02** 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 717.16
- Encofrado y andamiaje 562
- 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.** Fabricar el acero estructural, en una planta que esté certificada bajo el programa de calidad certificada AISC. Fabricar los elementos con peligro de fractura, de acuerdo a AASHTO Guía de especificaciones para miembros de acero para puentes, con fractura crítica no-redundante.

Realizar soldaduras y pruebas de calificación para soldar de acuerdo a lo provisto en ANSI/AASHTO/AWS Soldadura de Puentes Código D1.5.

**555.4 Orden de inicio de trabajo.** Dar 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.

**555.5 Inspección.** El acero estructural podrá ser inspeccionado en el lugar de fabricación, de acuerdo a Subsección 106.06.

Inspeccionar todas las alas de las vigas con ultrasonido, 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. Secciones estándar de aceptación 6 y 7 no aplican. Usar los requisitos para aceptación estándar suplementarios, S 2.1.
- c. Las alas deben ser inspeccionadas en la planta, o en la bodega donde son cortados.

Suministrar una copia de todas los pedidos de molino, y certificaciones de los reportes de molino (fábrica). Mostrar en los reportes de pruebas de molino, los análisis químicos y pruebas físicas para cada acero calentamiento de acero, usado en el trabajo.

Si es aprobado, proveer certificaciones de producción, en lugar de reportes de pruebas de molino, para los materiales que normalmente no son suplidos con reportes de prueba de molino, y para partidas de relleno, láminas menores de hierro forjado y materiales similares, cuando las cantidades son pequeñas y el material se toma de la existencia.

Incluir, en las pruebas de certificados de molino para aceros con valores especificados de impacto, además de otros resultados de pruebas, los resultados pruebas de impacta en cortes en V. Cuando prácticas de grano-fino son especificadas, confirmar en los reportes de las pruebas, que el material ha sido producido de esa forma. Presentar copias de las órdenes de molino, en el momento que las órdenes se entregaron al fabricante. Proveer reportes certificados de pruebas de molino y certificados de producción, antes de empezar la fabricación, usando material cubierto en estos reportes. Presentar, del fabricante, un certificado de producción de acuerdo a la Subsección 106.03.

**555.06 Planos de taller, planos de erección y transporte.** La aceptación de los planos por el Contratante, cubre los requisitos de esfuerzo y detalle solamente. El Contratante no asume la responsabilidad de los errores de dimensiones.

**(a) Planos de taller:** Mostrar completamente, las dimensiones detalladas y los tamaños de las partes, de que está compuesta la estructura, y detalles de todas las partes misceláneas (como pasadores, tuercas, pernos, drenajes, símbolos de soldadura, etc. en los planos de taller para las estructuras de acero.

Cuando se requiere una orientación específica de la plancha, mostrar la dirección de laminado o moldeado. Cortar las alas y almas de planchas de viga, de tal manera que la dirección longitudinal de la viga es paralela a la dirección de laminado o moldeado.

Identificar en los planos de taller, el tipo y grado de cada pieza que se hará de acero diferente a AASHTO M 270M grado 250 de acero.

Señalar en los planos de taller, las marcas de ensamblaje, que son de referencia cruzada de las piezas originales de acero de molino, y sus reportes certificados de las pruebas de molino.

La localización de las uniones soldados en taller, señalados en los planos de taller, están sujetas a aprobación. Localizar todas las uniones soldados en el taller, para evitar puntos de máxima tensión o esfuerzos de fatiga. Localizar todas las uniones en almas, por lo menos a 300 milímetros de los empalmes del taller, juntas a tope en alas, o atiesadores. Pruebas adicionales no destructivas, pueden ser requeridas en uniones soldadas en taller.

**(b) Planos de erección:** Presentar planos que ilustren completamente, el método propuesto de erección. Mostrar los detalles de deflexiones en andamios, arriostres, tirantes, aparatos de izaje y uniones a los miembros del puente. Mostrar la secuencia de erección, localización de grúas y barcazas, capacidad de grúas,

localización de puntos de izaje y masas de los miembros de los puentes. Mostrar los detalles completos de todas las fases previas, y las condiciones de erección. Se pueden requerir cálculos, para demostrar que los esfuerzos permitidos no se exceden, y que las capacidades de los miembros y la geometría final será la correcta. Ver Subsección 562.03 para requisitos adicionales.

**(c) Diagrama de contraflecha:** Someter un diagrama de contraflecha, que demuestre la contraflecha en cada punto de armadura, nervios de arcos y en el lugar de uniones de campo y fracciones de un tramo de longitud (puntos cuartos mínimos) de vigas continuas y vigas de marco rígido. En el diagrama de contraflecha, mostrar el cálculo de contraflechas, a usarse en el montaje de la estructura, como es pedido en Subsección 555.15.

**(d) Planos de transporte:** Señalar los puntos de soporte, las amarras, los apoyos y arriostres temporales y cualquier otro detalle que se necesite para soportar y apuntalar el miembro. Proveer en las hojas de cálculo, las cargas muertas más esfuerzos de impacto, producidos por el procedimiento de carga y transporte. Usar esfuerzos de impacto de por lo menos 200% del esfuerzo de carga muerta. Usar una carga total, incluyendo impacto, de no menos de 300% de la carga muerta.

Cuando se requiera, el Contratista debe someter para aceptación los planos de transporte.

Embarcar y almacenar todos los miembros, ambos, rectos o curvos, con sus almas en posición vertical.

**555.7 Almacenamiento del material.** Almacenar el material estructural sobre la superficie de la tierra, en plataformas, rodines o cualquier otro soporte. Mantener el material libre de suciedad, grasa y otras materias extrañas y proveer una protección apropiada de la corrosión.

### 555.8 Fabricación

**(a) Identificación del acero:** Usar un sistema de marcado de ensamblaje de las piezas individuales y las instrucciones de cortado del taller (generalmente por medio de referencias cruzadas de las marcas de ensamblaje que se muestran en los planos de taller con la partida correspondiente que se cubre en la orden de compra de la fabrica) que mantiene la identidad de la pieza original.

El material puede ser suministrado de la propia existencia, y debe ser identificado con números marcado en caliente, o con un reporte de prueba de fábrica.

Durante la fabricación, y hasta el proceso de ensamblaje de los miembros, mostrar en forma clara y legible, las especificaciones de cada pieza de acero (otro que las de acero grado 250), escribiendo la especificación del material en la pieza, o usando un código de identificación con color, según lo muestra la Tabla 555-1:

**Tabla 555-1 Código de identificación con color**

Gf*dti	C***r
3*5	\fifrtf! v ermanllo
345 w	A2aíl v amartlo
443 w	Azul v naranía
f o	p<j]g
690 w	Roío v n^iLiiif[K>

Para otros aceros (excepto grado 250) no mostrado en la Tabla 555-1, o incluido en AASHTO M 160M, proveer información del código de color usado.

Marcar el grado de acero por medio de estampado, o con una etiqueta adjunta bien firme, las piezas de acero (otras que las de acero grado 250), que antes de ensamblarlas en miembros, estarán sujetas a operaciones de fabricación como limpieza con chorro (arena), galvanizado, calentamiento para moldeo, o pasadortura que se les pueda borrar, el color de la pasadortura del código.

Cuando se usa estampado en el acero, colocar las impresiones en miembro en la junta-tensión más gruesa del miembro, en las juntas de transición.

La profundidad máxima permitida de la impresión es de 0.25 milímetros. Usar una herramienta, que pueda hacer marcas, con tamaños que correspondan en una cara, con un radio mínimo como se muestra en Tabla 555-2. Evitar las impresiones cerca de los bordes de miembros, de las láminas que estarán con esfuerzos a tensión.

**Tabla 555-2 Dimensiones de las marcas para diferentes grados de acero**

Tanvrito de marcj	Radio minima d» li
3 mm	CL2mm
5 mm	Q 1 mm
6 mm	0.3 mm

Usar sellos para estampar acero de tipo de baja-tensión. No usar sellos en miembros de fractura crítica.

Si se requiere, presentar declaración certificada en que se indique, que a través de la operación de fabricación, la identificación del acero se ha mantenido.

Calentar acero para dar la curvatura a vigas, no está permitido.

No perforar, cortar o soldar porciones de miembros estructurales, a menos que sea mostrado en los planos, o aprobado por escrito.

**(b) Láminas:**

**b.1 Dirección de laminado:** A no ser que se especifique en los planos de otra manera, cortar y fabricar las láminas de acero paralela a la dirección del esfuerzo a tensión, y / o las esfuerzo a compresión. para los miembros principales y uniones empalmadas para alas, y miembros principales en tensión, que no sean miembros secundarios.

**b.2 Corte de bordes de láminas:**

**b.2.1** Planeamiento de bordes: Recortar las esquinas, en platinas de más de 15 milímetros de espesor, hasta una profundidad 5 milímetros más allá, del corte original, o más allá de cualquier re-entrada producida por el corte.

**b.2.1.1** Cortado con oxígeno: Cortar el acero estructural con oxígeno de acuerdo al código de soldadura de puentes D1.5 ANSI/AASHTO/AWS.

**b.2.1.2** Inspección visual y reparación de bordes cortados en las platinas: Inspeccionar visualmente y reparar los bordes cortados en las platinas. Los bordes cortados deben estar de acuerdo al código de soldadura de puentes D1.5 ANSI/AASHTO/AWS.

**b.2.2** Láminas de alas de viga: Proveer las alas de vigas con bordes cortados, ya sea con oxígeno que tengan las esquinas biseladas, esmerilando por lo menos 2 milímetros, o proveer láminas de Molino Universal, a no ser que se pidan bordes cortados con oxígeno.

**b.2.3** Láminas de almas de viga: Cortar con oxígeno a la contraflecha del alma especificada, para vigas construidas, vigas cajón, vigas y arcos de vigas tipo cajón. Cortar la contraflecha de la viga, de tal manera que se prevea, las pérdidas debidas a soldadura, a cortes, etc.

**b.2.4** Miembros reticulados (Cerchas): Preparar, por medio de corte con oxígeno, todos los bordes longitudinales de todas las láminas, en secciones soldadas del alma de la armadura y sus cuerdas. Biselar, esmerilando los bordes de las esquinas de las láminas, que no van a ser unidas por medio de soldadura, en por lo menos a 2 milímetros.

**b.2.5** Atiesadores o Contrafuertes y platinas de conexión: Atiesadores y platinas de conexión, soldadas transversalmente a las almas de las vigas y a las alas, pueden ser suministrados con bordes cortados con guillotina, siempre y cuando el espesor de la platina no exceda los 20 milímetros. Láminas con fabricación de molino Universal pueden usarse, siempre que su espesor no

exceda los 25 milímetros. Suministrar otros atiesadores y platinas de conexión con bordes cortados con oxígeno.

**b.2.6** Placas de unión lateral: Cortar con oxígeno paralelamente las líneas de esfuerzo, las placas de unión y otras conexiones, soldadas paralelamente las líneas de esfuerzo, en miembros a tensión, donde el espesor de la placa excede 10 milímetros. Placas de unión lateral atornilladas, pueden ser provistas con bordes cortados con guillotina, siempre que el espesor sea menor o igual a 20 milímetros.

**b.2.7** Placa de empalme y placas de refuerzo: Proveer vigas y placas de empalme para vigas, atiesadores y placas de unión de cerchas o armaduras con bordes cortados con oxígeno.

**b.2.8** Placas dobladas: Proveer placas sin soldar, para soportar cargas, de acero laminado, como sigue: Antes del doblado redondear las esquinas de las platinas, con un radio de 2 milímetros, a través de la porción de la lámina donde la dobladura ocurre.

**b.2.8.1** Doblado frío: Doblado frío se debe hacer de manera tal, que la placa no se resquebraje. Usar el radio mínimo de doblado como se señala en Tabla 555-3, medido en la cara cóncava del metal.

**b.2.8.2** Doblado caliente: Si el radio es menor, que el mínimo especificado para el doblado en frío, calentar a una temperatura no mayor a los 650 °C, excepto para los grados de acero 690 y 690 W. Cuando las láminas de acero de grados 690 y 690 W, se calientan a temperaturas mayores de 605 °C, retemplar de acuerdo a la práctica estándar del fabricante.

**b.2.8.3** Ajuste de atiesadores: Fabricar (en molino, esmerilado, o soldado, como se muestra en los planos o como se especifique) apoyos de los atiesadores extremos para vigas, o atiesadores que sirvan de soporte de cargas concentradas para proveer apoyo total en las alas de viga, a las que se transmiten cargas o donde reciben cargas. Fabricar atiesadores intermedios, que no sean para soportar cargas concentradas, sino para proveer un ajuste firme para las alas en compresión.

**Tabla 555-3 Radio de doblado mínimo**

Espesor de lámina - (t) (mm)	Radio de doblado (1)
< 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.

**555.09 Destemplado y alivio de esfuerzos.** Después de calentar los miembros estructurales, se debe realizar un acabado maquinado, con talado, alineando los miembros estructurales a la norma. Normar y destemplar (completamente destemplado) de acuerdo ASTM A 919. Mantener temperaturas uniformes en todo el horno durante el calentamiento, y el enfriamiento de manera que la temperatura, en 2 puntos diferentes del miembro difieran por más de 60 °C a la vez.

No se deben destemplar o normalizar los miembros de acero con grados 690 / 690 W o 485 W. Aliviar las tensiones de estos grados de acero, se debe hacer solamente con aprobación.

Miembros que se alivian de tensión (como zapatas de puentes, pedestales, u otras partes que son recrecidas por medio de unión de placas soldadas) debe ser de acuerdo a Subsección 4.4, de ANSI/AASHTO/AWS del Código de Soldadura de Puentes D1.5.

**555.10 Agujeros de tornillos.** Los agujeros de tornillos pueden ser taladrados o perforados con sacabocados. Materiales que forman las partes de miembro que es compuesto, de no más de 5 espesores diferentes de metal, pueden ser perforado con troquel (sacabocados), 2 milímetros más anchos que el diámetro nominal de los tornillos, donde el grosor del material, no es mayor de 20 milímetros, para acero estructural, 15 milímetros para acero de alta resistencia, o 15 milímetros para aceros de aleación templados, a no ser que un ensanchamiento sea requerido bajo (h) preparación de conexiones de campo.

Cuando hay más de cinco espesores, o cuando cualquiera de los materiales principales es mayor de 20 milímetros para acero estructural, 15 milímetros para acero de aleación templado; 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) con 5 milímetros menos y, después del ensamblaje ensanchar 2 milímetros más grande, o taladrar al tamaño total más 2 milímetros más ancho, que el diámetro nominal de los tornillos.

**(a) Agujeros horadados con punzón:** Usar un diámetro de dado, que no sea de más de 2 milímetros del diámetro a perforar. Ensanchar los agujeros que requieran un ensanchamiento para recibir los tornillos. Limpiar los agujeros sin rasgar o dañar los bordes.

**(b) Agujeros ensanchados o taladrados:** Ensanchar o taladrar los agujeros de manera que queden cilíndricos y perpendiculares al miembro. Cuando es práctico, ensanchar por medios mecánicos. Remover rebordes del metal de las superficies exteriores. Ensanchar y perforar con taladros de giro espiral o cortadoras rotativas. Ensamblar y sostener bien firmes, las partes que se conectan, que han sido horadadas o taladradas juntas, y marcadas para calzarlas antes de desensamblarlas.

**(c) Precisión de agujeros:** Agujeros con no más de 1 milímetro más ancho que, el diámetro nominal del agujero, son aceptables. El agujero ligeramente cónico, como resultado de una operación con sacabocados es aceptable. El ancho de agujeros con ranuras producidas por corte de llama, o por una combinación de taladro y horadado con corte de llama, no deben ser mayores de 1 milímetro que el ancho nominal. Esmerilar las superficies cortadas con llama, para dejarlas lisas.

**(d) Precisión de un grupo de agujeros antes de ensanchar:** Perforar con mucha precisión el diámetro total de agujeros, o subperforar o subtaladrar, de manera que después del ensamblaje (antes de realizar cualquier ensanche) un pasador cilíndrico, 3 milímetros menor en diámetro, que el diámetro nominal del agujero, pueda entrar perpendicularmente a la cara del miembro, en por lo menos 75% de los agujeros continuos en el mismo plano, sin quedar flojo, y asegurándose que el agujero esté limpio de basuras. Piezas horadadas, que no alcanzan los requisitos se rechazarán. Agujeros a través de los cuales, un perno 5 milímetros menor en diámetro, del tamaño nominal del agujero horadado, no se puede insertar, serán rechazados.

**(e) Precisión de un grupo de agujeros después de ensancharse:** Después de ensanchados, se permite un máximo del 85% de agujeros descentrados 1 milímetro, de cualquier grupo de agujeros contiguos, a través de espesores adyacentes de metal.

Usar plantillas de acero, con los agujeros de acero endurecido, con dimensiones desde los centros de línea de la conexión, como está inscrito en la plantilla.

**(f) Preparación de conexiones de campo:** Subperforar o subtaladrar, y ensanchar durante el ensamblaje o taladrar a su tamaño final de acuerdo a la plantilla de acero, los agujeros las conexiones y de miembros principales de cerchas, arcos, de claros de vigas continuas, torres (cada cara), placas de vigas, y marcos rígidos.

Agujeros para empalmes de campo de vigas laminadas (de molino), a ser usadas como vigas de piso, o marcos cruzados (transversales), pueden ser taladrados a su tamaño final, con una plantilla de acero, antes de ensamblarse. Subperforar y ensanchar durante el ensamblado, o taladrar al tamaño final con una plantilla de acero, todos los agujeros para vigas de piso y conexiones de los largueros extremos, en campo.

Cuando se ensanchan o se taladran agujeros de tamaño total en campo, con plantillas de acero, se debe colocar cuidadosamente en posición la plantilla, y con firmeza atorníllelo en su lugar, antes de taladrar. Usar duplicados de plantillas exactas, para ensanchar uniones de miembros, o las caras opuestas de un miembro. Colocar las plantillas con precisión en las conexiones de partes iguales de miembros, de manera que las partes o los miembros se dupliquen y no requieran marcas de empate.

Para cualquier conexión en lugar de subperforar y ensanchar o subtaladrar y ensanchar, agujeros taladrados a un tamaño final través de todo el espesor o del material de ensamblaje en su posición definitiva pueden ser usados.

**555.11 Rodillos y pasadores.** Fabricar con precisión rodillos y pasadores que estén rectos, lisos y libres de defectos. Forjar y recocer los rodillos y pasadores de más de 225 milímetros en diámetro. Pasadores y rodillos de 225 milímetros o menos en diámetro pueden ser fraguados o recocidos o darles un acabado en frío a los ejes de acero al carbono.

En pasadores de más de 225 milímetros de diámetro, perforar un agujero de no menos de 50 milímetros a todo lo largo del eje del pasador, después del forjado, dejar enfriar, a una temperatura bajo el rango crítico (bajo condiciones favorables y prevenir daños, al enfriarse muy rápido y antes de realizar el recogimiento).

(a) Perforando agujeros para pasadores (ejes): Perforar agujero para pasadores con el diámetro especificado, liso y recto con ángulo recto con el eje del miembro, y paralelos a otros. Producir la superficie final usando acabado pulidora.

El diámetro del agujero de eje, no se debe exceder en más de 0.50 milímetros, para pasadores de 125 milímetros o menos en diámetro, o en 1 milímetro para pasadores de diámetro mayor.

La variante máxima permitida, de la distancia de afuera-a-fuera del extremo de los agujeros, en los miembros de tensión y la distancia de adentro-adentro del extremo de los agujeros de los miembros en compresión es 1 milímetro de lo especificado.

(b) **Roscas para tornillos y pasadores:** Proveer roscas en todos los tornillos y pasadores, en la construcción de acero estructural, de acuerdo a Unified Standard Series UNC ANSI B1.1, clase 2A para roscas externas y clase 2B para roscas internas, excepto cuando los extremos de los pasadores tengan un diámetro de 35 milímetros o más proveyendo seis roscas cada 25 milímetros.

**555.12 Barra de ojo.** Los agujeros de pasadores, pueden ser cortados con llama, 50 milímetros más pequeños del diámetro del perno terminado. Amarrar juntas, en forma segura (para ser puestas en el pasador) todas las barras de ojo que deberán ser colocadas, una junto a la otra en la estructura, y taladrar ambos extremos uniéndolas. Empacar y empatar las marcas de las barras de ojo, para el embarque y montaje. Estampar en el acero todas las marcas de identificación, en la esquina de la cabeza de cada miembro, después de que la fabricación es concluida, de manera que sean visibles, cuando las barras se coloquen en la estructura. Los sellos deben ser de acero de baja resistencia.

Proveer barras de ojo, rectas y sin torceduras, con agujeros de pasadores localizados en la línea central de la barra. No permitir la inclinación de ninguna barra, al plano de la armadura que exceda los 5.25 milímetros por metro.

**555.13 Ensamblaje - atornillado.** Limpiar las superficies de metal en contacto antes de ensamblar. Ensamblar las partes de un miembro. Asegurar el perno, y sostener firmemente juntos antes de taladrar, horadar, o atornillar. Sacar las piezas ensambladas aparte, de ser necesario, para remover las rebabas y raspadas producidas por la operación. Ensamblar los miembros libres de torceduras, curvas y otras deformidades.

Halar durante el ensamblaje sólo lo necesario, para poner las partes en posición, sin agrandar agujeros o distorsionar el metal.

**555.14 Conexiones soldadas.** Fabricar superficies y esquinas a ser soldadas, lisas, uniformes, limpias y libres de defectos que podrían, de forma adversa, afectar la calidad de la soldadura. Preparar el extremo de acuerdo a ANSI/AASHTO/AWS Código de soldadura de puentes D1.5.

**555.15 Preensamblado de conexiones de campo.** Preensamblar las conexiones de campo de los principales miembros de armadura, cerchas, arcos, vigas continuas, placas de vigas, pilares, torres y marcos rígidos, antes de la erección, para verificar la geometría de la estructura completa y para verificar o preparar empalmes de campo. Presentar el método y detalles de preensamblado para la aprobación.

Utilizar métodos y detalles de preensamble, que sean consistentes con el procedimiento mostrado en los diagramas de erección de contraflechas aprobados. Ensamblar todas las vigas y trabes con su contraflecha (sin carga).

Cuando los miembros son ensamblados con sus almas verticales, soportarlas a intervalos de 6 metros, o dos décimos de la longitud del tramo, lo que sea menor. Cuando las almas son horizontales, los intervalos de soporte pueden ser aumentados si no hay deflexión notable entre los puntos de soporte.

Ensamblar las armaduras o cerchas, en posición de carga muerta total, a no ser que el diseño de la estructura esté previsto para soportar las tensiones secundarias creadas al ensamblar las armaduras, con el total de la contraflecha (sin carga). Soportar las armaduras durante el ensamblaje, en cada punto del tramo. Preensamblar por lo menos 3 tramos contiguos, que estén ajustados con precisión para línea y contraflecha. Para ensambles sucesivos, incluir por lo menos una sección o un tramo del ensamblaje anterior (si es necesario, se realiza reposición y se ponen pernos para asegurar el alineamiento) más 2 o más secciones agregados al extremo. Para estructuras más largas de 50 metros, realizar cada ensamblaje no menor de 50 metros de largo, sin hacer caso de la longitud, de los tramos o secciones continuos e individuales. El ensamblaje puede iniciarse, desde cualquier sitio de la estructura y proceder en una o ambas direcciones, siempre y cuando los requisitos que preceden sean cumplidos satisfactoriamente.

**(a) Conexiones empernadas:** Cuando es aplicable, ensamblar los componentes mayores, con los extremos con acero de molino de los miembros en compresión, soportando completamente y luego ensanchar los agujeros con diámetro menor, al tamaño especificado, mientras las conexiones son ensambladas.

**(b) Control numérico de armado de perforación de agujeros:** Cuando se controla, la fabricación de agujeros o perforaciones, usando medios numéricos, realizar una revisión, para cada tipo de estructura mayor, de cada proyecto. Realizar el chequeo de ensamblaje, de por lo menos 3 secciones del taller seguidas o, por armadura, a todos los miembros en por lo menos 3 tramos contiguos, pero no menos que el número de tramos asociados con 3 largos de cuerda continua (como la longitud entre empalmes de campo).

Chequear el ensamblado en el orden propuesto de erección, juntas de apoyo, puntos especiales complejos, y consideraciones similares. Ensamblaje de taller, además de los ensamblajes revisados, no es requerido.

Si el chequeo del armado falla en alguna manera específica, en demostrar que la precisión requerida se obtiene, se solicitarán chequeos adicionales.

Recibir aprobación de cada armado (incluyendo contraflecha, alineamiento, precisión de los agujeros, y exactitud de uniones de molino. antes de iniciar el ensanchamiento o, antes de cualquier ensamblaje de revisión de perforación sea desmontado.

**(c) Conexiones soldadas en campo:** Soldaduras de conexiones de campo, son prohibidas a no ser que sea especificado en los planos. Verificar el ajuste de los miembros (incluyendo el espacio apropiado entre las alas empotradas. con el segmento preensamblado.

**(d) Marcas de armado:** Marcar las partes de armado a conectarse, para asegurar que calcen apropiadamente en el campo. Proveer un diagrama que muestre las marcas de armado.

**555.16 Conexiones con tornillos, de rosca o nervado.** Usar tornillos sin acabado con rosca o nervado, cuando se especifique, conforme ASTM A 307 para tornillos grado A. Usar tornillos con tuercas de cierre automático o tuercas dobles. Usar arandela biselada cuando las caras de apoyo, tienen una inclinación de más de 1:20 con respecto al plano normal al eje del tornillo.

**(a) Tornillos roscados:** Proveer tornillos roscados con una aspereza de superficie de cuerpo, que no exceda 3 micrómetros de acuerdo a la aspereza ANSI. Proveer tornillos con cabeza hexagonal y tuercas del tamaño nominal especificado. Ensanchar cuidadosamente, los agujeros para los tornillos roscados, y proveer tornillos que calcen ligeramente ajustados. Mantener los filamentos de los tornillos totalmente afuera de los agujeros. Proveer una arandela debajo de la tuerca.

**(b) Perno nervado:** Usar un molde aprobado para el cuerpo del perno con estrías longitudinales continuas. Proveer un diámetro del cuerpo, medido en un círculo a través de puntos de las estrías, de 2 milímetros más grandes que el diámetro nominal especificado para los pernos.

Proveer pernos con cabeza redonda conforme a ANSI B18.5. Proveer tuercas hexagonales que están ahuecadas o con arandela que tengan un espesor adecuado. Pernos nervados, deben ajustarse bien cuando se instalan en los agujeros. Proveer suficiente estriado duro, de tal forma que las estrías no se compriman o deforman permitiendo que los pernos den vuelta en los agujeros durante el ajuste. Si el perno da vuelta antes de quedar ajustado, ampliar el agujero y proveer un tornillo de repuesto con sobre tamaño.

**555.17 Conexiones usando tornillos de alta resistencia.** Esta Subsección cubre el armado de juntas estructurales usando AASHTO M 164M o AASHTO M 253M tornillos de alta resistencia ajustados a alta tensión.

**(a) Partes de tornillos:** Usar materiales de acero dentro agarre del tornillo con materiales no compresibles como empaques o aislamiento. Fabricar partes de tornillos de acero que calcen bien después de que los tornillos sean apretados. Limitar la inclinación máxima de la superficie de las partes en contacto con la cabeza del tornillo o tuerca a 1:20 con respecto al plano normal del eje de los tornillos.

**(b) Condiciones de la superficie:** En el momento del montaje limpiar todas las superficies de las juntas (incluyendo las superficies adyacentes a la cabeza del tornillo y de la tuerca) de suciedad y materiales extraños, y escamas, excepto incrustaciones firmes de molino. Remover rebabas que prevengan un sólido asiento de las partes conectadas, en condición bien apretado.

Pasadortura o cualquier otra capa, no se permite en las superficies de empalme y de conexión. Todos las conexiones son consideradas críticas al deslizamiento. Excluir pasadortura (incluyendo cualquier rociado accidental) de las áreas cercanas al diámetro de un tornillo, pero no menos de 25 milímetros del borde de cualquier agujero y de todas las áreas dentro del molde del tornillo.

**(c) Instalación:** Instalar tornillos o pernos juntos que sean del mismo lote. Proteger los pernos y tornillos de suciedad y de humedad. Sacar de la bodega solo los pernos y tornillos que anticipadamente se sabe, van a ser instalados y apretados, durante un período de trabajo. Devolver los pernos y tornillos que no se usaron, a la bodega. No se debe limpiar el lubricante que traen los pernos y tornillos, durante la entrega. Limpiar y relubricar, antes de instalar, los pernos y tornillos con deslizamiento crítico, para conexiones que puedan acumular herrumbre o suciedad.

Proveer un aparato de medida de tensión (un calibrador Spidmore - Wilhelm o cualquier otro aparato que mida la tensión, que sea aceptado) en todos los proyectos donde pernos y tornillos de alta tensión se instalen y se aprieten. Usar el aparato de medición de la tensión, para realizar pruebas de capacidad rotativa y para confirmar todo lo siguiente:

- Tabla 555-6 requisitos para un ensamblaje completo de pernos y tornillos.
- Calibración de herramientas, si es aplicable.
- Entender y uso adecuado del método de apretar.

**Tabla 555-6 Tensión mínima de Pernos y tornillos (1)**

Diámetro nominal e inclinación de la rosca del tornillo	AASHTO M 164M (kilonewtons)	AASHTO M 253M (kilonewtons)
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 a 70% del esfuerzo mínimo de tensión especificado de los tornillos (como se especifica para pruebas de tamaño real ASTM A 325M y ASTM A 490M) redondeado al kilonewton más cercano.

Para tornillos de rosca corta, se pueden usar indicadores directos de tensión (DTI) por medio de arandelas sólidas, para realizar esta prueba. Primero revisar el DTI, con una rosca más larga, con el calibrador Skidmore – Wilhelm. La frecuencia de confirmación de pruebas, número de pruebas a realizar y procedimientos de pruebas, deben hacerse de (3) a (5) según sea aplicable. Confirmar la precisión del aparato de medida de tensión, con una agencia de prueba aprobada por lo menos una vez al año.

Instalar los pernos y tornillos juntos con arandelas de tamaño y calidad especificada, localizadas como se pide abajo, en los agujeros debidamente alineados y apretados con cualquiera de los métodos descritos en (3) a (6) inclusive, a la tensión mínima especificada en Tabla 555-6 después de que los pernos y tornillos están bien apretados.



Si se aprueba, el apretar puede realizarse, dándole vuelta al tornillo mientras la tuerca se sostiene, para que no rote. Si un sistema de llave de impacto de tuerca es usado, proveer una capacidad adecuada, y aire suficiente para apretar cada tornillo en aproximadamente 10 segundos.

No rehusar pernos o tornillos AASHTO M 253M, y tornillos galvanizados AASHTO M 164M. Si es aprobado, otros pernos AASHTO M 164, pueden rehusarse una vez. Resocar tornillos que han sido socados con anterioridad, y que han perdido ajuste al apretar los tornillos adyacentes; no se considera tornillos rehusados, siempre que el ajuste se mantenga desde la posición inicial y que no requiera una rotación muy grande, incluyendo la tolerancia requerida por tabla 555-7.

**Tabla 555-7<sup>(1)</sup>**  
**Rotación de tuercas desde la condición de apretado**  
**Para dar la tensión solicitada <sup>(2)</sup>**

<u>Geometría de las caras exteriores de las partes de los tornillos</u>			
<b>Longitud del tornillo medido desde abajo de la cabeza al extremo del tornillo</b>	Ambas caras normales al eje de los tornillos	Una cara normal al eje del tornillo y otras caras en declive no más de 1:20 (no se usa tuerca cónica)	Ambas caras en declive de 1:20 desde el eje normal del tornillo (no se usan arandelas biseladas.)
Hasta a, e incluyendo 4 diámetros	1/3 de vuelta	½ vuelta	2/3 de vuelta
Sobre 4 diámetros, sin exceder 8 diámetros	½ vuelta	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta
Sobre 8 diámetros, pero que no exceda de 12 diámetros <sup>(3)</sup>	2/3 de vuelta	5/6 de vuelta	1 vuelta

(1) Aplica solamente a conexiones donde todo el material dentro de la rosca del tornillo es de acero.

(2) Rotación de tuerca relativa al tornillo, sin tomar en cuenta el elemento (tuerca o tornillo) que se rote. La tolerancia es  $\pm 30^\circ$  para tornillos instalados por ½ giro o menos. La tolerancia es  $\pm 45^\circ$  para tornillos instalados por 2/3 de giro o más.

(3) Determinar la rotación requerida por medio de pruebas actuales en un aparato de tensión adecuada, simulando las condiciones actuales.

**1. Pruebas de capacidad de rotación:** los pernos y tornillos de alta resistencia, negros o galvanizados, están sujetos a las pruebas de capacidad-rotación, realizadas de acuerdo a los métodos de evaluación ASTM A 325M y lo siguiente:

**a.** Después de apretar a la condición de apretado, como se define en (c) (3), apretar el perno 2 veces, el número requerido de giros indicado en la Tabla 555-7, con un calibrador Skidmore-Wilhelm o un aparato para medir la tensión equivalente, sin desgarrarlo o fallarlo.

**b.** Durante esta prueba, la tensión máxima registrada debe ser igual mayor, que la prueba de giro, que es 1.15 veces la tensión de ajuste requerida, indicada en la Tabla 555-6.

**c.** La fuerza de torsión medida a una tensión "P", después de exceder la prueba de tensión y giro requerida arriba en (b), no debe exceder el valor obtenido por la ecuación siguiente:

$$\text{Fuerza de torsión} = PD/4000$$

Donde:

Fuerza de torsión = Fuerza de torsión medida en newton metros

P = Tensión del tornillo medida en newtons.

D = Diámetro del tornillo nominal en milímetros

Para pruebas de capacidad de rotación, utilizar arandelas aunque su uso puede no sea requerido en la instalación real.

**2. Arandelas:** Si la cara externa, de las partes atornilladas tienen, una inclinación mayor a 1:20 con respecto al plano normal al eje del tornillo, usar una arandela biselada endurecida, para compensar la falta de paralelismo.

Utilizar arandelas endurecidas biseladas, cuadradas o rectangulares para Canales y Vigas con estándar americano, de acuerdo a AASHTO M 293.

Donde sea necesario, las arandelas pueden sujetarse de un lado, no más cerca que 7/8 del diámetro del tornillo, medido desde el centro de la arandela.

Las arandelas endurecidas, no son requeridas para conexiones que utilicen tornillos AASHTO M 164M, y AASHTO M 253M, excepto en las condiciones siguientes:

a. Utilizar arandelas endurecidas, debajo del elemento socado en tensión, cuando se aprieta con el método de herramienta calibrada.

b. Utilizar arandelas endurecidas, debajo tanto del tornillo como la tuerca, cuando los tornillos AASHTO M 253M se instalan en materiales que tengan especificado un punto de fluencia menor que 275 megapascals, sin importar el método de soque.

c. Utilizar arandelas endurecidas, conforme a ASTM F 436M, donde los tornillos AASHTO M 164M de cualquier diámetro o tornillos AASHTO M 253M, iguales o menores que M24, que serán instalados en agujeros de sobre tamaño o agujeros ovalados en una capa exterior.

d. Utilizar arandelas endurecidas, conforme ASTM F 436M, excepto con un espesor mínimo de 8 milímetros, bajo ambos: cabeza y tuerca, en lugar de arandelas endurecidas de espesor estándar, donde los tornillos AASHTO M 253M sobre M24 van a ser instalados en un agujero con sobretamaño u ovalado en una lámina exterior. Arandelas endurecidas múltiples con un espesor combinado semejante a o mayor que 8 milímetros, no satisfacen este requisito.

e. Donde tornillos se instalan tornillos AASHTO M 164M de cualquier diámetro AASHTO M 253M hasta o menos que M24, en agujero ovalados en una lámina exterior, proveer una arandela plana de al menos de 8 milímetros de espesor, con agujeros estándar, con el tamaño suficiente en que se tape la abertura después de la instalación, y es material de grado estructural que no necesita ser endurecido.

Cuando se utilizan los tornillos AASHTO M 253M sobre M24 en agujeros sobre dimensionados en láminas externas, utilizar una arandela endurecida individual, conforme a ASTM F 436M con un grosor mínimo de 8 milímetros, en lugar de arandelas de grado estructural. Arandelas endurecidas múltiples con grosor combinado similar a 8 milímetros no satisfacen este requisito.

El diseño alternativo de pernos de acuerdo a la Subsección 717.01, con una geometría tal, que provea un círculo de apoyo en la cabeza o tuerca, con un diámetro igual o mayor que el diámetro de arandelas endurecidas, de acuerdo a ASTM F 436M, satisface los requerimientos para arandelas especificada aquí, y pueden ser usadas sin arandelas.

**3. Apretar con giro de la tuerca:** Al iniciar el trabajo, examinar la tensión de la tuerca, utilizando un aparato capaz de indicar la tensión del tornillo. Probar no menos de 3 sistemas de tornillo y tuerca de cada diámetro, longitud, y grado a ser utilizado en el trabajo. Demostrar con la prueba, que la diferencia en tensión por medio del método, desde estimar la condición de apretado, como controlando los giros desde la condición de apretado, desarrolla una tensión no menor que, el 5% mayor que la tensión requerida por la Tabla 555-6. Realizar pruebas periódicas cuando sean necesarias.

Instalar tornillos en todos los agujeros de la conexión e iniciar el ajuste de tensión a la condición de ajustado con holgura. El ajuste de la tensión con holgura, se define como la tensión existente cuando las placas de la unión están en contacto firme. Esto puede ser logrado por unos cuantos impactos o golpes con una herramienta de impacto o el esfuerzo completo de un trabajador utilizando una herramienta ordinaria (llave de tuerca).

Ajustar la tensión de los grupos de tornillos sistemáticamente, desde la parte más rígida de la conexión a los extremos libres. Después resocar los tornillos de la conexión, en una forma sistemática similar, según sea

necesaria, hasta que todos los tornillos queden bien apretados y la conexión quede completamente uniforme. Siguiendo la operación del ajuste de tensión con holgura, tensar todos los tornillos de la conexión, rotando la cantidad aplicable especificada en la Tabla 555-7.

Durante todas las operaciones de socado, no permitir la rotación del tornillo que no sea rotado por la herramienta con que se está socando. Apretar sistemáticamente, desde la parte más rígida de la unión a sus extremos libres.

**4. Apretar con herramienta calibrada:** El sistema de apretar con herramienta calibrada, puede ser usada solo cuando, los procedimientos de instalación son calibrados en una base diaria, y cuando una arandela endurecida, es usada bajo el elemento girado para apretarlo. Torsiones estándar, tomadas de tablas o fórmulas, que asumen relacionar la fuerza de tensión a la torsión no son aceptables.

Si las herramientas calibradas de torsión (llaves de torsión) son usadas para la instalación, ajústelas, de manera que den una tensión no menor 5 por ciento en exceso a la mínima tensión especificada en Tabla 555-6. Calibrar el procedimiento de instalación, por lo menos una vez cada día de trabajo, para cada diámetro de tornillo, longitud y grado, usando tornillos de ensamblaje que están siendo instalados en el trabajo.

Realizar la calibración, con un aparato capaz de indicar la tensión actual, de la tensión del tornillo, ajustando 3 tornillos de cada diámetro, longitud y grado de los tornillos y arandelas, que se instalarán, usando una arandela suplida en obra, debajo del elemento que rota al apretarse. Recalibrar las llaves de torsión, cuando se nota una diferencia en la condición de la superficie de los tornillos, roscas, tuercas y arandelas. Verificar durante el uso, que el ajuste de las llaves de torsión seleccionado por la calibración, no producen la rotación en la tuerca o arandela desde que se ajusta con holgura, más que los permitidos en Tabla 555-7. Rotar las tuercas en la dirección de apriete, cuando se mida la fuerza de torsión, de las llaves de torsión manuales.

Cuando se utilizan herramientas calibradas, para instalar tornillos en una conexión, instalar los tornillos con arandelas calibradas endurecidas, bajo los elementos de giro. Cuando se ajustan tornillos en todos los agujeros de la conexión, apretar hasta alcanzar una condición de ajuste holgado. Después de la operación inicial de ajuste, apretar todos los tornillos en la conexión usando una herramienta calibrada. Apretar sistemáticamente, desde la parte más rígida de la junta hacia los bordes libres. Tocar los tornillos que se han ajustado anteriormente, ya que puedan aflojarse durante el ajuste de tornillos adyacentes, hasta que todos queden socados apropiadamente.

**5. Indicador directo de ajuste de tensión:** Cuando se ajusten los tornillos usando un indicador directo de tensión, ensamblar una muestra representativa de no menos de 3 dispositivos por cada diámetro y grado de tornillo a usarse en el trabajo, con un aparato de calibración, capaz de indicar la tensión del tornillo. Incluir en la prueba de ensamblaje, arandelas planas endurecidas, si se requieren en la conexión actual, dispuestas como en las conexiones actuales a tensar. La prueba de calibración debe demostrar, que el aparato indica una tensión no menor del 5% más, que lo requerido en la Tabla 555-6. Seguir los procedimientos de instalación indicados por el fabricante, para la instalación de tornillos, en el aparato de calibración y en todas las conexiones. Dar especial atención, a la instalación apropiada de las arandelas planas endurecidas, cuando aparatos indicadores de tensión, se usan en tornillos instalados en agujeros con sobre tamaño, o aberturas ovaladas, y cuando los dispositivos que indicadores de carga, son usados debajo del elemento de giro.

Cuando se instalan tornillos usando indicadores directos de tensión, conforme a ASTM F 959, instalar tornillos en todos los agujeros de la conexión y llevarla a una condición de ajuste holgado. El ajuste holgado es indicado por compresión parcial del indicador directo de tensión que sale hacia afuera. Después apretar todos los pernos sistemáticamente, desde la parte más rígida de la conexión, a los bordes libres, de manera que minimice el relajamiento de pernos socados con anterioridad. Apretar apropiadamente de los tornillos, puede requerir más de un solo ciclo de un ajuste parcial sistemático, antes del ajuste final del indicador, para deformar el elemento calibrador de tensión, que sale hacia fuera, con la abertura especificada.

**6. Instalación de tornillos de diseño alterno:** Cuando los tornillos incluyen un dispositivo diseñado, que indica indirectamente la tensión del tornillo, o que anteriormente provee la tensión requerida por la Tabla 555-6, y de acuerdo a la Subsección 717.01 deben ser instalados, someter a prueba una muestra representativa, de por lo menos 3 tornillos de cada diámetro, longitud y grado en el proyecto, con un dispositivo capaz de indicar la tensión del tornillo.

Incluir en la prueba de ensamblaje, arandelas planas endurecidas, si se requieren en la conexión actual, acomodadas como en la conexión actual a ser tensada. La prueba de calibración debe demostrar, que cada tornillo desarrolla una tensión de no menos de 5% más, que la tensión requerida en la Tabla 555-6. Seguir el procedimiento del fabricante. Realizar pruebas periódicas cuando se requiera.

Cuando se usan pernos diseñados para controlar o indicar la tensión del tornillo de los pernos, instalar tornillos en todos los agujeros de la conexión y apretar inicialmente lo suficiente para llevar los elementos a contacto firme, pero sin llegar a la fluencia o fractura, del elemento de control del indicador de los pernos. Continuar socando sistemáticamente, desde la parte más rígida de la conexión, a los bordes libres, en una manera que minimice, el relajamiento de pernos previamente ajustados.

Dar la torsión apropiada a los tornillos puede requerir, más de un ciclo de ajuste parcial sistemático, antes de que salga el elemento o indicador de los tornillos individuales.

**7. Inspección:** Inspeccionar los tornillos ajustados, en presencia del Ingeniero. Usar una llave de torsión, para verificar el ajuste de los pernos roscados. Para pernos no roscados, golpear cada perno con un martillo para probar con la onda sonora, la firmeza. Reponer o reajustar cualquier perno que esté suelto o flojo. Cortar con llama, no es permitido para remover los tornillos.

Colocar individualmente, 3 tornillos del mismo grado, tamaño y condición de los que han sido inspeccionados, en un dispositivo de calibración para medir la tensión del tornillo. Realizar esta operación de calibración, por lo menos una vez cada día de inspección.

Usar una arandela bajo la parte que da vuelta, en el proceso de apretar cada tornillo, si se usan arandelas en la estructura. Si no se usan arandelas en las estructuras, usar el material con las mismas especificaciones, del material que colinda con la parte que gira, en el dispositivo de medida de tensión, como se usa con la estructura. En el dispositivo de calibración, apretar cada tornillo con un método conveniente a la tensión especificada. Aplicar la llave de torsión de inspección, al tornillo ajustado para determinar la fuerza de torsión requerida, para girar la tuerca o la cabeza 5 grados, aproximadamente 30 milímetros a un radio de 300 milímetros en la dirección de ajuste. Usar el promedio de torsión requerida, para los 3 tornillos, de acuerdo a la torsión requerida en el trabajo de inspección.

Seleccionar al azar en cada conexión el 10% ( por lo menos 2) de los tornillos apretados en la estructura, representados por los tornillos probados y aplicar la llave de torsión de inspección, a cada tornillo seleccionado, girada en la dirección de ajuste. Si esta fuerza torsional, no gira los tornillos o tuercas, se considerarán los tornillos como bien apretados. Si la fuerza torsional, gira uno o más de las tuercas o de las cabezas de los tornillos, aplicar la herramienta de torsión inspeccionada a todos los tornillos en la conexión. Apretar y reinspeccionar, cualquier tornillo cuya cabeza o tuerca gire en esta etapa. Como una opción, resocar todos los tornillos en la conexión y resometer a inspección.

**555.18 Soldadura.** Soldadura, calificaciones de soldadores, precalificaciones de detalles soldados, inspección de soldadura debe cumplir con ANSI/AASHTO/AWS Código de Soldadura de puentes D1.5. Suprimir las provisiones de 9.25.1.7.

No soldar o, poner dispositivos de embarque, o cualquier otro material, que no se requiera, a cualquier miembro, si no se muestra en los planos aprobados.

**555.19 Erección.** Los andamios y encofrados deben cumplir con la Sección 562.

**(a) Manejo y almacenamiento de material:** Colocar el material almacenado en el proyecto en patines sobre el suelo. Mantener el material limpio y apropiadamente drenado. Colocar y acomodar vigas y puntales, largueros hacia arriba. Soportar los miembros largos, como columnas y cuerdas, en patines colocados los más cerca posible, para prevenir daños debido a deflexión.

**(b) Anclajes y apoyos:** Proveer e instalar los apoyos de los puentes, de acuerdo a Sección 564. Si la superestructura de acero, se debe colocar sobre una subestructura, que haya sido construida bajo un contrato separado; verificar que la mampostería haya sido construida correctamente, antes de ordenar el material.

**(c) Procedimientos de erección:**

**c.1** De acuerdo a planos: La erección debe realizarse de acuerdo a los planos aceptados. Modificaciones o desviaciones del procedimiento aprobado de erección, requerirá revisión de planos y verificación de esfuerzos y geometría.

**c.2** Esfuerzos de erección: Permitir, durante la erección, esfuerzos inducidos en la estructura, como resultado del uso de un método de erección o equipo que difiera del aprobado con anterioridad, y que van a permanecer en la estructura terminada, como esfuerzos de cierre. Proveer material adicional si es necesario, para mantener tanto los esfuerzos temporales como finales, dentro de los límites permitidos por el diseño.

Proveer dispositivos de amarre o atiesadores, para manejar los esfuerzos de miembros individuales, o segmentos de la estructura, durante la erección.

**c.3** Mantener alineamiento y contraflecha. Durante la erección, soportar los segmentos de la estructura de tal manera, que mantenga el alineamiento adecuado y la contraflecha, en la estructura total. Instalar marcos cruzados, y arriostramiento diagonal según sea necesario, durante la erección, para dar la estabilidad y geometría correcta. Según sea necesario, proveer arriostramiento temporal, en cualquier etapa de erección.

**(d) Armado en campo:** Ensamblar con precisión, como se indica en los planos de erección, y según indiquen las marcas previas. Manipular cuidadosamente el material. No martillar, distorsionar o dañar los miembros. Limpiar las superficies de apoyo, y superficies de contacto permanente, antes del armado.

Amar empalmes y conexiones de campo, con por lo menos 2 pasadores cilíndricos de erección por parte (mínimo 4 por empalme o conexión). Un empalme de una placa en una viga, requiere por ejemplo, por lo menos 4 pasadores cilíndricos de erección, para el empalme del ala superior, 4 pasadores para el empalme del alma, y 4 pasadores para el empalme ala inferior. Colocar los pasadores en los agujeros esquineros de las placas de unión.

Instalar más pasadores cilíndricos de erección, según sea necesario, para alinear con precisión las partes. Rellenar los agujeros restantes en la conexión, con tornillos y apretarlos sistemáticamente, desde la parte más rígida(central) de la conexión hasta los bordes libres. Remover los pasadores cilíndricos de erección, y reponerlos por tornillos bien ajustados.

Soltar los soportes de la erección temporal en un empalme o conexión, solamente después de que todos los tornillos estén instalados, y bien socados. Mostrar situaciones especiales de armado y de soporte, en los planos de erección.

Tornillos de ajuste, pueden tener la misma alta tensión usada en la instalación. Si otros tornillos de ajuste se requieren, se debe usar el mismo diámetro nominal, que los tornillos de alta tensión. Usar pasadores cilíndricos de erección, con 1 milímetro más de diámetro, que los tornillos.

**(e) Conexiones de pasadores:** Usar pasadores pilotos de hinca y guías de conducción para colocar los pasadores y tuercas. Introduzca los pasadores, de manera que los miembros queden completamente soportados en los pasadores. Atomillar y apretar las tuercas de los pasadores, y cepillar las roscas en la zona de la tuerca, con cepillo de acero o una herramienta afilada, para quitarle rebabas y pequeños daños.

**(f) Ajustes:** Se pueden realizar ajustes menores de corrección, que impliquen ensanchar, cortar y picar de una forma mínima, si es aprobado. Cualquier error de taller, o alguna deformación que suceda durante el manejo o transporte será causa de rechazo.

### **8.6.3. Aceptación.**

El material (excepto dispositivos de apoyo y pasadortura) para estructuras de acero serán evaluados bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03. Proveer certificaciones de producción para cada embarque como sigue:

- a. Acero estructural
- b. Acero forjado
- c. Tornillos, tuercas y arandelas de alta tensión

La construcción de estructuras de acero debe ser evaluada, de acuerdo a la Subsección 106.02 y 106.04.

Dispositivos de apoyo serán evaluados, de acuerdo a la Sección 564.

La pintura será evaluada, de acuerdo a la Sección 563.

#### **8.6.4. Medida y Pago**

Los costos por acero estructural deberán de ser considerados en los renglones de Estación de Paradas, Pavimentación de Aceras y demás en las que apliquen y que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta., en las actividades por precios unitarios que sea necesario el apilamiento deberá de considerarse la actividad dentro de los costos indirectos del precio unitario.

#### **8.7. SECCIÓN 563. PINTURA**

##### **8.7.1. Descripción**

563.01 Este trabajo consiste en aplicar un recubrimiento protector a las superficies de metal, madera o concreto para evitar la corrosión y deterioro.

Se refiere a Sección 708 del tomo 5 del MCH.

##### **8.7.2. Materiales**

563.02 Su descripción está cubierta por las siguientes Secciones y Subsecciones:

Aceite de linaza 725.14

Solventes minerales 725.14

Pintura 708 Agua 725.01

##### **8.7.3. Requerimientos para la construcción**

563.03 Protección al público, trabajadores y propiedad. Para pintar estructuras de acero debe cumplirse todas las recomendaciones aplicables.

Por lo menos 28 días antes de iniciar la preparación de la superficie, se presentará un plan por escrito que detalle las medidas a tomar para la protección del medio ambiente, el público, los trabajadores y la propiedad adyacente, que debe ser aprobado por el Contratante. Se incluirá en el plan lo siguiente:

- a. Información del fabricante sobre seguridad, e información sobre todos los materiales, productos para limpieza y pintura que serán usados.
- b. Plan detallado para la remoción de materiales, productos de limpieza y desechos de pintura.
- c. Plan detallado de eliminación de desechos, de los materiales removidos, productos de limpieza y pintura.
- d. Medidas específicas de seguridad para proteger a los trabajadores de accidentes, incluyendo caídas, gases, fuego o explosiones.
- e. Medidas específicas de seguridad de acuerdo a 29CFR 1926.62, 40CFR 50.6, 40CFR 50.12 y 40CFR partes 260 – 268, cuando la pintura que se remueva es un material peligroso.
- f. Procedimientos de emergencia en caso de derrames.
- g. GERENTE DE OBRAS competente, responsable de toda la seguridad ocupacional, y medidas anticontaminantes, para que sean implementadas y mantenidas en todo momento.

Después de la aceptación, se realizará el trabajo de acuerdo a lo planeado. Si las medidas no se llevan a cabo como se previó, se detendrá el trabajo inmediatamente, y se tomarán las medidas correctivas. Se recogerán y eliminarán apropiadamente todos los materiales, incluyendo agua sucia que han sido usadas en la preparación, limpieza o pintura.

**563.4 Protección del trabajo.** Se protegerán las superficies adyacentes, que no van a ser pintadas, usando plásticos, lienzo, papel u otro medio adecuado. Se prevendrá la contaminación de la pintura fresca del polvo, aceite, grasa o cualquier otro material dañino.

**563.5 Preparación de la superficie, General.** Se notificará al Contratante por escrito, con por lo menos 7 día de anticipación, del inicio de operaciones.

Inmediatamente antes de pintar se preparará la superficie en la siguiente forma:

- a. Se limpiará la superficie de acuerdo al nivel especificado de limpieza.

- b. Se removerá la suciedad, el polvo y cualquier otro contaminante de la superficie, usando los métodos recomendados por el fabricante de la pintura.
- c. Se secará adecuadamente la superficie.
- d. Se trabajará cuando la temperatura de la superficie esté entre 10 y 40°C.
- e. Se determinará que la temperatura está a 3 °C o más sobre la temperatura de rocío, de acuerdo a ASTM E 337.
- f. Se determinará que la humedad sea menor del 85%, a menos que se haya especificado diferentemente, o se diga en las especificaciones del fabricante.

Pueden ser usados controles adecuados de ingeniería, como cubrir áreas o deshumidificar, para proveer las condiciones especificadas anteriormente.

**563.06 Aplicación de pintura.** General. Se usarán practicas de manipulación seguras que estén de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se mezclará y aplicará a la pintura de acuerdo con esas instrucciones. Se mezclará la pintura con mezcladores mecánicos, durante suficiente tiempo para que los pigmentos y solventes se mezclen uniformemente bien. Se continuará la mezcla durante la aplicación. No se disolverá la pintura que ha sido formulada como lista para aplicarse. Pintar es un proceso nítido de trabajo manual y uniforme que no produce excesos de pintura, derrames, saltos o áreas de espesores delgados. Se medirá el espesor de pintura húmeda durante la aplicación, y se ajustará la razón de aplicación en tal forma que, después de curada, se obtenga el espesor deseado.

Se aplicará la pintura por medio de brocha, pulverizador (spray), rodillo, o cualquier combinación, que sea permitida por el fabricante.

Se usarán brochas que contengan suficientes cerdas, en longitud y cantidad, para distribuir la pintura en forma de película uniforme. Se usarán brochas redondas o planas, de 120 milímetros como máximo.

Se usarán equipos pulverizadores convencionales, o sin aire, con trampas adecuadas, filtros, o separadores para separar el aceite y agua del compresor de aire. Se usará un compresor de aire que no muestre manchas negras o de agua, cuando sea probado de acuerdo a ASTM D 4285. Se usarán boquillas de pistolas pulverizadoras, con la presión recomendada por el fabricante.

Se usarán rodillos solamente en superficies planas uniformes. No se usarán rodillos que dejen texturizada la película de pintura.

Se usarán cepillos de piel de oveja, brochas gordas o cualquier otro método aceptable de pintura, para las superficies inaccesibles para pintar por medio de los métodos convencionales.

Se curará cada capa de pintura de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se corregirán todas las áreas con espesor insuficiente, o con cualquiera otra deficiencia antes de la siguiente aplicación de pintura. Se teñirán las aplicaciones sucesivas de pintura, para contrastar con la pintura que está siendo cubierta. El Contratante aprobará el color de acabado final antes de su aplicación.

Las superficies cubiertas que queden inaccesibles después de la erección, deben ser pintadas con todas las manos requeridas, antes de la erección. Después de erigidas, se limpiará muy bien todas áreas que han sido dañadas, o deterioradas y se pintarán estos puntos con las manos de pintura especificadas, de tal forma que den el espesor de pintura especificado, antes de aplicar la mano final de acabado.

#### **563.07 Hierro y acero estructurales.**

##### **(a) Métodos de pintura.**

a.1 Superficies nuevas o superficies con toda la pintura existente removida. Proveer un método como se muestra en la Tabla 563-1.

a.2 Superficies con pintura en buen estado. Proveer un método de pintura compatible con la pintura existente. Usar el sistema descrito en la Tabla 563-2 u otro que sea aprobado por el Contratante de acuerdo con la entidad dueña de las estructuras.

Por lo menos con 14 días de anterioridad a la orden de pintar, se verificará la compatibilidad del método propuesto con los métodos siguientes:

a.2.1 Selección de un área de prueba, de por lo menos 3 metros cuadrados que represente la condición en que está la estructura. Ejecución de preparación especificada de la superficie y aplicación del método propuesto a la capa superior y a la base existente. Inspección de levantamientos, sangrado, ampollas, encogimientos, agrietamiento, escamado u otra evidencia de incompatibilidad.

a.2.2 Verificación de que no haya indicación de incompatibilidad, por lo menos 14 días después de la aplicación de cada producto. Ejecución de pruebas de adherencia, de acuerdo a ASTM 3359, método A. Notificación al Contratante si las pruebas de adherencia fallan, en la interfase del sistema existente y el sustrato o entre el acabado existente y la base. Una falla de adherencia indica incompatibilidad. Escogencia de un sistema de pintura más compatible.

Métodos de pintura para Hierro y acero estructurales Superficies nuevas y superficies con toda la pintura removida.

Aceite de linaza	725.14
Solventes minerales	725.14
Pintura	708
Agua	725.01

### Requerimientos para la construcción

563.03 Protección al público, trabajadores y propiedad. Para pintar estructuras de acero debe cumplirse las recomendaciones aplicables.

Por lo menos 28 días antes de iniciar la preparación de la superficie, se presentará un plan por escrito que detalle las medidas a tomar para la protección del medio ambiente, el público, los trabajadores y la propiedad adyacente, que debe ser aprobado por el Contratante. Se incluirá en el plan lo siguiente:

- a. Información del fabricante sobre seguridad, e información sobre todos los materiales, productos para limpieza y pintura que serán usados.
- b. Plan detallado para la remoción de materiales, productos de limpieza y desechos de pintura.
- c. Plan detallado de eliminación de desechos, de los materiales removidos, productos de limpieza y pintura.
- d. Medidas específicas de seguridad para proteger a los trabajadores de accidentes, incluyendo caídas, gases, fuego o explosiones.
- e. Medidas específicas de seguridad de acuerdo a 29CFR 1926.62, 40CFR 50.6, 40CFR 50.12 y 40CFR partes 260 – 268, cuando la pintura que se remueva es un material peligroso.
- f. Procedimientos de emergencia en caso de derrames.
- g. GERENTE DE OBRAS competente, responsable de toda la seguridad ocupacional, y medidas anticontaminantes, para que sean implementadas y mantenidas en todo momento.

Después de la aceptación, se realizará el trabajo de acuerdo a lo planeado. Si las medidas no se llevan a cabo como se previó, se detendrá el trabajo inmediatamente, y se tomarán las medidas correctivas. Se recogerán y eliminarán apropiadamente todos los materiales, incluyendo agua sucia que han sido usadas en la preparación, limpieza o pintura.

**563.4 Protección del trabajo.** Se protegerán las superficies adyacentes, que no van a ser pintadas, usando plásticos, lienzo, papel u otro medio adecuado. Se prevendrá la contaminación de la pintura fresca del polvo, aceite, grasa o cualquier otro material dañino.

**563.5 Preparación de la superficie, General.** Se notificará al Contratante por escrito, con por lo menos 7 día de anticipación, del inicio de operaciones.

Inmediatamente antes de pintar se preparará la superficie en la siguiente forma:

- a. Se limpiará la superficie de acuerdo al nivel especificado de limpieza.
- b. Se removerá la suciedad, el polvo y cualquier otro contaminante de la superficie, usando los métodos recomendados por el fabricante de la pintura.



- c. Se secará adecuadamente la superficie.
- d. Se trabajará cuando la temperatura de la superficie esté entre 10 y 40°C.
- e. Se determinará que la temperatura está a 3 oC o más sobre la temperatura de rocío, de acuerdo a ASTM E 337.
- f. Se determinará que la humedad sea menor del 85%, a menos que se haya especificado diferentemente, o se diga en las especificaciones del fabricante.

Pueden ser usados controles adecuados de ingeniería, como cubrir áreas o deshumidificar, para proveer las condiciones especificadas anteriormente.

**563.06 Aplicación de pintura.** General. Se usarán practicas de manipulación seguras que estén de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Se mezclará y aplicará a la pintura de acuerdo con esas instrucciones. Se mezclará la pintura con mezcladores mecánicos, durante suficiente tiempo para que los pigmentos y solventes se mezclen uniformemente bien. Se continuará la mezcla durante la aplicación. No se disolverá la pintura que ha sido formulada como lista para aplicarse. Pintar es un proceso nítido de trabajo manual y uniforme que no produce excesos de pintura, derrames, saltos o áreas de espesores delgados. Se medirá el espesor de pintura húmeda durante la aplicación, y se ajustará la razón de aplicación en tal forma que, después de curada, se obtenga el espesor deseado.

Se aplicará la pintura por medio de brocha, pulverizador (spray), rodillo, o cualquier combinación, que sea permitida por el fabricante.

Se usarán brochas que contengan suficientes cerdas, en longitud y cantidad, para distribuir la pintura en forma de película uniforme. Se usarán brochas redondas o planas, de 120 milímetros como máximo.

Se usarán equipos pulverizadores convencionales, o sin aire, con trampas adecuadas, filtros, o separadores para separar el aceite y agua del compresor de aire. Se usará un compresor de aire que no muestre manchas negras o de agua, cuando sea probado de acuerdo a ASTM D 4285. Se usarán boquillas de pistolas pulverizadoras, con la presión recomendada por el fabricante.

Se usarán rodillos solamente en superficies planas uniformes. No se usarán rodillos que dejen texturizada la película de pintura.

Se usarán cepillos de piel de oveja, brochas gordas o cualquier otro método aceptable de pintura, para las superficies inaccesibles para pintar por medio de los métodos convencionales.

Se curará cada capa de pintura de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. Se corregirán todas las áreas con espesor insuficiente, o con cualquiera otra deficiencia antes de la siguiente aplicación de pintura. Se teñirán las aplicaciones sucesivas de pintura, para contrastar con la pintura que está siendo cubierta. El Contratante aprobará el color de acabado final antes de su aplicación.

Las superficies cubiertas que queden inaccesibles después de la erección, deben ser pintadas con todas las manos requeridas, antes de la erección. Después de erigidas, se limpiará muy bien todas áreas que han sido dañadas, o deterioradas y se pintarán estos puntos con las manos de pintura especificadas, de tal forma que den el espesor de pintura especificado, antes de aplicar la mano final de acabado.

#### **563.07 Hierro y acero estructurales.**

##### **(a) Métodos de pintura.**

a.1 Superficies nuevas o superficies con toda la pintura existente removida. Proveer un método como se muestra en la Tabla 563-1.

a.2 Superficies con pintura en buen estado. Proveer un método de pintura compatible con la pintura existente. Usar el sistema descrito en la Tabla 563-2 u otro que sea aprobado por el Contratante de acuerdo con la entidad dueña de las estructuras.

Por lo menos con 14 días de anterioridad a la orden de pintar, se verificará la compatibilidad del método propuesto con los métodos siguientes:

a.2.1 Selección de un área de prueba, de por lo menos 3 metros cuadrados que represente la condición en que está la estructura. Ejecución de preparación especificada de la superficie y aplicación del método propuesto a la capa superior y a la base existente. Inspección de

levantamientos, sangrado, ampollas, encogimientos, agrietamiento, escamado u otra evidencia de incompatibilidad.

a.2.2 Verificación de que no haya indicación de incompatibilidad, por lo menos 14 días después de la aplicación de cada producto. Ejecución de pruebas de adherencia, de acuerdo a ASTM 3359, método A. Notificación al Contratante si las pruebas de adherencia fallan, en la interfase del sistema existente y el sustrato o entre el acabado existente y la base. Una falla de adherencia indica incompatibilidad. Escogencia de un sistema de pintura más compatible.

**Tabla 563-1**  
**Métodos de pintura para Hierro y acero estructurales**  
**Superficies nuevas y superficies con toda la pintura removida.**

Sistema de Pintura					
CAPA	1	2	3	4	5
	Agresivos Ambientes (Sal)	Ambientes Agresivos (Sal)	Ambientes Agresivos (Sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)	Ambientes menos agresivos (Sin sal)
Base	Zinc inorgánico Tipo II 75-100µm seco	Zinc Epóxico 75-100µm seco	Uretano curado- húmedo 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco
Intermedia	Epóxico 75-100 µm seco	Epóxico 75-100µm seco	Uretano Cura-húmeda 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco
Superior	Uretano alifático 50-75 µm seco	Uretano alifático 50-75 µm seco	Uretano o utretano alifático Cura-húmeda 50-75 µm seco	Látex acrílico 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco
Espesor total	200-275 µm seco	200-275 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco

Notas:

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.

**Tabla 563 – 2**  
**Métodos de pintura de Acero y hierro estructurales**  
**Para superficies con pintura existente en buen estado**

Sistema de pintura			
CAPA	6	7	8
	Ambiente agresivo (Sal)	Ambiente menos Agresivo (Sin sal)	Ambientes menos Agresivos (Sin sal)
Base	Uretano Cura-húmeda 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco	Sellador epóxico de Baja viscosidad 25-50 µm seco
Intermedia	Uretano Cura-húmeda 50-75 µm seco	Alcalino Bajo VOC 50-75 µm seco	Epóxico 75-100µm seco
Superior		Silicón-alkalino Bajo VOC 50-75 µm seco	Uretano alifático 50-75 µm seco
Espesor total	150-225 µm seco	150-225 µm seco	150-225 µm seco

Nota:

1. El sistema 1 es para protección a la corrosión de hierro y acero en ambientes propensos a la corrosión como los marinos, industriales o de alta humedad, o par estructuras expuestas a sales.

Los sistemas 2 o 3 es para ser usados en ambientes libres de altas concentraciones de sales o contaminantes que causan los ambientes propensos a la corrosión.

**(b) Preparación de la superficie.** No se removerá la pintura en buen estado, a menos que específicamente lo requiera el contrato.

**b.1 Superficies nuevas o superficies con toda la pintura removida.** Se removerá toda la suciedad, herrumbre, pintura y cualquier otro material extraño de la superficie expuesta, por medio de limpieza de chorro de aire, arena o agua hasta llegar al metal blanco de acuerdo a SSPC-SP 10.

Se usará un compresor de aire libre de aceite o humedad, y que no muestre manchas negras o húmedas, cuando se prueba de acuerdo a ASTM D 4285. No se usará arena sin lavar o abrasivos que contengan sal, suciedad, aceite, u otras materias extrañas.

Antes de la limpieza con chorro de arena, los sellos de rodaduras, motores y partes móviles de la maquinaria adyacente deben ser protegidos de la entrada de polvo abrasivo.

La limpieza con chorro de arena debe ser hecha con escorias limpias y secas, arena mineral, o perdigones de acero. Se usará una granulometría adecuada para producir un patrón de anclaje uniforme y denso. Se producirá un perfil de anclaje, de un espesor de 25 a 50 micrómetros, pero no menos que el recomendado por el fabricante del producto para el sistema de pintura usado. Se medirá el espesor del perfil de anclaje usando el método de la cinta adhesiva, de acuerdo a ASTM D 4417.

El mismo día en que la limpieza se realiza, se quitará la suciedad, el polvo y cualquier otra imperfección de la superficie por medio de un cepillo, o se soplará con aire limpio, o se usará aspiración para luego aplicar la primera capa de pintura a la superficie limpiada. Si la superficie limpiada se herrumbra o se contamina, antes de ser pintada, se repetirá la operación de limpieza con chorro de arena.

**b.2 Superficies con pintura existente.** Se lavarán todas las áreas que serán pintadas, con agua a presión para remover la suciedad, herrumbre suelta, y contaminantes como cloruros. Se mantendrá la presión del agua de lavado, en por lo menos 3.5 megapascuales. Toda el agua de lavado debe ser recogida y deben removerse todos los elementos sobrantes de acuerdo a regulaciones apropiadas.

Se limpiará de acuerdo a SSPC-SP 2 – Limpieza con herramientas manuales, SSPC-SP 3 - Limpieza con herramientas de poder, o SSPC-SP 6 – Chorro de arena comercial, toda suciedad, herrumbre, escamas de molino, o pintura que no esté bien adherida a la superficie subyacente. Se limpiarán las áreas pequeñas que muestren daños debido a piedras lanzadas por el tránsito, corrosión puntual, o rayas menores. Se limpiarán por lo menos 50 milímetros más del área dañada. Se dejarán razonablemente lisas las superficies con pintura vieja remanente.

El mismo día en que se realiza la limpieza, por medio de herramientas manuales o mecánicas, se removerá la suciedad, el polvo, y cualquier otro contaminante de la superficie, por medio de solventes, de acuerdo a SSPC-SP 1, y se dará la primera mano de pintura, a todo el acero desnudo. Si las superficies limpias se herrumbra o se contaminan antes de pintarse, se repetirá la limpieza por medio de solventes. Se repararán todos los daños de la pintura existente en buen estado, aplicando el método completo.

**(c) Aplicación de pinturas.** Se aplicará cada mano de pintura, de película húmeda, de acuerdo a la recomendación del fabricante para obtener el espesor especificado de película seca. Se verificará la razón de aplicación de cada mano de pintura, con un medidor de espesor de película húmeda, inmediatamente después de aplicar la pintura a la superficie. Se confirmará la razón de aplicación midiendo el espesor de película de pintura seca, después de que el solvente se ha evaporado de la superficie.

**563.08 Pintura de superficies galvanizadas.** Se removerá todo el aceite, grasa o cualquier otro contaminante de la superficie, lavando con un solvente de acuerdo a SSPC-SP 1.

Se aplicará el sistema de pintura que aparece en la Tabla 563-3, para otros metales.

**Tabla 563-3 Sistemas de pintura para otras estructuras**

Substrato	Capa de pintura			
	Base	Intermedia	Acabado	Total
<b>Madera Lisa</b>	Madera exteriores Base (1) 60-70µm	Látex o álcalis de Exteriores 35-50µm	Látex o álcalis De exteriores 35-50µm	130-170µm
<b>Madera Aspera</b>	Látex o álcalis De exteriores 35-50µm (1)	Látex o álcalis De exteriores 35-50µm	Látex o álcalis De exteriores 35-50µm	105-150µm
<b>Concreto</b>	Una mano de acabado brillante	Epóxico 80- 100µm con poliuretano -ali	Seco. Para fático (50µm)	80-150µm
<b>Mampostería de bloques</b>	Relleno de Mampostería 50-60µm seco	Alcali o látex Para exteriores 35-50µm	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	120-160µm
<b>Aluminio</b>	Base de metal 35-40µm seco	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	100-140µm
<b>Otros Metales</b>	Base de metal 35-45µm (2)	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	Látex o álcali Para exteriores 35-50µm	105-145µm

**Notas:**

(1). Para madera sin tratar, se usará una base delgada con hasta 0.1 litro de aguarrás y .01litro de aceite de linaza por litro de pintura.

(2) Para superficies galvanizadas, usar una base epóxica (35-45 micrómetros de espesor seco) una base de vinilo (7-13 micrómetros de espesor seco).

**563.09 Pintura de estructuras de madera.** Se secará la madera, hasta que tenga un contenido máximo de humedad del 20 por ciento. En maderas previamente pintadas, se tapanán todas las grietas y se removerá la pintura suelta, en forma de cáscara, suciedad u otros materiales extraños, por medio de cepillado, raspado u otro método aprobado. En maderas tratadas con creosota o preservante pentaclorofeno, se lavarán y removerán por medio del cepillado, todos los cristales salinos existentes sobre la superficie de la madera y se dejará secar. Se removerá todo el polvo y materiales extraños de la superficie por pintar.

Se aplicará el método de pintura mostrado en la Tabla 563-3. La base puede ser aplicada antes de la erección. Después de que la base se haya secado y la madera está en su sitio, se rellenarán todas las grietas, agujeros de clavos o depresiones, nivelando la superficie con masilla aprobada. Se distribuirá la pintura uniformemente, en todas las esquinas y depresiones. Se dejará secar completamente la pintura, antes de aplicar la siguiente capa.

**563.10 Pintura de estructuras de concreto.** Se removerá toda exudación, polvo, material de curado, aceite de encofrado, grasa o materiales extraños de la superficie de concreto. Se removerá el aceite, grasa o compuesto de curado, lavando con una solución del 5 por ciento de fosfato de trisodio y enjugando con agua limpia. Se dejará que la superficie se seque completamente.

La superficie limpia debe ser barrida con una escoba abrasiva suave para remover mortero u otros contaminantes. Se removerán todos los residuos y polvo manualmente, con escoba o aire comprimido, o cualquier otro método aprobado.

Se aplicarán las capas del método mostrado en el Tabla 563-3. Se distribuirá uniformemente y rellenarán a fondo con pintura todas las esquinas y hendiduras. Se permitirá que el espesor completo de la película aplicada se seque antes de aplicar la siguiente mano.

**8.7.4. Aceptación.**

La pintura será evaluada según las Subsecciones 106.02 y 106.03. Si son requeridos muestreo y pruebas de los componentes de la pintura, el muestreo se hará de acuerdo a FSS 141, método 1021, y las pruebas de las propiedades de la pintura serán de acuerdo a los procedimientos y métodos listados en FSS141.

La aplicación de la pintura será evaluada bajo las Subsecciones 106.02 y 106.04.

Los espesores de pintura seca sobre estructuras de acero, serán medidos usando un medidor de película magnética tipo I, de acuerdo a SSPC-PA 2, o usando métodos destructivos, de acuerdo a ASTM 4138. Si se usan métodos destructivos, se reparará los sitios de prueba en forma apropiada.

#### **8.7.5. Medición y Pago**

Los costos por Pintura deberán de ser considerados en todos aquellos renglones que el contratista determine que son necesarios como ser Puentes Vehiculares, Puentes Peatonales y demás que apliquen, y que se pagan por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.; la especificación también aplican para la Pintura a pagarse por precios unitarios en la División de Servicios Públicos, en los casos en que aplique (Sanitario, Pluvial, Voz y Datos etc.), en cuyo caso se pagará de acuerdo a lo considerado en el Precio Unitario Ofertado.

### **9. DIVISIÓN 600 CONSTRUCCIONES CONEXAS**

En los casos en que apliquen deberán de considerarse lo establecido en los Anexos 05 Plan de manejo de Trafico y Anexo 04 Especificaciones Ambientales

#### **9.1. SECCIÓN 601 ESTRUCTURAS MENORES DE CONCRETO**

##### **9.1.1. Descripción**

**601.01** Este trabajo consiste, en la construcción de estructuras menores, de concreto.

##### **9.1.2. Materiales**

**601.02** Está compuesta 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 Pórtland	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

##### **9.1.3. Requerimientos para la construcción**

**601.03 Composición del concreto.** Debe ser de acuerdo a la Tabla 601-1. Antes de producir el concreto, someter las proporciones propuestas de concreto, para aprobación, y como mínimo debe incluir:

- (a) Tipo y fuente de todos los materiales propuestos a ser usados.
- (b) 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 de concreto para estructuras menores**

Propiedad	Especificación
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 29 días, Mpa	25

**601.04 General.** Realizar los trabajos de excavación y el relleno, de acuerdo a la Sección 209. Cuando el concreto está 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.

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 cimentaciones, inmediatamente antes de colocar el concreto. Descargar el concreto, dentro de los límites de tiempo mostrados en la Tabla 552-2.

Prevenir la segregación, cuando se está colocando concreto. Consolidar o compactar con vibradores, de acuerdo a la Subsección 522.11 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 en 30 minutos.

No aplicar agua al concreto plástico, durante las operaciones de acabado.

**601.06 Curado del Concreto.** Curar el concreto un mínimo de 7 días. Si se usa concreto, de resistencias altas a temprana edad, 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.

#### **9.1.4. Aceptación.**

Materiales para estructuras de concreto menor, incluyendo concreto, acero de refuerzo y acero estructural para estructuras menores, deben ser evaluadas de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03. 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 106.02 y 106.04

### 9.1.5. Medida y Pago

Los costos por Estructuras Menores de Concreto deberán de ser considerados en todos aquellos renglones que el contratista determine que son necesarios como ser Puentes Vehiculares, Puentes Peatonales y demás que apliquen, y que se pagan por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.; la especificación también aplican para las Estructuras Menores de Concreto a pagarse por precios unitarios en la División de Servicios Públicos, en los casos en que aplique (Sanitario, Pluvial, Voz y Datos etc.), en cuyo caso se pagará de acuerdo a lo considerado en los Precios Unitarios Ofertados.

## 9.2. SECCIÓN 615 ACERAS, ENTRADAS A PROPIEDADES

### 9.2.1. Descripción

**615.01** Este trabajo consiste en la construcción de aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados.

Aceras, entradas a propiedades y senderos pavimentados, pueden ser de concreto, mezclas asfálticas y ladrillos de concreto o arcilla. Ver resistencia y armado de acuerdo a planos.

Se refiere a Sección 608 del tomo 5 del MCH.

### 9.2.2. Materiales

**615.02** Se describen en las Secciones y Subsecciones siguientes:

Mezclas asfálticas	402
Capa de base	704.09
Ladrillos de concreto o arcilla	725.07
Concreto	601
Ladrillos de concreto	725.08
Material de curación	711.01
Relleno de juntas	712.01
Acero de refuerzo	709.01

### 9.2.3. Requerimientos para la construcción

**615.3 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 milímetros de espesor compactado. Se compactará cada capa con por lo menos tres pasadas de un pisón mecánico liviano, rodillo, o sistema vibratorio.

**615.4 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.** 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.

**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.

#### **9.2.4. Aceptación.**

Los ladrillos de arcilla, ladrillos de concreto, material de curación, relleno de juntas, y acero de refuerzo serán evaluados de acuerdo con las Subsecciones 106.02 y 106.03.

El material de la capa de base será evaluado según las Subsecciones 106.02 y 106.04. (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 106.02 y 106.04 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.

#### **9.2.5. Medida y Pago**

Los costos por Aceras y Entradas a propiedades deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación de Aceras y Espacios Públicos que se pagan por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

**Tabla 615-1  
Muestreo y prueba**

Material o producto	Propiedad o Características	Método de prueba o especificaciones	Frecuencia	Lugar de muestreo
Relleno granular	Graduación Limite líquido	AASTHO T 27 Y AASTHO T11 AASTHO T 89	1 cada 500 M <sup>2</sup>	Lugar de producción o almacenamiento

### **9.3. SECCIÓN 621 MONUMENTOS Y MARCADORES**

#### **9.3.1. Descripción**

**621.01** Este trabajo consiste en la construcción y mantenimiento de monumentos, marcas y postes.

Se refiere a Sección 623 del MCH.

#### **9.3.2. Materiales**

621.02 El material estará de acuerdo con las siguientes secciones y subsecciones



Concreto	601
Pintura	708
Reflectores	718.12
Acero de refuerzo	709.01

### 9.3.3. 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 colocados en sitio o prefabricados de acuerdo con la Sección 601. Rellenar y compactar la zona alrededor del monumento o del marcado para que quede bien firme.

### 9.3.4. Aceptación.

El material (exceptuando el concreto y la pintura) para los monumentos y las marcas será evaluado de acuerdo con las secciones 106.02 y 106.03.

La construcción de monumentos y marcar deberá ser evaluada de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.04.

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 será evaluado de acuerdo con la sección 601.

La pintura será evaluada de acuerdo con la sección 563.

### 9.3.5. Medida y Pago

Los costos por monumento y marcadores deberán de ser considerados en el renglón de Replanteo y Trazo que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## 9.4. SECCIÓN 624 CAPA VEGETAL.

### 9.4.1. Descripción

**624.01** Este trabajo consiste del suministro y colocación de capa vegetal y la colocación de suelo conservado. También deberá contemplar los Requerimientos Ambientales Anexo 04 y Plan de Manejo de Tráfico Anexo 05, Sección VII.

Se refiere a Sección 624 del MCH.

### 9.4.2. Materiales

**624.02** El material debe estar de acuerdo a las siguientes subsecciones:

Capa vegetal (Suministrada)	713.01 (a)
Capa vegetal (conservada)	713.01 (b)

### 9.4.3. Requerimientos para la construcción

**624.3** 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.

**624.4** 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.

#### 9.4.4. Aceptación.

El material para capa vegetal (suministrado) será evaluado de acuerdo con las subsecciones 106.02 y 106.03.

El material para capa vegetal (conservado) será evaluado de acuerdo con la Subsección 106.02.

La colocación del material de la capa vegetal (suministrada y conservada) será evaluada de acuerdo con las subsecciones 106.02 y 106.04.

#### 9.4.5. Medida y Pago

Los costos por Capa vegetal deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### 9.5. SECCIÓN 625 PREPARACIÓN DEL SUELO PARA RECUBRIMIENTO VEGETAL.

#### 9.5.1. Descripción

**625.01** Este trabajo consiste en la preparación del suelo, mediante humedecimiento, fertilización, adición de semillas y recubrimiento vegetal. Los métodos de adición de semillas y colocación de recubrimiento vegetal se designarán como seco e hidráulico. También deberá contemplar los Requerimientos Ambientales Anexo 04 y Plan de Manejo de Tráfico Anexo 05, Sección VII.

Se refiere a Sección 624 del MCH.

#### 9.5.2. Materiales

**625.02** El material deberá estar de acuerdo con las siguientes secciones:

Limos para agricultura	713.02
Fertilizante	713.03
Recubrimiento vegetal	713.05
Semillas	713.04
Emulsión estabilizante	713012
Agua	715.01

#### 9.5.3. Requerimientos para la construcción

**625.3 Estaciones para la siembra del césped.** El sembrado del césped debe efectuarse durante la estación en que crece en la zona. No sembrar durante una época lluviosa o cuando la tierra está excesivamente seca, u otras condiciones que imposibiliten el sembrado.

**625.4 Preparación de la zona para la siembra.** Remover todos los obstáculos que presente la zona en que se sembrará. Remover la mala hierba, trozos de madera, piedras que tengan más de 50 mm de diámetro o de longitud, y otros materiales que dificulten la aplicación, crecimiento, o mantenimiento del zacate.

**625.5 Humedecimiento.** Humedecer las áreas de sembrado antes de sembrarlas y mantener la humedad hasta 10 días después de la germinación.

**625.6 Fertilización.** Aplicar el fertilizante mediante los siguientes métodos:

(a) **Método seco.** Incorporar el fertilizante en la parte superior de la zona en que se sembrará, antes de iniciar la siembra.

(b) **Método hidráulico.** Añadir fertilizante al lodo y mezclar antes de añadir de la semilla. Aplicar la semilla y el fertilizante en una sola aplicación.

**625.07 Sembrado.** Aplicar el sembrado mediante los siguientes métodos:

**(a) Método seco.** Sembrar la semilla mediante los métodos indicados en el documento o aprobados por el contratante. Compactar ligeramente el sitio sembrado unas 24 horas después de esta operación.

**(b) Método hidráulico.** Usar un equipo especial que pueda proveer una aplicación uniforme de la semilla, utilizando agua como material de arrastre.

#### **9.5.4. Medida y Pago**

Los costos por Preparación del Suelo para recubrimiento vegetal deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **9.6. SECCIÓN 626 PLANTAS, ÁRBOLES, ARBUSTOS Y COBERTORES VEGETALES.**

#### **9.6.1. Descripción**

**626.01** Este trabajo consiste en proveer, entregar y plantar árboles, arbustos, enredaderas y plantas de recubrimiento del terreno, del tipo y tamaño indicado en los planos o en las disposiciones especiales, incluyendo todos los materiales y operaciones conexas llevadas a cabo en conformidad razonable con las presentes especificaciones. También deberá contemplar los Requerimientos Ambientales Anexo 04 y Plan de Manejo de Tráfico Anexo 05, Sección VII..

Se refiere a Sección 626 del MCH.

#### **9.6.2. Materiales**

**626.02** Los materiales deberán satisfacer los requisitos especificados en las siguientes subsecciones de la sección 711:

Fertilizante	713.03
Material de plantado	713.08
Material de protección	711.05
Materiales de plantas	711.06
Cobertor vegetal	713.01
Agua	725.01

#### **9.6.3. Requerimientos para la construcción**

**626.3** Este trabajo deberá llevarse a cabo durante las temporadas que se indiquen en los planos, o según disponga el Contratante. Ninguna de estas labores deberá llevarse a cabo cuando la tierra esté en condiciones desfavorables para plantar.

**626.4** Entrega e inspección. El Contratista deberá notificar al Contratante, por escrito y con no menos de 15 días de anticipación, respecto de la entrega de las plantas por los viveros o la fuente recolectora. Todos los materiales vegetales, deberán estar disponibles para su inspección en los viveros o fuente de abastecimiento, antes de que las plantas sean desenterradas.

El Contratista deberá proporcionar al Contratante información completa sobre la procedencia del abastecimiento de todo material vegetal. Quedará a criterio del Contratante la inspección del material en los viveros abastecedores. La autorización para el acarreo del material de los viveros no se deberá considerar como aceptación final de las plantas. Todas las variedades de plantas deberán satisfacer las leyes que controlen la inspección sobre enfermedades de las plantas y la infestación por insectos. El Contratista deberá entregar al Contratante todos los certificados de inspección que sean exigidos.

**626.05** Protección y almacenamiento provisional. El Contratista deberá conservar todo el material vegetal, húmedo y protegido, para evitar su desecación. La protección deberá incluir el tiempo en que se encuentre en tránsito, en almacenamiento provisional, o en el lugar de la obra en espera de ser plantadas. Las plantas entregadas que no se vayan a plantar enseguida deberán ser protegidas de la siguiente manera:

En especies con raíces al descubierto, en manojo, se abrirán los manojos, se separarán las plantas y luego deberán cubrirse las raíces provisionalmente con tierra, en zanjas. Las plantas que lleguen emboladas y envueltas en arpillera deberán cuidarse cubriendo las bolas de tierra con aserrín, virutas de madera u otro material adecuado para conservarlas húmedas.

Los lugares en que se plantarán las plantas y los contornos de los macizos, deberán ser estaquillados por el Contratante o en el lugar de la obra. El Contratante puede adaptar el surtido de plantas para que sean colocadas a fin de satisfacer las condiciones del terreno.

**626.06 Excavación para hoyos.** Con anterioridad a hacer los hoyos para las plantas y los arriates, el área deberá estar en conformidad con las alineaciones y declives mostrados en los planos. Toda grama, malezas, raíces y materia objetaba como inadecuada para relleno, deberá ser quitada inmediatamente del lugar y el Contratista dispondrá de ella en la forma que fuese satisfactoria para el Contratante.

El tamaño de los hoyos excavados en la tierra deberá tener la siguiente relación con la extensión de las raíces (o diámetro de la bola) de las plantas que serán plantadas en ellos. Para raíces hasta de 60 cm de largo los diámetros de los hoyos deberán ser del doble de la extensión de las raíces. Para raíces de 1.22 metros, el diámetro deberá ser de 61 cm más grande. Para extensiones de raíces que pasen de 1.22 metros.

La profundidad de todos los hoyos deberá ser suficiente para admitir un mínimo de 15 cm de mantillo de tierra vegetal como relleno debajo de todas las raíces o bolas.

Se exigen las siguientes profundidades, a no ser que los planos señalen otras, o las ordenase el Contratante.

Árboles de hojas caducas:

Menos de 1 1/2 de diámetro 60 cm

Mayores de 1 1/2 de diámetro 90 cm

Árboles siempre verdes:

Menos de 1.52 m de altura 30 cm

mas la altura de la bola

Mayores de 1.5 m de altura 50 cm

Arbustos de hojas caducas y siempre verdes:

Menores de 2 pies de altura 30 cm

Mayores de 2 pies de altura 60cm

Arbustos siempre verdes 45 cm

Enredaderas de hojas caducas

caducas y siempre verdes 6"

mínimo (15 cm ) de altura 45cm

Antes de comenzar a poner el relleno para plantar, se deberá aflojar la tierra en el fondo del hoyo hasta una profundidad mínima de 15 cm usando la pala o mediante otros métodos aprobados.

**626.07 Jardineras.** Se deberán construir según se muestre en los planos. Las jardineras deberán instalarse de manera que sus partes superiores queden a nivel. Los arriates deberán ser instalados de modo que queden a nivel transversalmente, pero que sigan longitudinalmente la rasante terminada.

Cuándo se tenga que quitar una superficie de hormigón asfáltico, o de hormigón de cemento hidráulico, para permitir la instalación de jardines o de arriates, el área que tenga que ser quitada deberá ser marcada por medio de una sierra para hormigón u otro equipo adecuado y cortada hasta la profundidad suficiente para que deje un borde limpio y recto después de haberse quitado la parte superficial.

Los clavos, tornillos y herrajes, deberán ser galvanizados. La calidad comercial de dicho material será aceptada.

Después de la construcción, las superficies exteriores de las jardineras deberán ser cubiertos con un tinte de calidad comercial, de color que fuese especificado en las disposiciones especiales, o como ordene el Contratante.

**626.8 Fertilización.** Utilizar un fertilizante comercial, del tipo indicado en los planos o en las disposiciones especiales. El fertilizante deberá ser empleado y mezclado entre los primeros 5 cm de la superficie del área de hoyo, en el curso de los cinco días posteriores al día en que se plantaron.

**626.9 Riego.** Todas las plantas deberán ser regadas cuando se estén plantando e inmediatamente después de haber sido plantadas y a los intervalos fijados por el Contratante durante el período de arraigo de las mismas. El agua no deberá contener elementos tóxicos para las plantas. En cada riego, la tierra alrededor de cada planta deberá dejarse completamente saturada. El riego que el Contratante ordenase para las plantas, durante el período de arraigo de las mismas, deberá ser medido y pagado por separado.

**626.10 Estacadas.** Todos los árboles deberán ser protegidos por medio de tirantes y estacas de acuerdo con los detalles que mostrarán los planos, tan pronto como cada planta esté en su lugar.

**626.11 Poda.** La poda deberá hacerse antes o inmediatamente después de haber plantado los árboles y en tal forma que se conserve el carácter natural de cada planta. Todo el trabajo de la poda deberá ser efectuado por personal experimentado y provisto de equipo adecuado que corresponda a las prácticas horticolas aceptadas. Los cortes de ramas con diámetro mayor de 1.90 cm se deberán pintar con una curación aprobada para heridas de árboles.

**626.12 Colocación del cobertor vegetal.** Ubicar el cobertor vegetal 24 horas después del plantado.

**626.13 Período de establecimiento y reposiciones de plantas.** La aceptabilidad del material vegetal proporcionado y plantado de acuerdo con lo especificado, deberá ser determinada después de un período conveniente, durante el cual el Contratista deberá emplear todos los medios que sean posibles para la conservación de las plantas en un estado de desarrollo saludable. El período de establecimiento para la plantación será una temporada completa de desarrollo. El cuidado de las plantas durante ese período puede incluir su riego, poda, reparación y ajuste de los tirantes y estacas y cualquier otro trabajo relacionado que fuese ordenado por el Contratante.

#### **9.6.4. Aceptación.**

El material de plantado (que incluye plantas, fertilizante, cobertor vegetal y capa superior) será evaluado de acuerdo a las Subsecciones 106.02 y 106.03.

El plantado de árboles, arbustos y vides será evaluado de acuerdo a las subsecciones 106.02 y 106.04 y como se realizará como sigue: Las plantas muertas o insatisfactorias deberán ser quitadas de la obra sin demora alguna. Para determinar la aceptabilidad del material de plantas, llevarán a cabo una inspección semanal, el Contratista y el Contratante, 15 días antes del final de la temporada de desarrollo. Todas las plantas muertas o insatisfactorias deberán ser repuestas conservando clase, cantidad y tamaño, con plantas vivas y sanas colocadas como originalmente se hubiese especificado. Únicamente deberán utilizarse variedades de plantas alternas o substitutas cuando lo hubiese aprobado el Contratante. Se llevará a cabo una inspección final de todo el material de plantas dentro de los 15 días posteriores al final de la reposición de las plantas rechazadas.

#### **9.6.5. Medida y Pago**

Los costos por plantas, árboles, arbustos y cobertores vegetales para recubrimiento vegetal deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.

### **9.7. Sección 627 CANALIZADORES (SEPARADORES) DE FLUJO VEHICULAR, PARED DE BLOQUE ARMADA**

#### **627.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de canalizadores o separadores de flujo vehicular que serán construidos de paredes de bloque de 20 cms. Armadas, con una altura visible según se determina en planos las mismas consistirán en la construcción de pared de bloque conformada por bloques de concreto de 20 cms. Rellenando sus agujeros Con Homigón 1:2:3, ligando con mortero de cemento en una proporción 1:4.y armada con 1 Varilla No.3 en sentido vertical cada 40 Cms (Una varilla por bloque) El mortero deberá mezclarse en bateas especiales, preferiblemente de madera, para que se consiga una mezcla homogénea y libre de impurezas El mortero deberá colocarse en la base y en los lados de los bloques en un espesor no menor de 1.2 cm.- Toda la pared deberá ser construida a plomo de acuerdo con las dimensiones y líneas generales indicadas en los planos, uniendo los bloques de concreto con el mortero. Ningún mortero seco podrá ser mezclado nuevamente y utilizado en la obra. El concreto debe fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en

pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar los huecos del bloque sin dejar cavidades interiores. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie de los bloques rellenos de concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. Los bloques deben estar secos al momento de pegarlos con el mortero, en hileras perfectamente niveladas y aplomadas con las uniones verticales sobre el centro del bloque inferior, para obtener una buena adherencia. Todas las unidades de bloques que se tenga que cortar, deberá de ser realizado a plomo y escuadra, para asegurar un buen ajuste. Antes de su colocación el acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Todas las barras de refuerzo se doblarán lentamente y en frío para darles la forma indicada en los planos. En ningún caso el traslape de las varillas No. 3 será menor de 30 cms por barra.

#### **627.02 Medición y Pago**

Los costos por **canalizadores de flujo vehicular** deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **9.8. Sección 628 CANALIZADORES (SEPARADORES) DE FLUJO VEHICULAR, ZAPATA CORRIDA DE 0.40 X0.20**

#### **151.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en la construcción de una Zapata Corrida de Concreto con proporción 1:2:2, de 0.40 mts de ancho con un espesor de 0.20 mts armada con 4 varillas de Acero No. 3 en el sentido longitudinal y con varilla No 3 a cada 30 cms en el sentido transversal. El concreto debe fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar la sección excavada sin dejar cavidades interiores. Todo el hormigón será colocado en horas del día, La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del GERENTE DE OBRAS y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente humedad en la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se indique o se autorice por la GERENCIA DE OBRAS. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente. En ningún caso el traslape será menor de 30 cms por barra.

Los empalmes de cada barra se distanciarán con respecto a la de otras barras de modo que sus centros queden a más de 24 diámetros a lo largo de la pieza. Las zapatas corridas deberán ser construidas según las líneas y secciones transversales indicados.

#### **628.02 Medición y Pago.**

Los costos por zapatas para **canalizadores de flujo vehicular** deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **9.9. Sección 629 DEMOLICION DE PUENTE PEATONAL DE CONCRETO**

### **629.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la demolición de puentes peatonales de concreto, incluyendo el botado del material en concordancia con las Especificaciones Ambientales, la demolición deberá de realizarse por la noche de manera de afectar el tráfico en la menor medida posible, si hubiesen elementos prefabricados o metálicos que pudieran ser salvados, deberán de recuperarse y clasificarse para su devolución.

### **629.02 Medición y Pago.**

Los costos por Demolición de puente Peatonal de Concreto deberán de ser considerados en el renglón de Demolición y Remoción que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.. Sección 630 DEMOLICION DE PUENTE PEATONAL METALICO

### **630.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la demolición de puentes peatonales metálicos, los mismos deberán desmontarse cuidadosamente para después clasificar las piezas y entregarlas en las mejores condiciones posibles, el trabajo deberá de realizarse por la noche de manera de afectar el tráfico en la menor medida posible.

### **630.02 Medición y Pago**

Los costos por Demolición de puente Peatonal Metálico deberán de ser considerados en el renglón de Demolición y Remoción que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **9.10. Sección 631 PEDESTALES DE PROTECCION PARA POSTES DE LUZ**

### **631.01 Descripción.**

En este trabajo se considerará la construcción de dos pedestales de protección para postes de concreto reforzado (4000 psi), cimentados en forma de diamante (Ver detalle en planos)

### **631.02 Medición y Pago**

Los costos por Pedestales de Protección para Postes deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación de Carril Segregado que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **9.11. Sección 632 OBRAS DENTRO DE AREAS DE INTERVENCIÓN**

### **632.01 Descripción.**

Esta actividad incluye todas aquellas obras que sea necesario realizar dentro de las áreas de intervención que afectan los puentes peatonales y la ampliación de vía como ser reconstrucción de muros, paredes, casetas entre otros. Para realizar dichas actividades aplican todas las especificaciones de las actividades concernientes como ser Acero de Refuerzo, Estructuras Menores de Concreto, Muros de Retención etc.

### **632.02 Medición y Pago**

Los costos por Obras dentro de Áreas de Intervención deberán de ser considerados en el renglón con el mismo nombre que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **9.12. Sección 633 BORDILLOS DE CONCRETO**

### **633.01 Descripción.**

La actividad incluye el encofrado, fundido, desencofrado y curado de bordillo de concreto de 10x 8 cm de concreto  $F'c = 3,000$  PSI (210 Kg/cm<sup>2</sup>). El concreto debe fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad mínima que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar los encofrados sin dejar cavidades interiores. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. Todo el hormigón será colocado en horas del día, La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del Gerente de Obras y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. Los remates deberán ser construidos según las líneas y secciones transversales indicadas en los planos.

### **633.02 Medición y Pago**

Los costos por Bordillos de Concreto deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación de Carril Segregado que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **9.13. Sección 634 CANALIZADORES DE FLUJO PEATONAL**

### **634.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en la construcción de un Barandal de tubo HG de 3" Y 2" de diámetro y de acuerdo a plano de detalle. Se utilizará tubo HG 3" para realizar el marco superior e inferior de un metro de altura y los barrotes de tubo HG de 2" espaciados a cada 150 cms (máximo) dentro del marco. Y en cada cambio de dirección se colocarán parales de tubo negro de 3".-Todas las juntas serán soldadas con electrodo del tipo 7013x 3/32. Se le dará un acabado con pintura anticorrosiva a 2 manos pero sin dejar zonas desprotegidas y 2 manos de pintura de aceite del color acordado con el Gerente de Obras (la pintura de aceite se puede sustituir por otra mano de pintura anticorrosiva con el visto bueno del Gerente de Obras). El tubo paral deberá incrustarse en el concreto sujetado por medio de 2 pines de 10cm de varillas de 1/2", el barandal y barrotes de 2" van soldados entre sí . Todos los elementos son soldados en sitio.

### **634.02 Medición y Pago**

Los costos por Canalizadores de Flujo Peatonal deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación de Aceras y Espacios Públicos que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **10.1. SECCIÓN 635 SEÑALIZACION HORIZONTAL, VERTICAL Y SEÑALES PERMANENTES SOBRE EL PAVIMENTO**

Se refiere a señalización vertical y horizontal en las secciones del 631 al 635 del MCH.

### **Descripción**

**635.01** Este trabajo consiste en construir o instalar señales lisas o en relieve como señalización horizontal en pavimentos terminados. Se recomienda consultar el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para Control del Tránsito para obtener más detalles sobre materiales y normas geométricas de construcción y colocación de este tipo de señales.

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

### **10.1.1. Materiales**

**635.02** Los materiales deben estar conformes con las subsecciones del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito. Los materiales usuales son pintura convencional de pavimentos, señales epóxicas, adhesivos de resina epóxica, esferas de vidrio, señales de poliéster, señales de plástico preformado, señales en relieve para pavimento, señales termoplásticas, y pintura de base acuosa para pavimentos

### **10.1.2. Requerimientos para la construcción**

**635.03 Generalidades.** Cuando las señales existentes serán 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 Centroamérica 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.

Las líneas continuas simples o paralelas y las intermitentes en el pavimento deben cumplir con los anchos, longitudes y espaciamiento normalizados en el Manual Centroamericano de Dispositivos de Control para el Tránsito.

Se deben proteger las áreas recientemente marcadas del tráfico 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 señales defectuosas o que existían anteriormente en el pavimento.

**635.04 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 la pintura con una película de 0,38 milímetros, antes de colocar esferas de vidrio o con una tasa de riego de 2,6 metros cuadrados por litro de pintura. Inmediatamente después, se aplicarán las esferas de vidrio tipo 1 sobre la pintura a una tasa de 0.70 Kg por litro de pintura.

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

**635.05. 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 0,38 mm de espesor o con una tasa de riego de 3,7 metros cuadrados por litro, 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  $43 \pm 17$  grados centígrados y luego deben ser mezclados. Se desechará cualquiera de los materiales que supere 60 grados 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  $43 \pm 17$  grados centígrados (temperatura de la pistola de aplicación), a una tasa de riego de 0.38 milímetros de espesor seco de película o con una tasa de 2,6 metros cuadrados por litro.

**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.

**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.

**635.07 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  $53 \pm 4$  °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 superficie asfálticas que tengan menos de un año de edad.

**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.

**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.

**635.08 Señales termoplásticas (Tipo H e I).** Cuando se apliquen señales termoplásticas sobre pavimento de concreto de cemento Portland 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 ±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 mínimo seco o una tasa de 0.66 metros cuadrados por

**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.

**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 Portland, debe ser 1,2 megapascales.

**635.09 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.

**635.10 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.

**635.11 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 ± 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 ±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.

### **10.1.3. Aceptación**

Los materiales para señales permanentes del pavimento serán evaluados bajo las Subsecciones 106.02 y 106.03. La colocación de señales permanentes se evaluará conforme a la Subsección 106.02 y 106.04 600-103

### **635.02 Medición y Pago**

Los costos por Señalización tanto Vertical como Horizontal y demás que apliquen deberán de ser considerados en el renglón de Pavimentación que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **11. DIVISIÓN 700 MATERIALES**

### **11.1. SECCIÓN 701 CEMENTO HIDRÁULICO.**

**701.01. Cemento Portland y cemento de mampostería.** El cemento fabricado debe cumplir con lo prescrito en la Tabla 701-1 como sigue:

**Tabla 701-1  
Tipos de Cemento**

Tipo	Especificación
Cemento Portland	AASHTO M 85
Cemento hidráulico mezclado	AASHTO M 240
Cemento de mampostería	ASTM C 91

No se usará diferente tipo de cemento o marca, o cemento de diferente fábrica, sin aprobación.

**11.1.1. 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 cemen
T 153	Finura del cemento (permeámetro)
T 154	Tiempo de fragua (aguja de Gilmore)
T 186	Endurecimiento inicial del cemento
<b>ASTM</b>	
C 186	Calor de hidratación del cemento
C 219	Terminología relacionada con el cemenIncorporadores de aire en 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 SO3 en el cemento

## 11.2. SECCIÓN 702 LIGANTES BITUMINOSOS

**702.01** Cemento asfáltico sin modificantes. Ver sección 702 del tomo 5 del MCH

**(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 hidrocarburada, 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 702-1,

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.

Nota: Para la aceptación de un cemento asfáltico sin modificantes se requiere, además

de 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.

**Tabla 702-1 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	400-500	800-1200	1600-2400	2400-3600	3200-4800
Viscosidad cinemática a 135°C (máximo, cStoke)	Original	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.
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 encendido en copa abierta Cleveland (°C)	Original	183 mín.	177 mín.	232 mín.	232 mín.	232 mín.	232 mín.
Solubilidad en tricloretileno (%)	Original	99.0 mín.	99.0 mín.	99.0 mín.	99.0 mín.	99.0 mín.	99.0 mín.
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.
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.
Viscosidad absoluta a 60°C (Poise)	Residuo RTFO	1200 máx.	2000 máx.	4800 máx.	9600 máx.	14400 máx.	19200 máx.
Ductilidad a 25°C (cm)	Residuo RTFO	100 mín.	100 mín.	75 mín.	50 mín.	40 mín.	25 mín.

Pruebas 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 RTFO	4.0 mín.	4.0 mín.	4.0 mín.	4.0 mín.	4.0 mín.	4.0 mín.

Notas:

- (1) Criterio de clasificación.
- (2) Ensayo de acuerdo con la normativa definida en la Subsección 702.01 (d)
- (3)  $VTS = 11.3358 * [ \log [ \log (\text{viscosidad absoluta a } 60^\circ\text{C (cPoise)})] - \log [ \log (\text{viscosidad absoluta a } 135^\circ\text{C (cPoise)})] ]$
- (4) Requisitos de aceptación cuya aplicación en un Proyecto particular es definida por el Contratante.
- (5) Índice de inestabilidad coloidal =  $[ \text{asfaltenos (\%)} + \text{saturados (\%)} ] / [ \text{resinas (\%)} + \text{aromáticos (\%)} ]$

(6) Razón de viscosidades = [viscosidad absoluta a 60°C para residuo RTFO (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
Viscosidad cinemática a 135°C (máximo, cStoke)	Original	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.	3000 máx.
Ductilidad a 25°C (cm)	Original	100 min.	100 min.	100 min.	100 min.	-
Penetración a 25°C (1/100 cm)	Original	40-50	60-70	85-100	120-150	200-300
Punto de encendido en copa abierta Cleveland (°C)	Original	232 min.	232 min.	232 min.	232 min.	177 min.
Solubilidad en tricloroetileno (%)	Original	99.0 min.	99.0 min.	99.0 min.	99.0 min.	99.0 min.
Índice de susceptibilidad térmica VTS (3)	Original	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.	3.90 máx.
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.
Penetración residual (%) (4)	Residuo RTFO	55 min.	54 min.	50 min.	46 min.	40 min.
Ductilidad a 25°C (cm)	Residuo RTFO	-	50 min.	75 min.	100 min.	100 min.

Pruebas opcionales de aceptación (5)	Condición envejecimiento	Tipo de cemento asfáltico (1)				
Índice de inestabilidad coloidal (6)	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
Razón de viscosidades (7)	Residuo RTFO	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0

Notas:

- (1) Criterio de clasificación.
- (2) Ensayo de acuerdo con la normativa definida en la Subsección 702.01(d).
- (3)  $VTS = 11.3358 * [ \log [ \log (\text{viscosidad absoluta a } 60^{\circ}\text{C (cPoise)})] - \log [ \log (\text{viscosidad absoluta a } 135^{\circ}\text{C (cPoise)})] ]$
- (4) Penetración residual (%) = [penetración a 25°C para residuo TFO (Poise)] / [penetración a 25°C para asfalto original (Poise)]
- (5) Requisitos de aceptación cuya aplicación en un Proyecto particular es definida por el contratante.
- (6) Índice de inestabilidad coloidal = [ asfaltenos (%) + saturados (%) ] / [ resinas (%) + aromáticos (%) ]
- (7) Razón de viscosidades = [viscosidad absoluta a 60°C para residuo RTFO (Poise)] / [viscosidad absoluta a 60°C para asfalto original (Poise)]

**Tabla 702-3**  
**Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por grado de desempeño.**

Criterio de definición para límite superior de clasificación por grado de desempeño	Límite superior de clasificación por grado de desempeño (°C) (1)						
Temperatura más alta para la cual $G^*/\text{sen}(\delta)$ es superior o igual a 1.0 kPa, para el asfalto original, y para la cual $G^*/\text{sen}(\delta)$ es superior o igual a 2.2 kPa, en ensayo de caracterización reológica con el reómetro dinámico de cortante (DSR), en el asfalto original.	46	52	58	64	70	76	82
Criterio de definición para límite inferior de clasificación por grado de desempeño (3)	Límite inferior de clasificación por grado de desempeño (°C) (2)						
	-40	-34	-28	-22	-16	-10	-4
Temperatura más baja para la cual $S(60\text{ s})$ es inferior o igual a 300 MPa y $m(60\text{ s})$ es superior o igual a 0.30, en el ensayo reológico de vigas a flexión, para el asfalto envejecido en el horno de película delgada vertical (RTFO) y en el dispositivo de envejecimiento a presión (PAV), simultáneamente; alternativamente, será la temperatura más baja para la cual $S(60\text{ s})$ es inferior o igual a 600 MPa, $m(60\text{ s})$ es superior o igual a 0.30 y el porcentaje de elongación en la prueba de tensión directa es igual o superior a 1.0 % en el momento de ruptura.	-30	-24	-18	-12	-8	0	4

- (1) Debe superar al menos el 98% de las magnitudes de temperatura máxima anual en el pavimento, estimadas como las siete temperaturas máximas diarias a una profundidad de 2.0 cm bajo la superficie del pavimento, más la modificación por magnitud y velocidad de carga definida en la Tabla 702-4. Debe usarse una distribución de frecuencia normal, al menos con una base histórica de 20 años. Alternativamente, puede ser definido por el Contratante.
- (2) Debe ser superada al menos por el 98% de las magnitudes de temperatura mínima anual. Debe usar una distribución de frecuencia normal, al menos con una base histórica de 20 años. Alternativamente, puede ser definido por el Contratante.
- (3) Criterio de clasificación opcional. Su aplicación obedecerá a la decisión expresa del Contratante.

**Tabla 702-3 (continuación)**  
**Especificaciones de aceptación para cementos asfálticos clasificados por grado de desempeño**

Criterio de definición para temperatura intermedia de desempeño	Temperatura intermedia de desempeño (°C) (4)					
Temperatura más baja para la cual $G^* \text{sen}(\delta)$ es inferior o igual a 5.0 MPa, en ensayo de caracterización reológica con el reómetro dinámico de cortante (DSR), en el asfalto envejecido en el horno de película delgada vertical (RTFP) y en el dispositivo de envejecimiento a presión (PAV), simultáneamente.	10	13	16	19	22	25
<i>Requisitos de calidad</i>	<i>Magnitud</i>					
Punto de encendido en copa abierta de Cleveland (°C)	230 mín.					
Viscosidad rotacional a 135°C (cPoise)	3000 máx.					
Pérdida de peso por calentamiento en el horno de película delgada RTFO (%)	1.0 máx.					

(4) Debe ser inferior o igual al requisito mínimo de temperatura intermedia de desempeño, que será definido por el

Tabla 7024  
 Increments 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.

	Transito a velocidad sobre 60 kph	Intersecciones, aproximaciones a puentes y túneles, y subidas con pendiente entre 5,0 % y 10,0 %.	Estacionamientos y subidas con pendiente de más de 10,0%
Ejes simples equivalentes de diseño bajo 10 millones	+ 0°C	+ 6°C	+ 12°C
Ejes simples equivalentes de diseño sobre 10 millones	+ 6°C	+ 12°C	+ 12°C (5)
Ejes simples equivalentes de diseño sobre 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.

**(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.

**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 central 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), (b) y (c).

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, bajo 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. Para los grados RS-1h y RS-2h, se deberán cumplir los mismos requisitos para los grados RS-1 y RS-2, excepto que el asfalto residual (producto del ensayo de destilación) deberá presentar una penetración a 25°C (AASHTO T 49) de 0.40 a 1.00 centímetros.

**(b) Emulsión asfáltica catiónica.** De conformidad con AASHTO M 208. Para los grados CRS-1h y CRS-2h, se deberán cumplir los mismos requisitos para los grados CRS-1 y CRS-2, excepto que el asfalto residual (producto del ensayo de destilación) deberá presentar una penetración a 25°C (AASHTO T 49) de 0.40 a 1.00 centímetros.

**(c) Emulsión asfáltica de rotura acelerada.** De conformidad con los siguientes requisitos:



(1)	Viscosidad Saybolt Furol a 25°C	AASHTO T 59 20 a 100 s F
(2)	Residuo por destilación	AASHTO T 59 57 % mín.
(3)	Ensayo de tamizado por malla No. 20	AASHTO T 59 0.10 % máx.
(4)	Pruebas en el asfalto residual producto del ensayo de destilación	
	(a) Penetración a 25°C, 100 g, 5 s	AASHTO T 49 0.40 a 1.00 cm
	(b) Solubilidad en tricloroetileno	AASHTO T 44 97.5 % mín.
	(c) Ductilidad a 25°C, 50 min / min	AASHTO T 51 40 mm

**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.** Según AASHTO M 81.

(b) **Cura media.** Según AASHTO M 82.

Se aplicarán a la temperatura definida en la Subsección 702.05.

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 702-5.

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.

**Tabla 702-5**  
**Temperaturas de aplicación – rangos en grados centigrados (°C)**

Tipo y grado de cemento asfáltico	Rangos de temperatura para la aplicación del cemento asfáltico	
	Temperaturas de aplicación (aspersión)	Temperaturas de mezclado (1)
<b>Asfaltos rebajados</b>		
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-900	95 a (2)	75 a 100 (3)
RC o MC-3000	110 a (2)	80 a 115 (3)
<b>Emulsión asfáltica</b>		
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
<b>Cemento asfáltico no modificado</b>		
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 Portland a 3 partes de agregado fino.

**(e) Encofrados de madera recubiertos con asfalto.** De conformidad con ASTM D 517 y los siguientes requisitos:

(1) Espesor. 32 milímetros.

(2) Ancho. 225 +/- 75 milímetros. Se usará solamente un ancho para una estructura dada, excepto en las aproximaciones a fronteras.

(3) Longitud. 1 a 2.5 metros. Se usará la longitud que permita el tendido eficiente en la superficie a recubrir.

**(f) Rollos de materiales bituminosos para techos.** De conformidad con ASTM D 224, tipo III.

**702.7 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.

**702.8 Mastique asfáltico.** De conformidad con AASHTO M 243.

**702.9 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 Portland, De conformidad con la Subsección 701.01, o ceniza 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 106.04, 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 defina.

### 11.3. SECCIÓN 703 AGREGADOS

#### 11.3.1. Agregados para concreto de cemento Portland Ver sección 703 del tomo 5 del MCH

**703.01 Agregado fino.** Deberá cumplir con los requisitos especificados en AASHTO M-6, agregado fino para concreto de cemento Portland. 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 mas 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 > 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 No. Mallas estándar	% Pasando (AASHTO T 11 y T 27)
9.5 mm	100
No. 4	95-100
No. 8	80-100
No. 16	50-85
No. 30	25-60
No. 50	10-30
No. 100	2-10

- (a) El módulo de finura (MF) debe está comprendido entre 2,3 y 3 1.
- (b) El material que pasa la malla de 75 µm, 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 SO4Na2 y de 15% máximo cuando se usa SO4Mg.

El equivalente de arena, AASHTO T 175, deberá ser mínimo de 75%.

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	≤ 3%	≤ 3%
Carbón y lignito	≤ 0.25%	≤ 1%
Finos que pasan la malla no. 200:		
▪ En concreto sujeto a abrasión	≤2.0%	≤ 4.0%
▪ En otras clases de concreto	≤3.0%	≤ 5.0%
▪ Otras sustancias perjudiciales	≤1.0%	≤ 1.0%

**703.02 Agregado grueso.** Deberá cumplir con los requisitos especificados en AASHTO M-80, Agregado grueso para concreto de cemento Portland. 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 I 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**

Clase	Partículas desmenuzables y terrones de arcilla	Carbón y Lignito	Finos que pasan la malla No. 200	Desgaste Los Angeles
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 Moderadas Despreciables	A B C
Pavimento de concreto, capas de base, veredas, etc. en que irregularidades moderadas pueden tolerarse	Severas Moderadas Despreciables	B C D
Concreto recubierto no expuesto a la intemperie		E

**Tabla 703-4**  
**Especificaciones AASHTO y ASTM para agregados finos y gruesos**

	No.	Referencia
AASHTO	M 6	Especificaciones para agregados finos para usar en concreto de cemento Portland
	M 80	Especificaciones para agregados gruesos para usar en concreto de cemento Portland
	T 2	Muestreo de materiales
	T 11	Determinación del No. 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 <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> o SO <sub>4</sub> Mg.
	T 112	Partículas desmenuzables y terrones de arcilla en el agregado
	T 113	Partículas livianas en el agregado
AASHTO	T 161	Resistencia del concreto a congelamiento y deshielo rápidos
	T 19	Peso unitario y vacíos de los agregados
	T 96	Resistencia a la abrasión (Desgaste Los Angeles)
ASTM	C 227	Potencial Reacción Alcalina de la combinación cemento – agregado
	C 33	Especificaciones para agregados finos a usar en concreto de cemento Portland

**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 M6, 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, base y superficiales.**

**(a) General.** Las partículas que constituyan estos agregados deben ser duras, limpias, resistentes, estables, libres de películas superficiales, de raíces, de restos vegetales y no contendrán partículas que tengan forma de laja o de aguja, piedra quebrada, escoria quebrada o grava quebrada.

Deben cumplir con los requerimientos siguientes:

- (1) Abrasión de los Ángeles, AASHTO T 96 50% max.
- (2) Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio, pérdida después de 5 ciclos, AASHTO T-104 12% max.
- (3) Índice de durabilidad (grosso), AASHTO T-210 35 min
- (4) Índice de durabilidad (fino) 35 min
- (5) Caras fracturadas, FLH T 507 50% min
- (6) Libre de materia orgánica, grumos o arcillas

No se usará material en que exista la alternativa de congelamiento y deshielo o humedecimiento y secado.

La granulometría de los agregados se obtendrá quebrando, cerniendo 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"; debe cumplir con los requerimientos siguientes:

- (1) Granulometría Tabla 703-6
- (2) Límite líquido, ASSHTO T 89 25 max

**(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.

Granulometría para sub-base y base

Abertura de la malla	Porcentaje por peso pasando la malla ciclada				
	AASHTO T 27 y AASHTO T 11				
	Requerimientos de Granulometría				
	A (Sub-base)	B (Sub-base)	C (Base)	D(Base)	- (Base)
63 mm	100				
50 mm	97-100	100	100		
37.5 mm		97-100	97-100	100	
25 mm	65 - 79 (6)			97 -100	100
19 mm			67-81 (6)		97-100
12.5 mm	45 - 59 (7)				
9.5 mm				56-70(7)	67-79(6)
4.75 mm	2S - 42 (6)	40-60(B)	33-47(6)	39-53(6)	47-59(7)
425 $\mu$ m	9-17(4)		10-19(4)	12-21 (4)	12-21 (4)
75 $\mu$ m	4 - 3 (3)	0-12(4)	4 - 8 (3)	4 - 8 (3)	4 - 8 (3)

( ) Desviación ( $\pm$ ) permisible

**Tabla 703-7**  
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	$\pm 7$
425 $\mu$ m	12-28	$\pm 5$
75 $\mu$ m	9-16	$\pm 4$
Índice plasticidad	8	$\pm 4$

(1) El procedimiento estático 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 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 trituradas y mezcladas 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, FLH T 507 75% min
- (4) Índice durabilidad (agregado grueso)
- (5) AASHTO T 210 35 min

No deben usarse agregados con caras pulidas o agregados que contengan carbonato soluble. El residuo insoluble debe ser menor del 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 40% máx.
- (2) Equivalente arena, AASHTO T 176 45 % min

**Tabla 703-8**  
**Rangos requeridos**  
**Granulometría de agregados para concreto asfáltico en caliente**

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	-	-	-	-	-
25	97-100	100	100	-	-	-
19	-	97-100	97-100	100	100	-
12.5	-	76-88(±5)	*(±5)	97-100	97-100	-
9.5	53-70(±6)	-	*(±6)	-	*(±5)	100
4.75	40-52(±6)	49-59(±7)	*(±7)	57-69(±6)	*(±6)	33-47(±6)
2.36	25-39(±4)	36-45(±5)	*(±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)	3-7(±2)	3-8(±2)	3-8(±2)	3-8(±2)	2-4(±2)

Notas: El Contratante especifica el valor del rango y límites

( ) Desviación permisible

**(b) 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

**(c) 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, FLHT 506 75% min
- (b) Una o más caras fracturadas, FLHT 506 90% min
- (c) Índice de fractura, FLHT 508 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) Pérdida por disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio (ácidos), AASHTO T 104 12% máx.
- (3) Caras fracturadas, FLH T 50T 75% min
- (4) Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210 35 min

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 min
- (2) Equivalente de arena, AASHTO T 176 35 min

**(c) Granulometría de agregados mezclados.** 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 pasando la malla estándar (AASHTO T 27 Y AASHTO T 11)				
	Designación de la Granulometría				
	A	B	C	D	E
50 mm	100				
37.5 mm	95 – 100	100			
25 mm	-	95 – 100	100		
19 mm	60 – 80 (7)	-	95 – 100	100	
12.5 mm	-	60 – 80 (7)	-	95 – 100	100
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)

( ) Desviación permisible ( ± )

**Tabla 703-10**  
**Rangos requeridos**  
**Granulometría abierta para pavimentos con emulsión asfáltica**

Malla	Porcentaje por peso pasando la malla estándar (AASHTO T 27 Y AASHTO T 11)			
	Designación de la Granulometría			
	A	B	C	D
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)
4.25 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 mm	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.	Pérdida por disgregabilidad (sanidad en sulfato de sodio (5 ciclos), AASHTO T 104	12% máx.
d	Densidad, AASHTO T 19 M	1100 kg/m <sup>3</sup> min
e	Revestimiento y desnudamiento en mezcla Bitumen- Agregado, AASHTO T 182	95% min
f	Revestimiento adherido al agregado FLH T 512	0.5% máx.
g.	Caras fracturadas, FLH T 507	75% min
h.	Índice de fractura, FLH T 508	30% max.
i	Índice de durabilidad (grueso), AASHTO T 210	35 min
j.	Índice de durabilidad (fino), AASHTO T 210	35 min
k.	Arcilla y partículas friables, AASHTO 112	1%

No se deben usar agregados livianos, de acuerdo a AASHTO M 195.

**Tabla 703-11**  
**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	D	E	F
37.5 mm	100					
25 mm	90 – 100 (3)	100				
19 mm	0 – 35 (5)	90 – 100 (3)	100			
12.5 mm	0 – 8 (3)	0 – 35 (5)	90 – 100 (3)	100		
9.5 mm	-	0 – 12 (3)	0 – 35 (5)	85 – 100 (3)	100	100
4.25 mm	-	-	0 – 12 (3)	0 – 35 (5)	85 – 100 (3)	85 – 100
2.36 mm				0 – 8 (3)	0 – 23 (4)	-
75 mm	0 – 1 (1)	0 – 1 (1)	0 – 1 (1)	0 – 1 (1)	0 – 1 (1)	0 – 10

( ) Desviación permisible ( ± )

**703.11 Agregado para lechadas superficiales.** Se suministrarán arenas naturales o fabricadas, cenizas, finos del proceso de trituración, u otros agregados minerales que cumplan con la especificación AASHTO M 29 como sigue:

(a)	Granulometría	Tabla 703-12
(b)	Abrasión Los Ángeles, AASHTO T 96	35% máx
(c)	Equivalente de arena, AASHTO T 176	45 min
(d)	Textura superficial con absorción menor de < 1.25% por peso del total del agregado combinado	50% máx.

**Tabla 703-12**  
**Granulometría de agregados para lechadas**  
**superficiales y promedios aplicables**

Malla abertura	Porcentaje por peso pasando la malla cuadrada AASHTO T-27 y AASHTO T -11		
	Tipo de lechada superficial		
	I	II	III
	Requerimiento 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 – 42	18 – 30	12 – 25
150 µm	15 – 30	10 – 21	7 – 18
75 µm	10 – 20	5 – 15	5 – 15
Promedio aplicable (2)Kg/cm <sup>2</sup>	3.3 – 5.5	5.5 – 8.2	8.2 ó más

(2) Basada en el peso del agregado seco

**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 min
- (c) Libre de materia orgánica y grumos de arcilla

**Tabla 703-13**  
**Granulometría para el agregado de recubrimiento**

Malla abertura	Porcentaje por peso pasando la malla AASHTO T 27 y AASHTO T 11
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 25máx
- (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 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, de partículas provenientes de piedra o grava quebradas.

Deben cumplir con las siguientes especificaciones:

A	Abrasión de los Ángeles, AASHTO T 96	35% máx.
B	Disgregabilidad (sanidad) en sulfato de sodio (5 ciclos)	12% máx.
C	Índice de durabilidad (grueso y fino)	35 min
D	Caras fracturadas, FLH T 506 y T 507	Tabla 703-14
E	Angularidad del agregado fino, AASHTO TP 33 método	Tabla 703-15
A		Tabla 703-16
F	Partículas con caras planas y alargadas, ASTM D 4791	Tabla 703-17
G	Equivalente de arena, AASHTO T 176	

H Granulometría: el tamaño, grado y las proporciones de la mezcla de las fracciones de los agregados, debe quedar dentro de los puntos de control para el tamaño máximo nominal de los agregados de acuerdo a Tabla 703-14, 703-16, 703-17.

El tamaño máximo nominal debe ser el retenido mayor que 10% en la primera malla de la combinación de los agregados no produzca su mezcla, cuyo tamaño máximo nominal, no cumpla con los requerimientos de la zona restringida, como se muestra en las Tablas 703-18, 703-19, 703-20, según corresponda. Las pruebas se harán de acuerdo con AASHTO T 11 y AASHTO T 27.

**Tabla 703-14**  
**Requerimiento de caras fracturadas**

Tránsito, en 10 <sup>6</sup> ESAL	Profundidad desde la superficie	
	<100 mm	>100 mm
<0.3	55/-	-/-
> 0.3 - 1	65/-	-/-
>1 - 3	75/-	50/-
>3 - 10	85/80	60/-
>10- 30	95/90	80/75
>30 - 100	100/100	95/90
>100	100/100	100/100

Nota: "85/80" significa que 85% del agregado grueso tiene una sola cara fracturada y 80% tiene dos caras fracturadas

**Tabla 703-15**  
**Angularidad del agregado fino**

Tránsito, en 10 <sup>6</sup> ESAL	Profundidad desde la superficie	
	<100 mm	>100 mm
<0.3	-	-
>0.3 - 1	40 min.	-
>1 - 3	40 min.	40 min.
> 3 - 30	45 min.	40 min.
>30	45min.	45 min.

Nota: Los valores se presentan como porcentaje de vacíos de aire en el agregado fino ligeramente compactado.

**Tabla 703-16**  
**Partículas chatas y alargadas**

Tránsito, en 10 <sup>6</sup> ESAL	Máx. porcentaje en peso
< 1	-
> 1	10

Tabla 703-17  
 Contenido de arcilla  
 Equivalente de arena

Tránsito, en 10 <sup>6</sup> ESAL	Equivalente de arena, % min
< 3	40
> 3 – 30	45
> 30	50

Tabla 703-18  
 Requerimientos de Superpave para la granulometría de mezcla asfáltica para  
 agregados de tamaño máximo nominal 12.5 mm.

Zona Restringida							
Malla	Puntos de Control		0.45	Mínimo	Máximo	Límites	Desviación
mm.			Gráfico				Permisible
			Max. Dens.				
19.00	100		100				
12.50	100	90	82.8				
9.50			73.2				
4.75			53.6			*	(6)
2.36	58	28	39.1	39.1	39	*	(6)
1.18			28.6	25.6	31.6		
0.60			21.1	19.1	23.1	*	(4)
0.30			15.5	15.1	15.1	*	(3)
0.15			11.3				
0.075	10	2	8.3			*	(2)
* Límite cerca de 0.1 por ciento							
() Desviación permisible ± de los límites							

Tabla 703-19  
 Requerimientos de Superpave para la granulometría de mezcla asfáltica para  
 agregados de tamaño máximo nominal 19 mm.

Zona Restringida							
Malla	Puntos de Control		0.45	Mínimo	Máximo	Límites	Desviación
mm			Gráfico				Permisible
			Max. Dens.				
25.00	100		100				
19.00	100	90	88.4				
12.50			73.2				
9.51			64.7				
4.76			47.4			*	(6)
2.36	49	23	34.6	34.6	34.6	*	(6)
1.18			25.3	22.3	28.3		
0.60			18.8	16.7	20.7	*	(4)
0.30			13.7	13.7	13.7	*	(3)
0.16			10.0				
0.075	8	2	7.3			*	(2)
* Límite cerca de 0.1 por ciento							
() Desviación permisible ± de los límites							

T

**Tabla 703-20**  
**Requerimientos de Superpave para la granulometría de mezcla asfáltica para**  
**agregados de tamaño máximo nominal 25 mm.**

Zona Restringida							
Malla	Puntos de Control		0.45	Minimo	Máximo	Límites	Desviación
mm			Gráfico				Permisible
Max. Dens.							
37.50		100	100				
25	100	90	83.3				
19.0			73.6				
12.5			61.0				
9.50			53.9				
4.75			39.5	39.5	39.5	*	(6)
2.36	45	19	28.8	26.8	30.8	*	(6)
1.18			21.1	18.1	24.1		
0.60			15.6	13.6	17.6	*	(4)
0.30			11.4	11.4	11.4	*	(3)
0.15			8.3				
0.075	7.0	1	6.1			*	(2)
* Límite cerca de 0.1 por ciento							
( ) Desviación permisible ± de los límites							



## 11.4. SECCIÓN 704 SUELOS

Ver Sección 700 del tomo 5 del MCH

**704.01 Relleno de fundación.** Se debe suministrar material granular libre de exceso de humedad, raíces, semillas u otros materiales deletéreos de acuerdo a lo siguiente:

- |  |           |
|--|-----------|
| (a) Material pasando la malla 50 mm  | 100%      |
| (b) Clasificación suelos AASHTO M-145  | A-1 a     |
| c) Material en ambiente húmedo, material pasando la malla de 75 $\mu$ m, AASHTO T 27 y T T11 | 6% máximo |

**704.02 Material de base.** Conforme a lo siguiente:

- (a) Material de base Clase A. Se debe suministrar concreto conforme a Sección 601.
- (b) Material de base Clase B. Se debe suministrar arena o suelo arenoso libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos y de acuerdo a lo siguiente:
- (1) Material pasando malla 9.5 mm AASHTO T-27 100%
  - (2) Material pasando malla 75  $\mu$ m AASHTO T-27 y T11 10% máx.
- (c) Material de base Clase C. Se debe suministrar arena o suelo arenoso libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos. Se deben remover todas las partículas de roca y grumos de suelo duro mayores de 38 mm.

**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.

Se deben remover todas las partículas de roca y grumos de tierra dura mayores de 75 mm.

**704.04 Relleno estructural.** Se debe suministrar material granular y tierra fina libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Dimensión máxima 75mm
- (b) Material pasando malla 75  $\mu$ m 15% máximo
- (c) Límite líquido AASHTO T-89 30% máximo

**704.05 Material superficial.** Se debe suministrar material granular y tierra fina libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Dimensión máxima 100mm
- (b) Clasificación de suelo AASHTO M- 145 A-1 o A-2-4

**704.06 Préstamo sin clasificar.** Se debe suministrar material granular y tierra fina libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Dimensión máxima 600mm
- (b) Clasificación de suelo AASHTO M- 145 A-1, A-3 o A-2-4

**704.07 Préstamo selecto.** Se debe suministrar material granular y tierra fina libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- (a) Granulometría
- (b) Límite líquido AASHTO T-89

**Tabla 704-1  
Granulometría de préstamo selecto**

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T-27
75.0 mm	100
25.0 mm	70-100
4.75 mm	30-70
150 µm	0-15

**704.08 Material selecto para capa superficial.** Se debe suministrar material granular y tierra fina, libres de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo a lo siguiente:

- |   |                    |
|---|--------------------|
| (a) Granulometría material uniforme grueso o fino | Tabla              |
| (b) Límite líquido AASHTO T-89                    | 704-2 30<br>máximo |

Tabla 704-2 Granulometría de  
material superficial selecto

Tamaño de mallas	Porcentaje pasando por peso AASHTO T-27 y T-11
75.0 mm	100
75.0 urn	G-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 material uniforme grueso o fino | Tabla 704-3 |
| (b) Límite líquido AASHTO T-89                    | 30 máximo   |

Tabla 704-3  
Granulometría capa de base

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T-27 y T-11
12.5 mm	100
75 urn	c-- ?■

**704.10 Relleno granular selecto.** Se debe suministrar material sano y durable, 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 AASHTO T- 236 34º mínimo

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 7.

(3) Pérdida en sulfato de sodio ( 5 ciclos ) AASHTO T-104 15% máximo

(4) Pérdida por abrasión Los Ángeles AASHTO T-96 50% máximo

(5) Límite líquido AASHTO T-89 30 máximo

**(b) Requisitos electroquímicos.**

- |  |                     |
|--|---------------------|
| (1) Resistividad AASHTO T-288          | 3000 Ohmios-cm min. |
| (2) ph AASHTO T-289                    | 5 a 10.             |
| (3) Contenido de sulfatos AASHTO T-290 | 1000 ppm max.       |
| (4) Contenido de cloruros AASHTO T-291 | 200 ppm max.        |

Nota: No se requieren pruebas de contenido de sulfatos y cloruros cuando el ph esté entre 6 y 8 y la resistividad es mayor de 500 ohm-cm.

Tabla 7044 Granule media <le  
relleno granular selecto

Tamario de mails	Porcentaje pasando por peso AASHTOT-27yT-11
100 mm	100
75 mm	75-100
75 urn	0-15

**704.11 Relleno especial para lechadas.** Se suministrará lechada fluida, compuesta de tres partes de cemento Portland y ocho partes de agregado fino por volumen. La ceniza o puzolana se puede sustituir por 2 o 3 partes de cemento Portland, de acuerdo a lo siguiente:

- |                        |                      |
|------------------------|----------------------|
| (a) Razón agua/cemento | 1,5                  |
| (b) Cemento Portland   | 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 | Tabla704-5        |
| (b) Peso Unitario | 1900 Kg/m3 mínimo |

Tabla 704-5  
Granulometría de relleno para muro de cribas

Tamaño de malla	Porcentaje Pasando por peso AASHTO T-27
75 mm	100
4.75 mm	25-70
300 µm	5-20
75 µm	0-5

## 11.5. 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 y que cumpla con los siguientes requisitos:

- (a) Índice de durabilidad del material grueso, AASHTO T-210 52 min
- (b) Peso unitario de una canasta de gavión llena 1600 Kg/m<sup>3</sup> min
- (c) Granulometría
  - (1) Canastas de 0.3 m o mayores en la dimensión vertical
    - (a) Dimensión máxima 200 mm
    - (b) Dimensión mínima 100 mm
  - (2) Canastas menores de 0.3 m en la dimensión vertical
    - (a) Dimensión máxima 150 mm
    - (b) Dimensión mínima 75 mm

**705.02 Rocas para protección de taludes.** Se deberá suministrar roca angular dura y durable que sea resistente al intemperismo y la acción del agua y que esté libre de material orgánico y de desecho. No se deberán usar bolones, esquisto o roca con incrustaciones de esquisto. La roca deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- (a) Gravedad específica aparente, AASHTO T-85 2.50 mín.
- (b) Absorción, AASHTO T-85 4.0 % mín.
- (c) Índice de durabilidad del material grueso, AASHTO T-210 52 min
- (d) Granulometría por clase especificada Tabla 705-1

No podrán usarse bloques, lutitas o rocas con vetas suaves.

**Tabla 705 ■ 1**  
**Requerimientos para la Granulometria de**  
**rocas para protection de taludes**

Tipo	Porcentaje de roca por peso	Peso kg	Dimension aproximada mm <sup>1,2,3*</sup>
1	2D	10 a 1E	150 a 200
	30	5a 10	125 a 150
	40	C.5a5	50 a 125
	10**	CaC.S	0a50
2	20	25 a 50	200 a 250
	30	10 a 25	150 a 200
	40	1 a 10	75 a 150
	10 <sup>TM</sup>	0a1	0a75
3	20	100 a 150	350 a 400
	30	50 a 100	250 a 350
	40	5 a 50	125 a 250
	10 <sup>TM</sup>	0a5	0a125
4	20	250 a 350	450 a 500
	30	100 a 250	350 a 450
	40	10a 100	150 a 350
	10 <sup>TM</sup>	0a 10	0a150
5	20	700 a 1000	650 a 700
	30	350 a 700	500 a B50
	40	25 a 350	200 a 500
	10 <sup>TM</sup>	0a25	0a200
6	20	850 a 1600	700 a 850
	30	500 a 850	550 a 700
	40	50 a 500	250 a 550
	10**	0a50	Da 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 que haya sido probada antes satisfactoriamente 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 impidan 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 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 milímetros o 1½ veces el espesor, cualquiera que sea el mayor |
| (3) Longitud mínima                        | 1½ veces el ancho   |
| (4) Rocas con volumen > 0,3 m <sup>3</sup> | 50% min.  |

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 30 cm.

**(b) Acabado de las caras.** Se deberán quitar todas las porciones delgadas o débiles. Se acabarán el lecho y las líneas de las juntas de la roca de cara hasta lograr una máxima variación con respecto a la línea neta 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 las rocas de cara normalmente a la cara hasta una profundidad de 75 milímetros. Más allá de ese punto, la desviación con respecto a la normal no deberá exceder de 25 milímetros en 300 milímetros para la mampostería dimensionada o 50 milímetros en 300 milímetros para todas las otras clases.

**(d) Superficies de juntas.** Para mampostería dimensionada, se acabarán 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 normales a la superficies 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 milímetros.

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 en cuerpos de arcos radialmente al arco o normal a la cara del frente hasta una profundidad de 75 milímetros. Más allá de ese punto, la desviación con respecto a la radial o la normal no deberá exceder de 20 milímetros en 300 milímetros.

Se deberán acabar las superficies traseras adyacentes al concreto del cañón del arco paralelas a la cara frontal y normales al intradós hasta una profundidad de 150 milímetros. 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 milímetros 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 piedras de cara en línea y 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:

**(1) Punteado fino (P.F).** Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 10 milímetros de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 3 milímetros o a menos de la línea de escuadría.

**(2) 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 a menos de la línea de escuadría.

**(3) Punteado grueso (P.G).** Se realizarán depresiones punteadas o sisas aproximadamente con 30 milímetros de separación. Las variaciones superficiales se limitarán a 10 milímetros o a menos de la línea de escuadría.

**(4) Sisada o cara partida (S).** Se debe proporcionar a 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.

**(5) 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 colocados 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 colocados 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

**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 min.
- .. Absorción, AASHTO T 85 4,2% max.
- .. Índice de durabilidad (agregado grueso),  
AASHTO T 210 52 min.

**(b) Roca para contrafuertes colocados mecánicamente.** Además de los requisitos indicados en el punto (a) anteriormente citado, 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 sacada de una fuente aprobada. Se usará un solo tipo de piedra 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 a 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 a 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 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 m, 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 metros, será de 75 milímetros.

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 metros.

## 11.6. SECCIÓN 706 TUBERÍAS DE CONCRETO Y DE PLÁSTICO

Ver lo referente a instalación de tubos para alcantarillas del tomo 5 del MCH. Ver también las normativas del SANAA

**706.01. Tuberías de concreto sin refuerzo.** Se fabricarán conforme a lo especificado en AASHTO M 86M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

**706.02 Tuberías de concreto reforzado.** Se fabricarán 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.

**706.3 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.

**706.4 Tuberías de arco de concreto reforzado.** Se fabricarán conforme a lo especificado en AASHTO M 206M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

**706.5 Tuberías de arco elíptico de concreto reforzado.** Se fabricarán conforme a lo especificado en AASHTO M 207M, para los diámetros, clases y esfuerzos requeridos.

**706.6 Tuberías de concreto reforzado para cargas tipo D.** Se fabricarán conforme a lo requerido en AASHTO M 242M, para los diámetros especificados.

**706.7 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.

**706.8 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 900 milímetros según AASHTO M 294 y calibres mínimos especificados por ASTM D 3350, 315412C ó 324420C. Para aplicaciones sanitarias, se fabricarán los tubos de acuerdo a AASHTO M 294, tipo S, con uniones de ajuste impermeable.

(c) **Pared nervada de polietileno.** Tubería fabricada con diámetros de 450 a 1200 milímetros 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 12364C. Para aplicaciones en desechos sanitarios, deberá cumplir con ASTM D 3034.

(f) **Pared nervada de cloruro de polivinil.** Tubería fabricada con diámetros de 100 a 1200 milímetros, que deberá satisfacer ASTM M 304 y el calibre mínimo especificado. Para aplicaciones en desechos sanitarios, será conforme a ASTM F 794 ó F 949.

(g) **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

Ver la Sección 707 del tomo 5 del MCH. Ver especificaciones del SANAA

**707.1 Tubería para alcantarilla de hierro dúctil.** Debe fabricarse conforme la especificación ASTM A 716, para los diámetros especificados.

**707.2 Tubería de acero corrugado con recubrimiento metálico.** La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc. deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 36M o de AASHTO M 218, M274, 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 36M.

**707.03 Tubería corrugada de aleación de aluminio.** La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc. deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 196M, 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 36M.

**707.04 Tubería de metal corrugado recubierta con capa bituminosa.** La fabricación de estos tubos y las secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc. debe satisfacer los requisitos conforme a las Subsecciones 707.02, 707.03, 707.08, 707.09 y 707.13, según corresponda referidas a estos tubos.

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 (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 y, cuando se requiera hacer el recubrimiento en el campo, el material bituminoso debe aplicarse de acuerdo a la especificación AASHTO M 243.

**707.5 Lámina de acero estructural.** La fabricación de las láminas estructurales y los sujetadores para la conexión de láminas, deben satisfacer las especificaciones AASHTO M 167M para dimensiones y tipos especificados.

**707.6 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 219M, para dimensiones y tipos especificados.

**707.7 Lámina estructural recubierta con capa bituminosa.** La fabricación de láminas estructurales recubiertas con bitumen debe cumplir con los requerimientos de las Subsecciones 707.05 y 707.06, según corresponda. La capa para recubrimiento bituminoso se hará conforme a lo establecido en AASHTO M 190, tipo A y, 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 (codos, bifurcaciones, bandas de unión), se conformarán a lo requerido en AASHTO M 245M y M 246M. El tubo se fabricará con grado 250/250 de capa de polímero. **707.09 Tubería de acero recubierta con fibra bituminizada.** La fabricación de tubos y secciones especiales (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 885.

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 perforada para drenaje.** Fabricada conforme a lo especificado en AASHTO M 36M y/o AASHTO M 218, 274, ó 289 para dimensiones de sección y calibres especificados. Se fabricará el tubo con perforaciones, en 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 36, galvanizando las perforaciones en ángulo y parrillas de ensamble de acuerdo a la Subsección

**707.11 Tubería de lámina espiral con recubrimiento metálico.** La fabricación de estos tubos y en secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc. debe satisfacer los requisitos de AASHTO M 36M, tipos IR y IIR y AASHTO M 218, AASHTO M 274, ó AASHTO M 289 sobre dimensiones de las secciones y calibres especificados.

**707.12 Tubería de lámina espiral con recubrimiento de aleación de aluminio.** La fabricación de estos tubos y sus secciones especiales (codos, collares de acoplamiento, reducciones etc. deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 196M, 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 (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 ( 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.

## 11.7. SECCIÓN 708 PINTURA

Ver la Sección 708 del MCH.

**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 595B. 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:

- (1) Marca registrada o comercial
- (2) Tipo de pintura, color, formulación, número de lote, fecha de fabricación
- (3) Peso neto
- (4) Volumen incluyendo el porcentaje de sólidos y el porcentaje de compuestos orgánicos volátiles (VOC)
- (5) Requisitos para almacenamiento
- (6) Instrucciones de mezcla e instrucciones de limpieza
- (7) 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:

- |                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| (1) Recubrimientos sin pigmentos | 520g/L max. |
| (2) Otros recubrimientos         | 350g/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:

- (1) No estar asentada al abrir el recipiente.

- (2) Fácilmente homogenizable al mezclarla con una paleta (sin grumos, ni separación de componentes ni vetas de color, etc.).
- (3) No formar una piel o nata endurecida antes de 48 horas, cuando se deja en una lata con . de su contenido total y el recipiente está bien cerrado.
- (4) Poder repintar con facilidad.
- (5) Tener buenas propiedades de nivelación.
- (6) Adherencia uniforme al usarla sobre superficies de acero.
- (7) Secado con un acabado uniforme y liso, libre de rugosidades, grumos u otras imperfecciones superficiales visibles.
- (8) No mostrar separación al pasarla sobre una superficie limpia de vidrio.
- (9) 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. Pintura para estructuras de madera**

- (a) **Imprimación.** Debe cumplir con los requisitos del FSS TT-P-25, TT-P96D, o TT-P-001984.
- (b) **Pintura.** Debe cumplir con los requisitos del FSS TT-P-102 clase A, TT-P96D, TT-P-102F o TT-P-19D.

**708.3. 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.

**708.4. Pintura para estructuras de acero.** Debe cumplir con las siguientes normas:

- |   |                                  |
|---|----------------------------------|
| (a) <b>Imprimador de zinc inorgánico</b>  | AASHTO M 300 tipo II             |
| (b) <b>Imprimador de vinil</b>            | Ver Especificaciones Ambientales |
| (c) <b>Cubiertas de uretano alifático</b> | Ver Especificaciones Ambientales |
| (d) <b>Cubiertas de látex acrílico</b>    | Ver Especificaciones Ambientales |
| (e) <b>Recubrimiento epóxico</b>          | Ver Especificaciones Ambientales |

**708.05. 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                          |

La pintura se almacenará de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

## **11.8. SECCIÓN 709 ACERO DE REFUERZO Y CABLES**

Ver la Sección 709 del tomo 5 del MCH.

### **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 400, 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  $50 \pm 5$  mm. Dichos capuchones o camisas deben entrar ajustadamente en la barra. El extremo cerrado será impermeable y dejará libre 25 mm 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 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.

## **11.9. SECCIÓN 710 CERCAS Y BARANDA PARA DEFENSA**

Ver la Sección 710 del tomo 5 del MCH.

**710.1 Alambre de púas.** El alambre de púas sin galvanizar deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 280 y el alambre galvanizado con aluminio, será conforme a AASHTO M 305, tipo I.

**710.2 Malla para cerca.** La malla para cerca sin galvanizar deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M 279 y la malla galvanizada con aluminio, será conforme ASTM A 584.

**710.3 Cercas de protección (eslabonado).** 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.

### **710.4 Postes para cercas.**

**(a) Postes de madera.** Los postes de madera deben cumplir con 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 preservativo, 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 AASHTO M 281 y deberán ser galvanizados de acuerdo a 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 AASHTO M 181.

**710.5 Portones. Deben cumplir con lo requerido en los planos.** Los marcos, cercas y mallas, conforme a AASHTO M 181.

**710.6 Barandas de vigas metálicas.**

**(a) Viga W de acero galvanizado.** Barandas fabricadas tipo viga W o en viguetas de lámina de acero corrugado en conformidad con los requisitos de 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 en conformidad 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

**710.7 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.

**710.8 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 megapascuales, 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 milímetros de la perforación.

**(b) Postes para vigas de caja.** Conforme 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 milímetros conforme a la Subsección 710.08. La longitud de los postes debe especificarse en el Contrato.

**710.10 Herrajes para barandas de defensa.** Fabricados conforme a AASHTOAGC-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) y UV estabilizado para soportar intemperismo, conforme a:

- (a)** Altura 1200 milímetros 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.

## 11.10. SECCIÓN 711 MATERIALES PARA EL CURADO DEL CONCRETO Y ADITIVOS

Ver la Sección 711 del tomo 5 del MCH.

**711.01 Materiales para el curado.** Deben satisfacer los requisitos siguientes:

(a) Tela de yute	ASTM M 182
(b) Papel impermeable	ASTM M 171
(c) Película de polietileno	ASTM M 171
(d) Membrana líquida	ASTM M 148

**711.02 Aditivos inclusores de aire.** Deben satisfacer los requisitos de AASHTO M 154.

Para concreto estructural, el inclusor de aire se clasifica como resina de vinsol o aceite de vinsol.

**711.3 Aditivos químicos.** Reductores de agua, retardadores de fragua, aceleradores de fragua, o combinación de ellos, conforme a AASHTO M 194. No deben combinarse aditivos químicos sin consultar su compatibilidad. Si la hay, debe demostrarse con documentos del fabricante. No deben usarse aceleradores de cloruro.

**711.4 Látex modificado.** Se fabrica con una emulsión de polímeros estabilizada en fábrica, que debe formar una película homogénea, no tóxica, conforme a los siguientes requisitos:

(a) Color	Blanco
(b) Polímero estireno butadino	68±4% estireno y 32±4% butadino
(c) Cloruros	0%
(d) Tamaño de partícula de polímeros	0.15 a 0.25 µm promedio
(e) Estabilizador de emulsión	aniónico y no-iónico surfactante
(f) Sólidos	46.5 a 49 %
(g) Peso	1.0 a 1.02 kg/litro o galón
(h) pH	9 a 13
(i) Vida útil	2 años mínimo

## 11.11. SECCIÓN 712 MATERIAL PARA JUNTAS

Ver la Sección 712 del tomo 5 del MCH.

**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 Portland 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 (1) 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

<sup>(1)</sup> No usar en estructuras de concreto mayor

**(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 secciones múltiples de caucho neopreno y etileno propileno di- monómero (EPDM), de acuerdo a lo siguiente:

(a) Contenido de sólido por peso, ASTM D 2369 22%

(b) Esfuerzo de limpieza, ASTM D 903 10 MPa max.

(c) Edad de manufactura 9 meses max.

**(2) Aplicaciones en cajas de registro, tomas y drenajes.** Se fabricarán en 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**

Propiedades Físicas Prueba	ASTM	EPDM	Neopreno Masilla	Método de Butil
Tensión, Mpa	D142	10	12	-
Elongación, %	D142	440	230	280
Resistencia al Desgarre, N/mm	D 624 (molde B)	40	20	-
Rebote, %, 5 min. (mod)	C 972	-	-	11
Rebote, %, 2Hr.	C972			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 8 mm max.

(2) Razón de extrusión, MIL S – 8802 75 a 250 g/min.





**(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.

**712.6 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.

**712.7 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:

<b>(a)</b> Dureza (durómetro ademe)	60 a 70 30 %
<b>(b)</b> Ajuste de compresión	máx.
<b>(c)</b> Resistencia a la tensión	17 MPa min.
<b>(d)</b> Alargamiento al fracturarse	450 % min. 6
<b>(e)</b> Refuerzo a la tensión al 300% del alargamiento	MPa min 5
<b>(f)</b> Absorción de agua por peso	% máx.
<b>(g)</b> Resistencia a la tensión después del envejecimiento, 7111 Nota: FTMS 601	80 % original min.

**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:

<b>Características</b>	<b>ASTM</b>	<b>Especificación</b>
a. Resistencia a la tensión	D 638 M	9.6 Mpa min.
b. Alargamiento al fracturarse	D 638M	250% min.
c. Dureza (durómetro ademe)	D 2240	60 hasta 75
d. Peso Específico	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 milímetros, 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.

## 11.12. SECCIÓN 713 MATERIALES PARA MEJORAR FAJA LATERAL EN CARRETERAS

### 713.01 Capa superior de tierra vegetal.

(a) **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 milímetros, malezas o matorrales u otras materias perjudiciales para el desarrollo de vegetación. Además la tierra negra debe suministrarse conforme a las siguientes normas.

#### (1) Textura

- (a) Materia orgánica, AASHTO T267 3 a 10%
- (b) Arena, AASHTO T88 20 a 70%
- (c) Limos, AASHTO T 88 10 a 60%
- (d) Arcillas, AASHTO T88 5 a 30%

#### (2) pH, AASHTO T289 6 a 8

- (b) Tierra conservada en sitio. Ver la Subsección 204.02 (d)

**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 tamiz	Porcentaje pasando mínimo por peso en el tamiz (AASHTO T27)
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:

- (a) Nombre y tipo de semilla

- (b) Número de lote
- (c) Peso neto
- (d) Porcentaje de pureza, germinación y semilla dura
- (e) 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..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) Seca al aire, con una humedad de equilibrio de 12..3 por ciento
- (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) Seca 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 120 / 1 hasta 240 / 1
- (3) pH 6.0 a 7.8
- (4) Contenido de agua 40% máximo
- (5) Tamaño de partículas
- (6) Semillas 12 mm máximo
- (7) Control de erosión 25 mm máximo
- (8) Materia orgánica 50% mínimo
- (9) 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

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 a 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

(a) **Mallas de control de erosión.** Este material debe cumplir la siguiente normativa:

(1) **Tipo 1-Mallas para control de erosión.**

(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.

**Tabla 713-2**  
**Mallas de paja para control de erosión**

Material	Especificación
Paja	240 g/m <sup>2</sup> min
Malla	Fotodegradable con un lado de mecate en cuadro de 5 a 20 mm (**), con un peso de 1.5 Kg/100 mm <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	Especificaciones
Paja(*) 70%	240 g/m <sup>2</sup> min.
Coco 30%	240 g/m <sup>2</sup> min.
Malla	Fotodegradable en ambos lados con agujeros cuadrados de 16 a 25 mm (**), con una 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 >= 200 mm longitud | 80% mínimo      |
| (2) | Tamaño de malla                        | 25 mm por 50 mm |

(3) Peso de cubierta/ área

0.53±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 por metro cuadrado.

(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 milímetros. Debe cumplir con la Tabla 713-4.

**Tabla 713-4**  
**Malla de coco**

<b>Material</b>	<b>Especificaciones</b>
Coco (*) 100%	240 g/m <sup>2</sup> min.
Malla	Fotodegradable en un lado con agujeros cuadrados entre 16 y 25 milímetros (**), con una 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 min.	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

(1) Los valores que se anotan son para condiciones secas o saturadas, en ambas direcciones del tejido.

(2) Los cálculos están basados en peso, espesor y gravedad específica

(3) 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.

(4) 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 75 mm 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 min.
- (b) Área aproximada de sección transversal 600 mm<sup>2</sup>

### **11.13. SECCIÓN 714 MATERIALES GEOCOMPUESTOS Y GEOTEXILES PARA DRENAJE**

Complementar con Art. 11.3.19 y sección 619 del tomo 5 del MCH.

**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:

<b>(1) Tipo I (A-F)</b>	Geotextil para drenaje superficial	Tabla 714-1
<b>(2) Tipo II (A-C)</b>	Geotextil para separación	Tabla 714-2
<b>(3) Tipo III (A-B)</b>	Geotextil para estabilización	Tabla 714-3
<b>(4) Tipo IV (A-F)</b>	Geotextil para control de erosión	Tabla 714-4
<b>(5) Tipo V (A-C)</b>	Geotextil para barrera temporal	Tabla 714-5
<b>(6) Tipo VI</b>	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 106.03. 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	Newtons	1100/700	1100/700	1100/700	800/500	800/500	800/500
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	Newtons	990/630	990/630	990/630	720/460	720/460	720/460
Resistencia a rasgaduras	D 4533	Newtons	400/250	400/250	400/250	300/175	300/175	300/175
Resistencia a agujeros	D 4833	Newtons	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	Segundos <sup>1</sup>	0.5	0.2	0.1	0.5	0.2	0.1
Abertura aparente	D 4751	mm	0.46	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 separacion**

Propiedad	Norma de ensayo	Unidades	Tipo II-A (1)	Tipo II-B (1)	Tipo II-C(1)
Resistencia al agarre	D4632	Newtons	1400/790 D	1100/700	BD0/5D0
Resistencia de juntas cosidas	D4632	Newtons	1260/81D	990/630	72D/450
Resistencia a rasgaduras	D4533	Newtons	500/350	400/250	3D0/180
Resistencia a agujeros	D4833	Newtons	500/350	400/250	3D0/130
Resistencia a ruptura	D37B6	Kpa	3500/17D0	2700/1300	2100/950
Permisividad	D4491	Segundos <sup>M</sup>	0.02	0.02	0.02
Abertura aparente	D4751	mm	0.60(2)	0.60 (2)	0.60 (2)
Estabilidad al ultravioleta	D4355	%	50% despues de 500 rioras de expos icion		

- (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	Newtons	1400/900	1100/700
Resistencia de juntas cosidas	D 4632	Newtons	1260/810	990/630
Resistencia a rasgaduras	D 4533	Newtons	500/350	400/250
Resistencia a agujeros	D 4833	Newtons	500/350	400/250
Resistencia a ruptura	D 3786	Kpa	3500/1700	2700/1300
Permisividad	D 4491	Segundos <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** Requisites fisicos para  
geotextiles de control permanente de erosion

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	D4632	Newtons	1400/800	1400/800	1400/900	1100/700	1100/700	1100/700
Resistencia de juntas	D4632	Newtons	1200/310	1260/810	1260/810	990/630	990/630	990/630
Resistencia a rasgaduras	D4533	Newtons	500/350	600/350	500/350	400/250	400/350	400/250
Resistencia a agujeros	D4833	Newtons	500/350	500/350	500/350	400/250	400/350	400/250
Resistencia a ruptura	D3786	Kpa	3500/1700	3500/1700	3500/1700	2700/1300	2700/1300	2700/1300
Permisividad	D4491	Segundos	3.7	0.2	0.1	0.7	0.2	0.1
Abertura aparente	D4751	'mm	0.34	0.25(2)	0.22(2)	0.34(2)	0.25 (2)	0.22(2)
Estabilidad al ultravioleta	D4355	%	50% después de 500 horas de exposición solar					

(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	Tipo V-B (2)	Tipo V-C (3)
Resistencia al agarre Dirección máquina Dir. Cruzada	D 4632	Newtons	400 400	550 450	550 450
Permisividad	D 4491	Seg <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		metros	1.20	1.20	2.0

(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 físicas para tejido de pavementation

Propiedad	Norma de Ensayo	Unidades	TipoVI
Resistencia al agarre	ASTM D 4632	Newtons	500
Elongation ultima	ASTM D 4632	Newtons	50% en la ruptura
Retention de asfalto	Texas DOT region depago3099	Um2	0.90
Pun to de fusion	ASTM D 276	Grados Centigrados	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 106.03. 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) Debe existir 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 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.

**(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.

## 11.14. SECCIÓN 717 METAL ESTRUCTURAL

Ver Sección 717 del MCH del Tomo 5 del MCH.

### 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 para puentes 485WT, 690T o 690W | AASHTO M 270M grado                                |
| (2) Miembros críticos a la fractura en puentes         | AASHTO M 270M grado 485WF<br>690F o 690WF AASHTO M |
| (3) Otras formas, placas y barras                      | 270M grado 485W, 690 o<br>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.

**717.2 Forjados de acero.** Deben cumplir con la AASHTO M 102 clases C, D, F y G.

**717.3 Pines y rodillos.** Se deben suministrar pines y rodillos de diámetro superior a 225 mm de forjado de acero con carbono enfriados lentamente que cumplan la norma AASHTO M 102 clase C.

### 717.4 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.

**717.5 Conectores de cortante.** Deben cumplir con la norma AASHTO M 169 y AASHTO Standard Specifications for Highway Bridges División II, artículo 11.3.3, Conectores soldados de cortante.

**717.6 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.

**717.7 Recubrimiento galvanizado.** Se debe suministrar un recubrimiento galvanizado conforme a la norma AASHTO M 111 cuando sea especificado.

**717.8 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 6 mm .. 1 mm, libre de grietas, costuras, desprendimientos u otros defectos.

**717.9 Mallas de acero para piso.** Estas mallas deben cumplir la norma AASHTO M 270M grado 250 o 345W. El acero deberá tener un contenido mínimo de cobre de 0.20 por ciento 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**

Serie de la aleación	Especificación	Alambre
3xxx v6xxx	AWS5.10	ER4043
3xxx, 5xxx, v 6xxx	AWS5.10	ER 5356
5xxx y 6xxx	AWS5.10	ER 5556 OER 5183

**717.15 Sellos elastoméricos de juntas de compresión.** Se deben suministrar sellos que cumplan la norma AASHTO M 220.

**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	Designación ASTM y Asociación de aleaciones de aluminio								
	Planchas y láminas	Tubos estirados sin forma	Barra y alambre	Barra, varilla, perfil y tubo troquelados,	Tubería	Perfiles estructurales	Remaches y alambres para encabezamiento en frío	Piezas fundidas en arena	Piezas fundidas en moldes permanentes
Especificación ASTM	B 209	B210	B211	B 221	B 241	B 308	B 318	B 26	B 108
Postes y bases para postes.				6061-T6	6061-T6 6063-T6	6061-T6			A444.0-T4
Estructural, forjados Fundidos				6063-T6	6063-T6			356.0-T6 356.0-T6	A356.0-T6 A356.0-T6
Postes ornamentales Forjados Fundidos									
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 Acero inoxidable Acero galvanizado Acero aluminizado			2024-T4 <sup>(4)</sup> 6061-T6 <sup>(5)</sup>						
Tuercas <sup>(6)</sup> 6 mm e inferiores <sup>(3)</sup> 5mm y superiores			2024-T4 6061-T6 6262-T9	6061-T6	(7)				

Nota general : La designación "F" aplican 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	Designación ASTM y Asociación de aleaciones de aluminio								
	Planchas y láminas	Tubos estirados sin forma	Barra y alambre	Barra, varilla, 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	B210	B211	B 221	B 241	B 308	B 316	B 26	B 108
Arandelas planas <sup>(1)</sup> Forjados	Alealad 2020-T4 Alealad 2024-T3 <sup>(8)</sup>								
Arandelas de rosca <sup>(5)</sup> Forjados			7075-T6						
Remaches Forjados				6061-T6			6061-T6 6061-T4 <sup>(10)</sup>		
Ajustadores o niveladores Forjados Fundidos	1100-0			6063-F	<sup>(1)</sup>			443.0-F	
Relleno para soldadura Forjados						5356			
Chapas o tapones Forjados Fundidos	6061-T6			6061-T6				356.0-T6 356.0-F 443.0-F	

**Nota 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.



## 11.15. SECCIÓN 718 MATERIAL PARA SEÑALAMIENTO Y DEMARCACIÓN

**718.01 Material laminado retroreflectivo.** Se deberá ajustar a la norma ASTM D 4956, excepto que los coeficientes mínimos de retroreflexión para laminado café del Tipo L mostrados en la ASTM D 4956, Cuadro 1, serán modificados como sigue: 2.0 candelas por lux (metro-bujía) por metro cuadrado a un ángulo de observación de 0.2 grados y a -4 grados de ángulo de entrada, 1.0 candela por lux por metro cuadrado a un ángulo de observación de 0.2 grados y + 30 grados de ángulo de entrada y a un ángulo de observación de 0.5 grados y -4 grados de ángulo de entrada, y 0.5 candela por lux por metro cuadrado a un ángulo de observación de 0.5 grados y + 30 grados de ángulo de observación.

Deberá cumplir con los Requisitos Suplementarios (S1) de la norma ASTM D 4956 sobre resistencia a los hongos, si está especificado en los planos, CEC o especificaciones especiales del Contrato. Para laminado retroreflectivo rebotable, se deberá cumplir con la norma ASTM D 4956, incluyendo los Requisitos Suplementarios (S2), requisitos para laminado rebotable.

Los tipos de laminado retroreflectivo son los siguientes :

- (a) **Tipo I**, Laminado de intensidad media, con lente de botones de vidrio encerrado.
- (b) **Tipo II**, Laminado de intensidad media-alta, con lente de botones de vidrio encerrado.
- (c) **Tipo III**, Laminado de alta intensidad, con botones de vidrio o material prismático encapsulado.
- (d) **Tipo IV**, Laminado de alta intensidad, con elementos microprismáticos no metalizados.
- (e) **Tipo V**, Laminado de intensidad super-alta, con elementos microprismáticos metalizados.
- (f) **Tipo VI**, Laminado elastomérico de alta intensidad, con material microprismático de vinil.

Cuando se use un adhesivo, se deberá usar un respaldo que cumpla con la norma ASTM D 4956 Clase 1, 2 ó 3.

**718.2 Procedimientos de ensayo.** 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° a 10°C. Se usarán subcultivos incubados a 28° a 30°C de diez a catorce días en la preparación del inóculo.

**718.3 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 m2 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 gramos/m2 de superficie.

**718.5 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 Mgs/ M2). 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 3 mm de espesor.

### 718.6 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 retroreflexivo 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.

**718.7 Tableros de aluminio extruído.** Se usarán tableros conforme a 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 milímetros por metro.

**718.8 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 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 3mm, 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. Se usarán 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 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 a las instrucciones del fabricante de la lámina.

La lámina retroreflectiva deberá tener un coeficiente de retroreflexión (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, 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 203 mm, 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 Pintura y objetos de demarcación retroreflectores.** Se usará retroreflectores 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 milímetros cuadrados, con elementos ópticos prismáticos con una apariencia lisa, clara y transparente. Se fabricará la parte posterior con un material similar y se unirá con los lentes alrededor de todo el perímetro para formar una unidad homogénea. Se sellarán todas las unidades para protegerlas contra el polvo, agua o aire. En la Tabla 718-1 se presentan los ángulos de orientación:

Tabla 718-1  
Coeficientes (Retroreflectivos) de intensidad luminosa (R) mínimos  
Candelas per lux

Angulo de observación (°)	Angulo de entrada (°)	Bianco <sup>(1)</sup>	Amarillo	Rojo
0.1	0	10.7	6.5	2.8
0.1	20	4.2	2.3	1.1

(1) Para la designación de este color es aceptable también cristal o material transparente.

**(b) Tipo 2: Láminas retroreflectivas.** Se usarán láminas retroreflectivas resistente a hongos tipo III, IV o V con material adhesivo clase 1 ó 2 conforme a 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 Portland 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 Portland.

**718.15 Demarcación con epóxicos.** Se usarán dos componentes, 100% sólidos aplicables con un sistema de rociado en caliente.

**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.** 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 AASHTO M 247 para el tipo especificado.

En la Tabla 718-2 se presenta la granulometría recomendada para las esferas

**Tabla 718-2**  
Granulometría para esferas de vidrio

Tamaño de malla	Porcentaje por peso que pasa la malla designada (ASTM D 1214)		
	Granulometría designada		
	Tipo 3	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 718-3**  
Coeficientes (Retroreflectivos) de intensidad luminosa (R) mínimos  
Milicandelas per lux

Angulo de observación (°)	Angulo de entrada (°)	Blanco <sup>(1)</sup>	Amarillo	Rojo
0.2	0	279	167	70
0.2	20	112	67	28

de vidrio. Estas esferas de vidrio serán tratadas con un recubrimiento adhesivo según recomendación del fabricante.

(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 milímetros conforme a ASTM D 4592, tipo I (removible).

**(b) Demarcación elevada.** Se usará demarcación en forma de L de poliuretano 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 Portland conforme a AASHTO M 237.

**11.16. 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 mastique 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 U 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.

## 11.17. 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 AASHTO M 144 tipo S para el grado y clase especificada.

<b>(b)</b>	<b>Cloruro</b>
<b>de magnesio.</b> 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 Limo

**(a) Limo para mampostería.** Se suministrará limo hidratado de acuerdo con ASTM C 207 tipo N.

**(b) Limo para estabilización del suelo y pavimentación.** Deberá usarse de acuerdo a AASHTO M – 216.

**725.04 Puzolanas.** Deberán estar de acuerdo a lo siguiente:

<b>(a) Cenizas finas</b>	AASHTO M 295
<b>(b) Acero de tierra</b>	AASHTO M 302 grado 100 o 200
<b>(c) Humos de silicio</b> (microsilíce)	AASHTO M 307

**725.5 Relleno mineral.** Debe estar de acuerdo con AASHTO M 17.

**725.6 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 lajas.** Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- |                              |                       |
|------------------------------|-----------------------|
| (a) Ladrillo                 | AASHTO M 91 grado SM  |
| (b) Ladrillo de construcción | AASHTO M 114 grado SW |

**725.8 Ladrillos de concreto.** Debe estar de acuerdo con ASTM C 55 grado N-1

**725.9 Bloques de mampostería de concreto.** Se suministrarán bloques de concreto de mampostería. Debe estar de acuerdo con lo siguiente:

- (a) Bloques sólidos de soporte ASTM C 139
- (b) Bloques de soporte con agujeros ASTM C 90
- (c) Bloques sin soporte ASTM C 129

**725.10 Bloques celulares de concreto.** Debe estar de acuerdo con ASTM C 90 grado N-I o N-II, pesos normales, excepto al usar el concreto de acuerdo con la Sección 601.

**725.11 Unidades de concreto prefabricado.** 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 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 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 AASHTO M 36M. Las unidades de aluminio corrugado, deberán estar de acuerdo con 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 ASTM D 2447 para las medidas de diseño y esfuerzos esperados.

**725.17 Tubería de acero.** Debe estar de acuerdo con ASTM A 74 clase SV.

**725.18 Tubería de cobre.** Debe estar de acuerdo con 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 AASHTO M 235

**725.22 Mortero.** Se suministrarán morteros de acuerdo con los siguientes tipos o las especificaciones del contrato.

(a) **Mortero de cemento hidráulico.** Se suministrará una mezcla de cemento Portland, agregado fino, agua, aditivo de expansión, y/o cenizas volantes 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

Se suministrará 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.** Se suministrará un polímero y agregado fino mezclados en las proporciones recomendadas por el fabricante del polímero con un esfuerzo a la compresión mínimo de 25 Megapascals a las 4 horas de su elaboración.

**(c) Mortero no-compresible.** Conforme a ASTM C 1107

**(d) Mezcla de yeso (mortero).** Conforme a lo siguiente:

<b>(1)</b> Esfuerzo adhesivo, 28 días	2 MPa mín.
<b>(2)</b> Resistencia al congelamiento ASTM C 666, método B, 300 ciclos	Sin aparición de grietas
<b>(3)</b> Intemperismo acelerado, 5000 horas	Sin defectos visibles
<b>(4)</b> Resistencia al rociado	Sin deteriorarse y sin pérdida de adhesión
<b>(5)</b> Absorción, ASTM C 67	3.5% máximo
<b>(6)</b> Esfuerzo de flexión, ASTM C 348, 28 días	6.8 Mpa mín.
<b>(7)</b> Esfuerzo a la compresión, AASHTO T 106, 28 días	27.5 Mpa mín.

**(e) Mortero de cemento Portland.** Se suministrará una mezcla con 1 porción de cemento Portland 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 30 minutos a 21 °C y 50% de humedad máxima
- (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 formaleas que se usarán no compresionarán el concreto más de 6 mm a una tasa de 3650 kilogramos por metro cuadrado.

**725.28 Masilla de aluminio impregnado.** Conforme a FSS TT-C-598 grado 1.

## **12. División 800 SANITARIA, POTABLE Y PLUVIAL**

En esta división aplican todas las disposiciones y normativas aplicables del SANAA.

### **12.1. SECCION 801 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PARA ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL**

#### **801.01 Descripción.**

##### **INSTALACIÓN DE TUBERÍAS**

Las tuberías de concreto serán suministradas en el sitio de trabajo, por cuenta del Contratista previa aprobación por escrito del Gerente de obras. El Gerente de obras fundamentará su aprobación en los resultados de las pruebas o análisis de laboratorio que se efectuarán de acuerdo a las "Normas para la Fabricación de Tubos de Concreto para Cloacas y Drenajes" de SANAA.

Para el acarreo de esta tubería deben tomarse todas precauciones del caso, para no deteriorarla.

##### **4.1 COLOCACION**

Se instalará en forma continua las tuberías partiendo de las cotas más bajas de las alcantarillas, hacia las más altas, y teniendo en cuenta que la campana ocupará el extremo superior de cada tubo. Las tuberías y las piezas especiales serán bajadas al fondo de la zanja con los cuidados necesarios para evitar que sufran roturas o daños; No se golpearán ni dejarán caer dentro de los zanjos. Cada pieza de tubería deberá tener un apoyo completo y firme en toda su longitud para lo cual se colocará de modo que el cuadrante inferior de su circunstancia descansa en toda su superficie sobre la plantilla o fondo del zanjo, según los planos o lo indique el Gerente de obras. No se permitirá colocar tubos sobre piedras, calzas de madera o soportes de cualquier índole.

El tendido de la tubería se hará de acuerdo con las cotas y pendientes que fijen los planos; para esto el Contratista utilizará los niveles con que el Ingeniero Gerente de obras le recibió la excavación de la zanja en que se va a tender la tubería.

##### **4.2 CIMENTACION**

Si la fundación es en tierra buena y firme, la tierra debe ser conformada de tal manera que se proporcione un apoyo completo al cuadrante inferior de cada tubo. Para la conformación debe hacerse uso de plantillas especiales preparadas al efecto. Si la fundación es en roca se colocará sobre ésta un lecho a base de concreto o arena. El espesor de este lecho no debe ser menor de diez centímetros (10 cms). Los tubos se colocarán sobre ella de manera que, por lo menos el cuadrante inferior de cada tubo quede apoyado en toda su extensión. En caso de que la excavación se haya hecho más profunda de lo necesario, se preparará la cama usándose los métodos descritos en los dos párrafos anteriores. Siendo este trabajo adicional por cuenta y riesgo del Contratista.

Si no hay buena fundación natural, los tubos se colocarán en un lecho de concreto sostenido en una fundación de mampostería llevada hasta donde el suelo tenga resistencia satisfactoria, o apoyado en una estructura diseñada para llevar el peso del tubo y de su viga a un apoyo firme.

##### **4.3 LIMPIEZA**

Un vez que las tuberías se bajen a la zanja se procederá a su limpieza; esta limpieza consistirá en quitar cuidadosamente de los machos y campanas de los tubos por juntear, la tierra y materiales extraños con cepillos de alambre y escobas.

##### **4.4 FABRICACION DEL MORTERO**

El mortero se fabricará siempre en una mezcladora. Este mortero deberá usarse dentro de los veinte minutos siguientes a su preparación y se desechará por cuenta y cargo del Contratista, todo el que no se emplee durante ese lapso. A fin de no desperdiciar este mortero, su fabricación se hará en pequeñas cantidades, de acuerdo con la velocidad de avance del junteo de los tubos. Cuando se use el procedimiento tradicional, el mortero se aplicará con las manos protegidas con guantes de hule o por otro procedimiento previamente aprobado por el Ingeniero Gerente de obras. Si el Ingeniero Gerente de obras sorprende a los trabajadores haciendo el mortero en el suelo o sin las precauciones especificadas, esto será motivo para que exija que se destapen las juntas que él crea necesario y se vuelvan a tapar con nuevo mortero acabado de hacer. El equipo de mezclado contará con una mezcladora, cinco cajones, medidores de agregado de un pie cúbico cada uno, libreta de registro de mezclado y reloj.

Los trabajadores que apliquen el mortero en las juntas, deberán seguir a los que coloquen el tubo, de modo que siempre hay entre ellos una distancia de cuatro juntas cuando menos.



#### **4.5 ACOMETIDAS**

En los sitios de la tubería que señalan los planos o especifique el Ingeniero Gerente de obras para las acometidas de las "Conexiones Domiciliarias" o para las de las "Conexiones Pluviales" se podrán "yes" con un brazo de 15 ó 20 centímetros de diámetro, inclinado hacia arriba aproximadamente a 45 grados.

Si no se usaren "yes" de fábrica, previa autorización u orden escrita del Ingeniero Gerente de obras, el Contratista las sustituirá por medio de una acometida que conectará a tubos de alcantarillado, preparando estas conexiones fuera de las zanjas por lo menos con dos semanas de anticipación a su empleo, sin pago extra alguno. Las "yes" así construidas deberán satisfacer los mismos requisitos que las de fábrica.

#### **4.6 UNIONES**

Se podrá usar cualquier tipo de junta, siempre que ésta sea previamente aceptada por el SANAA. En cualquier método de junteo que se use se evitará la formación de rebordes en el interior del tubo, al construir la junta. Según sea el caso de que se trate, la unión se hará por el método que corresponda. Los métodos de unión se describen a continuación:

##### **a) UNION CON ESTOPA ALQUITRANADA Y MORTERO DE CEMENTO**

Cuando así se especifique se hará como sigue:

###### **a.1) COLOCACIÓN DE LA ESTOPA ALQUITRANADA**

Una vez colocado y bien anclado el primer tubo, se enrollará un cordón de estopa alquitranada alrededor del macho o espiga, del segundo tubo y se enchufará éste en el primero hasta el fondo de la caja o campana. Después con un calafato de madera se calafateará ligeramente la estopa, hasta lograr que el macho o espiga quede sujeto y firme concéntricamente en la caja o campana, de manera que las superficies interiores de los tubos en contacto queden al ras una respecto a otra.

###### **a.2) COLOCACIÓN DE MORTERO EN LA JUNTA**

Hecha la limpieza mencionada y la colocación y ajuste de la estopa alquitranada como se acaba de describir, se citan el espacio hueco anular de la junta se llenará con mortero 1:3, mojando antes las superficies con que quedará en contacto, ayudándose con el calafateado de madera citado, con una espátula o con una cuchara de albañil, para que no queden huecos en la junta.

###### **a.3) TERMINACIÓN EXTERIOR DE LA JUNTA**

Cuando ya estén unidos dos tubos delante de una junta hecha como se acaba de describir, se terminará esa junta con un anillo exterior de mortero que se extienda a cada lado de la junta 2" sobre la espiga y 2" sobre la campana.

###### **a.4) PROTECCION ESPECIAL**

Cuando la tubería necesite protección especial no indicada en los planos o especificaciones, ésta será indicada por el Ingeniero Gerente de obras.

##### **b) UNION UNICAMENTE CON MORTERO DE CEMENTO**

Cuando así se especifique se hará como sigue:

###### **b.1) COLOCACION DE MORTERO EN LA CAMPANA.**

Hecha la limpieza del tubo en la parte inferior interna de la campana y, hasta un poco más arriba del diámetro horizontal del tubo, se pondrá un chaffán interior de mortero, el cual ocupará totalmente la base y superficie interiores de la campana. Previamente a la colocación del mortero se humedecerán debidamente las superficies que quedarán en contacto con el mortero de la junta.

###### **b.2) COLOCACIÓN DE MORTERO EN EL MACHO**

Hecha la limpieza como se indicó en la parte superior externa del tubo y, hasta un poco más abajo del diámetro exterior horizontal del tubo, se pondrá una faja exterior de mortero, aproximadamente de cuatro (4) centímetros de ancho contados a partir del canto del extremo macho del tubo.

El espesor de esta faja de mortero deberá ser tal que, al insertar el macho en la campana, la junta quede llena totalmente y se escape hacia fuera, el mortero excedente. Previamente a la colocación del mortero se humedecerán debidamente las superficies que quedarán en contacto con el mortero de la junta.

###### **b.3) ENCHUFE**

Una vez colocado el mortero en la campana y macho que forman la junta, cuidadosamente se empujará el macho para enchufarlo dentro de la campana, forzándolo para que se escape el mortero sobrante, tanto por el interior de la junta como hacia el extremo del borde de la campana.

##### **FRAGUADO DE LAS JUNTAS**

El fraguado de las juntas debe hacerse colocando sobre ellas una banda de yute, lona o arena humedecida para evitar que la junta se agriete. Al final de cada día de trabajo las bocas de los tramos de tubería deberán ser tapadas. Se podrá usar otro tipo de junta, siempre que ésta sea aprobada previamente por el Gerente de obras.

#### **4.7 VERIFICACION DEL ALINEAMIENTO**

Antes y después del junteo de las tuberías, el Ingeniero gerente de obras deberá verificar que las niveletas permanecen en la posición exacta y comprobará si los tubos quedaron colocados correctamente en planta y en perfil.

#### **4.8 TOLERANCIA**

La tolerancia tanto en planta como en perfil será de 3 (tres) milímetros para tubos hasta 60 (sesenta) centímetros de diámetro, y de 5 (cinco) milímetros para tubos desde 70 (setenta) centímetros hasta 120 (ciento veinte) centímetros de diámetro.

#### **4.9 RECEPCION DE TRAMOS TERMINADOS**

Solamente se recibirán tramos de tubería totalmente terminados entre pozo de visita o entre dos estructuras sucesivas de drenaje o alcantarillado y una vez hechas y verificadas las pruebas hidrostáticas correspondientes.

El Contratista proporcionará por su cuenta los materiales y mano de obra necesarios para esta verificación y no tendrá derecho a retribución alguna por este concepto.

Ver normativas SANAA.

#### **801.02 Medición**

Se medirá por longitud. La cantidad a pagarse será el número de metros lineales, medidos en la obra, de tuberías instaladas, las cuales deberán de ser ordenadas, ejecutadas y aceptados por el GERENTE DE OBRAS.

#### **801.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

## **12.2. SECCION 802 SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PARA AGUA POTABLE**

#### **802.01 Descripción.**

La actividad consiste el suministro de tubería para alcantarillado del diámetro que determine el gerente de obras, en lances completos, la cual deberá ser transportada, almacenada y manejada de modo que se evite el daño.

La instalación será efectuada de manera de formar un conducto continuo, sin filtraciones y con una superficie lisa y uniforme, cada tubo deberá de colocarse empezando por el punto más bajo, con las campanas hacia agua arriba, deberá de evitarse que penetre material extraño en la tubería durante la instalación, cuando se interrumpa la instalación el extremo abierto deberá de protegerse, el interior de la tubería, deberá mantenerse limpio antes de la instalación y hasta que se acepte el trabajo. Las tuberías deberán de colocarse de acuerdo a las líneas y niveles indicados en los planos, debiéndose colocar la tubería de manera que se apoye en toda su longitud de la excavación conformada, procurando el menor número de uniones posibles, las deflexiones no deberán de ser mayores a las permitidas por el fabricante, los cortes deberán de ser lisos y en ángulo recto con el eje del tubo, eliminando asperezas y esquinas puntiagudas. Las espigas y campanas deben limpiarse, aun y cuando aparentemente estén limpias, luego se le aplica el pegamento para PVC y se ensamblan las piezas este procedimiento debe durar máximo 1 minuto y se debe realizar en condiciones secas, debiendo esperar al menos 24 horas para someter la tubería a presión.

Debe considerarse para esta actividad una cama de material selecto de 10 cms. debidamente compactada, debajo de la tubería, posteriormente otra cama de material selecto sobre la tubería en un espesor de 10 cms. y finalmente encima se colocará una capa con material del sitio hasta alcanzar el nivel deseado.

El concepto general en cuanto a tubería para agua potable es que si la tubería existente se encuentra sobre el carril segregado, la misma se deberá recubrir con concreto en cambio si se encuentra sobre la acera se deberá de reubicar de manera de estar conectado siempre con la acometida. Ver normativas SANAA.

#### **802.02 Medición**

El suministro e instalación de tubería de agua potable se pagará de acuerdo al número de metros lineales de tubería de agua potable satisfactoriamente instaladas en tuberías para agua potable.

#### **802.03 Pago**

El Pago constituirá la compensación total por el suministro de materiales, así como la mano de obra, equipo, herramienta y operaciones conexas descritas en la especificación. El pago será hecho bajo el renglón de pago denominado Prueba Hidrostática en Agua Potable.

### **12.3. Sección 803 PRUEBA HIDROSTATICA EN AGUA POTABLE**

#### **803.01 Descripción.**

La actividad consiste en la prueba hidrostática de tuberías. En el tramo a probar se llenará lentamente la tubería y se purgará el aire que haya entrado a la misma con válvulas de aire insertadas en las partes más altas, después de llenarla completamente la tubería se le aplicará una presión 50% mayor que la presión de trabajo, esta presión permanecerá constante al menos 2 horas o el tiempo necesario para revisar cada tubo, juntas válvulas y el resto de los componentes del sistema, con el fin de detectar las posibles fugas. La tubería a probar será en secciones menores a 100 mts. de longitud. La fuga máxima permisible será  $F = \text{Numero de juntas} \times \text{diámetro en pulg.} \times \text{presión de prueba en mts}/410 = \text{Filtración en lts/hora}$ . Las juntas que resultasen defectuosas deberán ser corregidas por el responsable de la instalación (sin ningún costo adicional) en cuyo caso se realizará nuevamente la prueba después de la reparación (sin ningún costo adicional).

#### **803.02 Medición**

La Prueba Hidrostática se se pagará de acuerdo al número de metros lineales de pruebas hidrostáticas satisfactorias en tuberías para agua potable.

#### **803.03 Pago**

El Pago constituirá la compensación total por el suministro de materiales, así como la mano de obra, equipo, herramienta y operaciones conexas descritas en la especificación. El pago será hecho bajo el renglón de pago denominado Prueba Hidrostática en Agua Potable.

### **12.4. Sección 804 PRUEBA HIDROSTATICA EN PLUVIAL O SANITARIO**

#### **804.01 Descripción.**

Prueba Hidrostática en tuberías para alcantarillado sanitario o pluvial. En el tramo a probar se colocarán tapones entre pozos consecutivos, se llena el tramo y el pozo de mayor cota hasta alcanzar una carga de 1.00 mts de elevación sobre el punto más alto del tramo de tubería en prueba. Se deja reposar durante una hora para que se sature el pozo, se toma el tiempo y se toma la altura (h1), cuando ha pasado una hora se vuelve a tomar el tiempo y se mide la altura (h2). Se calcula el volumen de agua perdida y la fuga máxima permisible es de .0014 gal./min./junta. Las juntas que resultasen defectuosas deberán ser corregidas por el responsable de la instalación (sin ningún costo adicional). en cuyo caso se realizará nuevamente la prueba después de la reparación (sin ningún costo adicional).

#### **804.02 Medición**

La Prueba Hidrostática se pagará de acuerdo al número de metros lineales de pruebas hidrostáticas satisfactorias en tuberías para agua sanitaria o pluvial.

#### **804.03 Pago**

estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro de materiales, así como la mano de obra, equipo, herramienta y operaciones conexas descritas en la especificación. El pago será hecho bajo el renglón de pago denominado Prueba Hidrostática en Pluvial y Sanitario.

## **12.5. Sección 805 LIMPIEZA DE TUBERIAS**

### **805.01 Descripción.**

Ver normativas SANAA.

Esta actividad comprende la limpieza de toda la maleza y la remoción de toda basura o desperdicio y acumulación de materiales del interior, de las tuberías existentes o en las que se el Gerente de obras considere necesario.

La ejecución de estos trabajos incluye las siguientes operaciones:

- Remoción de los materiales que obstruyen las tuberías.
- Retiro y depósito de los productos de la limpieza en su emplazamiento definitivo.
- Limpieza final, previa la recepción del proyecto por parte del contratante.
- Toda materia extraña en el interior de las alcantarillas existentes se debe eliminar mediante métodos que no causen daños a la tubería de tal forma que la escorrentía fluya libre y fácilmente en toda su longitud. Los materiales extraídos de esta actividad deben ser removidos y colocados en lugares adecuados autorizados por la GERENCIA DE OBRAS, haciendo uso de los medios adecuados. El Contratista debe efectuar la limpieza necesaria pudiendo combinar la mano de obra con equipo mecánico.
- Los materiales y productos que se remuevan deben ser retirados del lugar hacia sitios de depósito autorizados por la GERENCIA DE OBRAS. En caso de suelos orgánicos o materiales vegetales estos pueden ser colocados sobre los taludes de los rellenos a fin de protegerlos contra la erosión, si así lo indica la GERENCIA DE OBRAS, y en la forma establecida por este. Si el vertido se efectúa fuera de la zona afectada por el Proyecto, el Contratista debe conseguir, por sus medios, emplazamientos adecuados para este fin, no visibles desde la calzada, que deben ser aprobados por la GERENCIA DE OBRAS. El Contratista debe asimismo, proporcionar a la GERENCIA DE OBRAS, copias de los contratos u acuerdos celebrados con los propietarios de los terrenos afectados.
- Las depresiones que resultaren en el terreno después de la limpieza, deben ser reconformadas a satisfacción de la GERENCIA DE OBRAS de los trabajos.

### **805.02 Medición**

La Limpieza de Alcantarillas Se debe medir por metro lineal.

### **805.03 Pago**

La cantidad a pagarse será el número de metros lineales de alcantarillas efectivamente limpiado en un todo de acuerdo con esta especificación y lo ordenado por la GERENCIA DE OBRAS.

## **12.6. Sección 806 POZOS DE INSPECCION SIN CAIDA**

### **806.01 Descripción.**

La actividad consiste en la construcción de un pozo de inspección compuesto por una losa de fondo de 20 cm de espesor de 2.20 mt de diámetro, media caña, paredes de ladrillo rafón rustico tesón, cono de reducción, tapadera y casquete, de concreto reforzado.

Las paredes son repelladas exteriormente y afinadas interiormente. La pared tendrá un diámetro externo de 2.20 mt. Y estará conformada por ladrillos de arcilla cocida ligada con mortero de cemento en una proporción 1:2 y. El mortero deberá mezclarse en bateas especiales, preferiblemente de madera, para que se consiga una mezcla homogénea y libre de impurezas. El mortero deberá colocarse en la base y en los lados de los ladrillos en un espesor no menor de 1.6 cm. Toda la pared deberá ser construida a plomo de acuerdo con las dimensiones y líneas generales indicadas en los planos, uniendo los ladrillos de barro con el mortero. Ningún mortero seco podrá ser mezclado nuevamente y utilizado en la obra. Los ladrillos se colocarán completamente saturados de agua el momento de ser usados, en hileras

perfectamente niveladas y aplomadas con las uniones verticales sobre el centro del ladrillo inferior, para obtener una buena adherencia. Las que deberá tener las dimensiones indicadas y colocarse de acuerdo a las líneas y niveles indicados en los planos. Todo lo anterior deberá tener las dimensiones indicadas y colocarse de acuerdo a las líneas y niveles indicados en los planos. La altura total máxima es de 2.10 mt. medido de tapadera a fondo de la base de concreto.

La actividad también encierra la base para pozo que incluye el, armado, fundido y curado de bases de pozo de inspección de concreto de  $d=2.20$  y  $e=20$  cm. Armada con varillas #3 cada 25 cms en ambos sentidos. El concreto debe fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad mínima que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar los encofrados sin dejar cavidades interiores. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. Todo el hormigón será colocado en horas del día, La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del GERENTE DE OBRAS y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se indique o se autorice. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente. En ningún caso el traslape será menor de 12" por barra. Los empalmes de cada barra se distanciarán con respecto a la de otras barras de modo que sus centros queden a más de 24 diámetros a lo largo de la pieza. Las vigas deberán ser construidas según las líneas y secciones transversales indicados en los planos.

Deberá de considerarse también en esta actividad la construcción del Cono de Reducción el cual contendrá un diámetro interno inferior de 1.20 y superior de 0.70 cm. Y estará conformada por ladrillos de arcilla cocida ligada con mortero de cemento en una proporción 1:2 y. El mortero deberá mezclarse en bateas especiales, preferiblemente de madera, para que se consiga una mezcla homogénea y libre de impurezas. El mortero deberá colocarse en la base y en los lados de los ladrillos en un espesor no menor de 1.6 cm.

Así mismo la actividad comprende la construcción de la Tapadera y El Casquete que incluye el encofrado, armado, fundido, desencofrado y curado de casquete y tapadera de pozo de inspección en alcantarillado sanitario. El casquete es de 20 x 15 cm con bisel de 5 cm para apoyar la tapadera, armadas con 3 varillas #3 longitudinales y anillos #2 a cada 20 cm. La tapadera circular de diámetro de 70 cm y 10 cm de espesor armada con 7#3 en ambos sentidos. El concreto debe fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad mínima que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar los encofrados sin dejar cavidades interiores. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. Todo el hormigón será colocado en horas del día, La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del GERENTE DE OBRAS y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas

y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.) Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se indique o se autorice. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente. Las varillas a colocar debelaran ser continuas.



### **806.02 Medición**

Se medirá por unidad. La cantidad a pagarse será el número de unidades, medidas en la obra de pozos de inspección las cuales deberán de ser ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

### **806.03 Pago**

La cantidad a pagarse será el numero de pozos de inspección sin caída hasta alturas de 2.10 m. según contrato.

## **12.7. Sección 807 CAJAS DE REGISTRO**

### **807.01 Descripción.**

La actividad consiste en la construcción de una caja de registro de 50x50x50 cm (medidas interiores), la que está compuesta por una losa de fondo de 10 cm de espesor con su respectiva media caña, paredes de ladrillo rafón rustico, casquete de 15X15cm y tapadera de concreto reforzada con 5#3@ A.S. de 7 cm de espesor de 50x50cm con agarradera de varilla #3 . Las paredes son repelladas exteriormente y afinadas interiormente. Los componentes antes mencionados se construirán de acuerdo a las especificación de elementos de concreto, paredes y acabados correspondientes. Las que deberá tener la dimensiones indicadas y colocarse de acuerdo a las líneas y niveles indicados en los planos.

### **807.02 Medición**

Se medirá por unidad. La cantidad a pagarse será el número de unidades, medidas en la obra de cajas de registro las cuales deberán de ser ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

### **807.03 Pago**

pagará al precio del contrato estipulado en el ítem correspondiente, dichos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, transporte y colocación así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda la especificación.

## **12.8. Sección 808 AJUSTE DE ACOMETIDA**

### **808.01 Descripción.**

Este trabajo consiste ajustar la nueva altura de invertida en las acometidas domiciliarias, evitando romper la calle en todo momento, es decir ante el cambio de rasante se obtiene un nuevo nivel, las conexiones domiciliarias deberán nivelarse de acuerdo a la sección 812, por lo tanto si es necesario realizar algún ajuste de la acometida conectada a la conexión domiciliaria, el mismo se pagará por medio de esta sección.

### **808.02 Medición**

La cantidad a pagarse por acometida es el número acometidas ajustadas, contadas en el sitio, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

### **808.03 Pago**

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado así como por mano de obra, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

## **12.9. Sección 809 CASQUETE DE CONCRETO Y TAPADERA**

### **809.01 Descripción.**

La actividad incluye la construcción de casquetes de concreto de acuerdo a las normas del SANAA en aquellas estructuras menores que sean niveladas de acuerdo a la sección 812.

### **809.02 Medición**

Se medirá por unidad. La cantidad a pagarse será el número de unidades, medidas en la obra de casquete y tapadera, las cuales deberán de ser ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

### **809.03 Pago**

Se pagará al precio del contrato estipulado en el ítem correspondiente, dichos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, transporte y colocación así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda la especificación.

## **12.10. Sección 810 CASQUETE METALICO Y TAPADERA**

### **810.01 Descripción.**

La actividad consiste en el suministro, transporte e instalación de tasa de tapadera metálica de hierro colado para tanque con su respectivo casquete, de acuerdo a normas del SANAA

La que se colocará, aplomará y fijará de adecuadamente, en los sitios indicados por el GERENTE DE OBRAS

### **810.02 Medición**

Se medirá por unidad. La cantidad a pagarse será el número de unidades, medidas en la obra de tapaderas y casquetes metálicos suministradas e instaladas, las cuales deberán de ser ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

### **810.03 Pago**

Se pagará al precio del contrato estipulado en el ítem correspondiente, dichos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, transporte y colocación así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda la especificación.

## **12.11. Sección 811 HIDRANTE**

### **811.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de hidrantes, los mismos constarán de tubo de HG de 3" con su respectivo tapón para tanque de bomberos, de manera que el tubo quede a una altura de 1.20m. por encima del nivel de acera. Ver Normativas del SANAA.

### **811.02 Medición**

La cantidad a pagarse por hidrantes será por unidades construidas, contadas en el sitio, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

### **811.03 Pago**

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado así como por mano de obra, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

## **12.12. Sección 812 NIVELACION DE ESTRUCTURAS MENORES**

### **812.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la nivelación de los pozos, conos de reducción, casquetes, cajas y demás estructuras menores que se encuentren dentro de la vía del proyecto y en los cuales sea necesaria una nivelación debido al cambio del nivel de la rasante, de manera que queden a grado con el nuevo nivel de acera, deberá de considerarse para esta actividad la reposición de la tapadera de las estructuras.

### **812.02 Medición**

La cantidad a pagarse por nivelación de estructuras menores será por unidades construidas, contadas en el sitio, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

### **812.03 Pago**

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado así como por mano de obra, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

## **12.13. Sección 813 CONEXIONES DOMICILIARIAS**

### **813.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de conexión domiciliaria, que es construida con accesorios de PVC, y dos válvulas de balín de los diámetros requeridos, en este trabajo todas la uniones entre las válvulas de balín y adaptadores macho deberán llevar teflón, así como las uniones entre accesorios de PVC será hechas con pegamento para PVC, previa limpieza de las piezas con lija. Deberá de incluirse además la construcción de la caja que consistirá en la construcción de una caja de conexión domiciliaria de concreto reforzado armada con varillas No.2 en ambos sentidos longitudinal y transversal. El concreto se fabricará sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar la sección encofrada sin dejar cavidades interiores. Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero, y materia extraña y recubiertas con aceite para moldes. Todo el hormigón será colocado en horas del día. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se indique o se autorice por la GERENCIA DE OBRAS. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente.

### **813.02 Medición**

La cantidad a pagarse por conexión domiciliaria a línea de distribución con dos válvulas será por unidades construidas, contadas en el sitio, de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

### **813.03 Pago**

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado así como por mano de obra, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

## **12.14. Sección 814 ACCESORIOS PARA AGUA POTABLE**

### **814.01 Descripción.**

La actividad consiste en la instalación de los accesorios de PVC requeridos, con los niveles y líneas que aparecen en el plano del Agua Potable. Deberá evitarse que penetre material extraño a la tubería o los accesorios durante la instalación, al terminar la instalación y mientras no se haya habilitado el sistema de tratamiento estos accesorios deberán protegerse. Los interiores de los accesorios y las tuberías deberán de mantenerse limpios antes de la instalación y hasta que se acepte el trabajo. Las espigas y las campanas deberán limpiarse, lijarse (eliminando el polvo producto de esta actividad antes de colocar el pegamento e instalar dichos accesorios.

### **814.02 Medición**

La cantidad a pagarse por accesorios es una suma global.

### **814.03 Pago**

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, así como por mano de obra, herramientas y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta especificación.

## **12.15. Sección 815 CAJA DE VALVULAS**

### **815.01 Descripción.**

La actividad consiste en la construcción de una caja de válvulas de 60x60x80 cm. (medidas interiores), la que está compuesta por una losa de fondo de 12 cm. de espesor, paredes de ladrillo rañón rustico, casquete y tapadera de 10 cm. de espesor y manija ambos de concreto reforzado. Las paredes son repelladas exteriormente y afinadas interiormente. Los componentes antes mencionados se construirán de acuerdo a las especificación de elementos de concreto, refuerzos, paredes y acabados. Las que deberá tener la dimensiones indicadas y colocarse de acuerdo a las líneas y niveles indicados en los planos.

Se considera la excavación de 50 cm. adicionales al volumen de la caja, para poder repellarla, las paredes son ligadas, repelladas exterior e interiormente con mortero 1:4 y afinadas interiormente.

Deberá de considerarse la construcción además de la Tapadera de la Caja de Válvulas que consistirá en la construcción de una Tapadera de Concreto para caja de Válvula de 6 cms de espesor y armadas con varillas No. 2 a cada 10 cms en ambos sentidos. El concreto se fabricará sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar la sección encofrada sin dejar cavidades interiores. Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero, y materia extraña y recubiertas con aceite para moldes Todo el hormigón será colocado en horas del día. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se

indique o se autorice por la GERENCIA DE OBRAS. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente. Las tapaderas de caja de válvula deberán ser construidas según las líneas y secciones transversales indicados en los planos. Ver normativas del SANAA para esta actividad.

#### **815.02 Medición**

Se medirá por unidad. La cantidad a pagarse será el número de unidades, medidas en la obra de cajas de válvulas las cuales deberán de ser ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

#### **815.03 Pago**

Se pagará al precio del contrato estipulado en el ítem correspondiente, dichos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, transporte y colocación así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en toda la especificación.

### **12.16. Sección 816 VALVULAS**

#### **816.01 Descripción.**

La actividad consiste en el suministro e instalación de válvula de compuerta del diámetro solicitado, instalada en tubería PVC, con los accesorios de fijación indicados por el fabricante, firmemente instalada, libre de fugas.

#### **816.02 Medición**

La cantidad a pagarse será el número de válvulas suministradas e instaladas, medidos en obra de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

#### **816.03 Pago**

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro de materiales, así como la mano de obra, equipo, herramienta y operaciones conexas descritas en la especificación.

### **12.17. Sección 817 CANAL ALCANTARILLA**

#### **817.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la construcción de un canal alcantarilla que consta de una base de mampostería compuesto de la base de 0.50 cms. de mampostería que consistirá en la construcción de cimentación conformada por piedras de río ó ripión unidas con mortero de cemento en una proporción 1:2 sobre una base de 5 CMS de arena. Para la elaboración del mortero el cemento y agregado fino, se deben mezclar con pala en seco, en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme; después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada. El mortero se debe preparar en cantidades necesarias para uso inmediato, siendo 30 minutos el máximo de tiempo para emplearlo y en ningún caso, se debe permitir que se le agregue agua para su reutilización después de pasado este tiempo. Antes de la construcción de la cimentación de mampostería se preparará el terreno base, respetando las cotas anotadas en los planos, iniciando con la colocación de 5 CMS de cama de arena debidamente compactada. Se saturará y limpiará cada piedra con agua antes de su colocación, y el asiento de arena estará limpio y húmedo antes de colocar el mortero. Después de colocada la piedra, se la golpeará para que el mortero refluya. Deberá conseguirse que las piedras, en las distintas hiladas, queden bien enlazadas y totalmente embebidas en el mortero. La mampostería se debe mantener húmeda durante 3 días después de haber sido terminada.

Además el canal alcantarilla en sus costados está formado también por unos pequeños muros de mampostería con 0.50 m.. de corona y 2.25 m. de base que consistirá en la construcción de muro conformada por piedras de río ó ripión unidas con mortero de cemento en una proporción 1:2 incluyendo gárgolas para drenaje de aguas lluvias PVC 3" RD-41. Las superficies de las piedras se deben humedecer antes de colocarlas, para quitar la tierra, arcilla o cualquier materia extraña; deben ser rechazadas las piedras cuyos defectos no se pueden remover por medio de agua y cepillo. Las

pedras limpias se deben ir colocando cuidadosamente en su lugar de tal manera de formar en lo posible hiladas regulares. Las separaciones entre piedra y piedra no debe ser menor de 1.5 centímetros ni mayor de 3 centímetros. Se deben colocar las piedras de mayores dimensiones, en la base inferior seleccionando las de mayor dimensión para colocarlas en las esquinas de la estructura. Incluyendo la primera hilada, las piedras se deben colocar de tal manera que las caras de mayor dimensión queden en un plano horizontal, los lechos de cada hilada y la nivelación de sus uniones, se deben llenar y conformar totalmente con mortero. Cuando las piedras sean de origen sedimentario, se deben colocar de manera que el plano de estratificación quede en lo posible normal a la dirección de los esfuerzos. Excepto en las superficies visibles, cada piedra debe ir completamente recubierta por el mortero. Las piedras se deben manipular en tal forma, que no golpeen a las ya colocadas para que no alteren su posición. Se debe usar el equipo adecuado para la colocación de las piedras grandes que no puedan ser manejadas por medios manuales. No se debe permitir rodar o dar vuelta a las piedras sobre el muro, ni golpearlas o martillarlas una vez colocadas. Si una piedra se afloja después de que el mortero haya alcanzado el fraguado inicial, se debe remover la piedra y el mortero circundante y colocarla de nuevo. El mortero deberá ser una mezcla de cemento, arena y agua, la proporción a utilizar deberá ser 1:2, agregándole la cantidad de agua necesaria para formar una pasta de consistencia tal que pueda ser manejable y que permita extenderse fácilmente en las superficies de las piedras a ligar. El cemento y agregado fino, se deben mezclar con pala en seco, en un recipiente sin fugas, hasta que la mezcla tenga un color uniforme; después de lo cual se le agregará el agua para producir el mortero de la consistencia deseada.

Finalmente se construirá la losa superior del canal alcantarilla que consistirá en la construcción de una losa de concreto con un espesor de 0.30 mts armada con varilla No. 4 a cada 20 cms y No.6 a/c 20 cms: longitudinal y transversal. Para la fabricación del concreto se utilizará mezcladora mecánica y se seguirán los siguientes pasos: los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado. El tiempo total de mezclado será como mínimo de 60 segundos y como máximo de 5 minutos Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida para soportar las cargas a ser sometida, sin provocar asentamientos o deformaciones apreciables. Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero, y materia extraña y recubierta con aceite para moldes. Todo el hormigón será colocado en horas del día, y su colocación en cualquier parte de la obra no se iniciará si no puede completarse en dichas condiciones. La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del GERENTE DE OBRAS y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. El hormigón será depositado con el equipo aprobado por el GERENTE DE OBRAS. Ha de colocarse en capas horizontales de espesor uniforme, consolidando cada una antes de colocar la otra. El tiempo de vibrado por capa será de máximo 15 segundos, espaciando la acción del vibrador de manera uniforme, a distancias que permitan asegurar un vibrado homogéneo, sin duplicar el vibrado y sin permitir la segregación de los materiales. No se colocará el hormigón mientras el acero de refuerzo no esté completo, limpio y debidamente colocado en su sitio... El acabado del hormigón consistirá en el apisonado y enrasado de la superficie, hasta que tenga una textura uniforme lisa o rugosa según los requerimientos, conformándose a la sección transversal, pendiente y alineamiento señalados en los planos. La actividad incluye también todas las obras conexas como ser excavaciones, rellenos, canalizaciones de ríos, encofrados y cualquier otra actividad necesaria para la construcción del canal alcantarilla.

#### **817.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la instalación de ductería subterránea será el número de metros lineales contabilizados en obra.

#### **817.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

### **12.18. Sección 818 PROTECCION DE TUBERIAS EN TRANSITO DE PUENTES**

#### **818.01 Descripción.**

La actividad consiste en la protección de tubería existente (Datos Energía, Agua etc.) que se encuentre apoyada entre los estribos, las vigas o cualquier otro elemento de los puentes, de manera de no dañarla durante la ejecución de las actividades de protección.

#### **818.02 Medición**

La cantidad a pagarse es por precio unitario

#### **818.03 Pago**

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro de materiales, así como la mano de obra, equipo, herramienta y operaciones conexas descritas en la especificación.

### **12.19. Sección 819 TAPONES PARA TUBERIA**

#### **819.01 Descripción.**

Cuando se realice un reubicación, desplazamiento o cualquier otro movimiento de tuberías es necesario cortar tramos de redes que pertenecen al sistema en estos casos deberá de considerarse la colocación de tapones para evitar la pérdida o el derrame de agua, también aplica para las pruebas hidrostáticas.

#### **819.02 Medición**

La cantidad a pagarse será el número de tapones suministrados e instalados, medidos en obra de trabajos ordenados, ejecutados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

#### **819.03 Pago**

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro de materiales, así como la mano de obra, equipo, herramienta y operaciones conexas descritas en la especificación.

### **13. División 900 ELECTRICAS**

En esta división aplican todas las disposiciones y normativas aplicables en la ENEE

En este sector de obras se incluyen obras de modificación, traslado y/o sustitución de la red de servicio eléctrico e iluminación, cuya red de media tensión corre a lo largo de la mediana. Deberán contemplarse el suministro e instalación de postes de 40 ´nuevos a todo lo largo del corredor, alineados y colocados a lo largo del eje medio Maestro del BRT, la sustitución y/o traslado del cableado, acometidas, transformadores y demás estructuras de soporte de estabilidad y seguridad (de propiedad pública y privada) para su posterior reconexión al final e inicio de cada sector después de construida esta nueva red y ser sustituida por la actual, todo lo anterior en total coordinación con la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE), quien junto con el Gerente de Obra aprobará la recepción de los trabajos acorde a las Normas y Especificaciones detalladas.

Deberá evitarse en todo momento la interrupción del fluido eléctrico y al momento de cambiar del tendido viejo al nuevo siempre con las medidas de seguridad necesarias pues las obras nuevas se realizaran paralelas al sistema actual, el contratista deberá programar adecuadamente las secciones e interrupciones con la ENEE.

#### **13.1. Sección 901 DESINSTALACION SUMINISTRO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR**

##### **901.01 Descripción.**

Este trabajo consiste el suministro e instalación de todos los materiales necesarios y descritos en la norma para la instalación de un transformador nuevo del Voltaje requerido sobre el eje maestro. Todos los materiales deberán ser

instalados usando las herramientas adecuadas para una correcta instalación del transformador el que deberá ser probado previamente e instalado de acuerdo a lo indicado por el GERENTE DE OBRAS y en la estructura indicada en los planos posteriormente y una vez que se hayan realizado todos los trabajos de acometidas en la nueva línea de potencia deberá de realizarse la desinstalación y retiro del transformador existente y luego. Toda la instalación deberá cumplir las normas especificadas.

El contratista deberá de presentar un programa detallado de como ejecutará esta actividad, mismo que deberá ser revisado y aprobado por el GERENTE DE OBRAS de manera que se cumplan todos los requerimientos establecidos por la ENEE y cumpliendo con todas las normas de seguridad.

#### **901.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la instalación de los materiales para la instalación del Transformador será el número de Transformadores instalados y conectados los que serán inspeccionados, contabilizados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra. Así mismo se contabilizaran los transformadores desinstalados y retirados.

#### **901.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

### **13.2. Sección 902 DESINSTALACION SUMINISTRO E INSTALACION ESTRUCTURAS ENEE**

#### **902.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el Suministro e Instalación correcta de todos los herrajes necesarios para la construcción de una nueva estructura para distribución primaria, secundaria, trifásico etc. (en los casos que aplique) y descrita en la norma especificada para esta estructura. Todos los materiales deberán ser instalados usando las herramientas adecuadas.

Toda la instalación deberá cumplir las normas especificadas.

Posteriormente y una vez que se hayan realizado todos los trabajos de acometidas en la nueva línea de potencia deberá de realizarse la Desinstalación y Retiro de las Estructuras Existentes de la ENEE

El contratista deberá de presentar un programa detallado de como ejecutará esta actividad, mismo que deberá ser

revisado y aprobado por el GERENTE DE OBRAS de manera que se cumplan todos los requerimientos establecidos por la ENEE y cumpliendo con todas las normas de seguridad.

#### **902.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la instalación de los materiales para la construcción de la estructura secundaria será el número de estructuras terminadas las que serán inspeccionadas, contabilizadas y aceptadas por el GERENTE DE OBRAS de obra. Así mismo se contabilizaran las estructuras desinstaladas y retiradas.

#### **902.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

### **13.3. Sección 903 DESINSTALACION SUMINISTRO E INSTALACION POSTES**

#### **903.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de postes de 45` El Trabajo incluye el manejo correcto para la

instalación segura del poste y la ejecución del agujero y su compactación adecuada para fijar correctamente el poste. Todos los materiales deberán ser instalados usando las herramientas adecuadas.

Posteriormente y una vez que se hayan realizado todos los trabajos de acometidas en la nueva línea de potencia deberá de realizarse la Desinstalación y Retiro de de los Poste de 30` y 35` existentes para su posterior retiro.

El contratista deberá de presentar un programa detallado de como ejecutará esta actividad, mismo que deberá ser

revisado y aprobado por el GERENTE DE OBRAS de manera que se cumplan todos los requerimientos establecidos por la ENEE y cumpliendo con todas las normas de seguridad.





### **903.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la instalación de los postes para la construcción de las estructuras será el número de postes instalados, los que serán inspeccionados, contabilizados y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra. Así mismo se contabilizarán los postes desinstalados y retirados.

### **903.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, materiales, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

## **13.4. Sección 904 DESINSTALACION SUMIMISTRO E INSTALACION LUMINARIAS LUM-S-100W**

### **904.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro e instalación de luminarias S-100W requeridas en el proyecto, incluyendo todos los materiales, herrajes y demás necesarios. Todos los materiales deberán ser instalados usando las herramientas adecuadas.

Posteriormente y una vez que se hayan realizado todos los trabajos de acometidas en la nueva línea de potencia deberá de realizarse la Desinstalación y Retiro de las luminarias S100W existentes para su posterior retiro.

El contratista deberá de presentar un programa detallado de como ejecutará esta actividad, mismo que deberá ser

revisado y aprobado por el GERENTE DE OBRAS de manera que se cumplan todos los requerimientos establecidos por la ENEE y cumpliendo con todas las normas de seguridad.

### **904.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la instalación de la luminaria será por unidad de acuerdo a las actividades terminadas las que serán inspeccionadas, contabilizadas y aceptadas por el GERENTE DE OBRAS de obra. Así mismo se contabilizarán las luminarias S-100W desinstaladas y retiradas.

### **904.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

## **13.5. Sección 905 DESINSTALACION SUMIMISTRO E INSTALACION CABLE TENDIDO ELECTRICO**

### **905.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro e de nuevo cable y el tendido y flechado del Nuevo cable para tendido eléctrico. El cable debe ser instalado con las normas correspondientes y utilizando las herramientas adecuadas para evitar daños al conductor. El tendido deberá realizarse directamente de los carretes a los postes sin permitir que el cable sea arrastrado. Posteriormente y una vez que se hayan realizado todos los trabajos de acometidas en la nueva línea de potencia deberá de realizarse la Desinstalación y Retiro del cable existente para su posterior retiro.

El contratista deberá de presentar un programa detallado de como ejecutará esta actividad, mismo que deberá ser revisado y aprobado por el GERENTE DE OBRAS de manera que se cumplan todos los requerimientos establecidos por la ENEE y cumpliendo con todas las normas de seguridad.

### **905.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la instalación del cable será el número de metros lineales medidos en la obra entre los postes que sostienen las estructuras, medidos y aceptados por el GERENTE DE OBRAS de obra.

### **905.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

## **13.6. Sección 906 RECUPERACION DE POSTES Y HERRAJES**

### **906.01 Descripción.**

Esta actividad consiste en la recuperación de los postes y herrajes removidos al almacén de la ENEE.

### **906.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la recuperación de postes y herrajes será por unidad de acuerdo al número de postes o herrajes correctamente recuperados.

### **906.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

## **13.7. Sección 907 DESPEJE DE LINEA DE POTENCIA.**

### **907.01 Descripción.**

Esta actividad consiste en eliminar ramas, árboles obras y demás obstáculos que interfieran dentro del cambio de línea de potencia deben seguirse todas las normas de seguridad requeridas así como las disposiciones de la ENEE. Cuando los árboles altos se han acercado demasiado a las líneas del tendido eléctrico o al equipo de alto voltaje que suministra energía eléctrica a residencias y negocios es necesario quitar las ramas de los árboles que pudieran interferir con las líneas y facilidades eléctricas

Los problemas relacionados con los árboles pueden fácilmente causar apagones y por eso debe hacerse todo lo posible para eliminarlos. La poda adecuada y continua de los árboles también reduce la posibilidad de que haya contacto eléctrico, cables caídos o incendios eléctricos, lo cual además de que puede ser un peligro para el público, también puede dañar o matar árboles sanos. Un programa efectivo de mantenimiento de árboles es indispensable para poder ofrecer el servicio eléctrico.

### **907.02 Medición**

La cantidad a pagarse por despeje de línea de potencia es por precio unitario.

### **907.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

## **13.8. Sección 908 DESINSTALACION SUMIMISTRO E INSTALACION DE SEMAFOROS.**

### **908.01 Descripción.**

Esta actividad consiste en la desinstalación e instalación de los semáforos existentes como parte del Plan de Manejo Temporal de Trafico, así mismo deberá de considerarse dejar toda la ductería provista para la futura colocación de semáforos en el Eje Central o maestro.

### **908.02 Medición**

La cantidad a pagarse es por unidad.

### **908.03 Pago**

ING. LUIS RUBIO LÓPEZ

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

## **SECCIÓN 909 INSTALACIONES EN EDIFICIOS**

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS POR  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.**

## **1.1 GENERALIDADES**

Para la construcción y montaje se aplicarán las Norma ICONTEC 2050 (Código Eléctrico Colombiano), El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), y las recomendaciones de los fabricantes de los equipos a instalar y las recomendaciones indicadas en esta especificación. Todos los materiales utilizados para la construcción de las instalaciones eléctricas deben tener y se requiere adjuntar la respectiva certificación y/o homologación RETIE de Materiales.

El contratista deberá suministrar toda la mano de obra (Supervisión por ingeniero electricista de tiempo parcial y técnicos electricistas con experiencia en instalaciones eléctricas internas en baja tensión, redes de cableado UTP), materiales, equipo eléctrico, herramientas y equipo para montaje, que le permitan instalar todos los equipos y materiales eléctricos y en general ejecutar todas las obras requeridas de acuerdo con lo indicado en los planos y estas especificaciones.

Los planos muestran la ubicación de los equipos, tableros, tomas, luminarias, las rutas de los bancos de ductos, canaletas y bandejas o ductos portacables, los circuitos baja tensión y distribución de las instalaciones interiores. Al inicio de la obra se deberá hacer el replanteo de todos los trabajos incluidos en el alcance del proyecto.

Se deberá mantener permanentemente en la obra un juego de planos eléctricos que utilizará exclusivamente para consignar en ellos toda reforma que se presente por cambios en las rutas de los bancos de ductos u otros cambios necesarios, al final de la obra deberán suministrar planos actualizados según lo construido.

El Contratista deberá informarse de las instrucciones de los fabricantes de los equipos, con el fin de conocer los cuidados especiales requeridos en el manejo e instalación de los mismos.

Todos los equipos deberán ser cuidadosamente nivelados, alineados y ajustados

para una operación adecuada. Cuando los detalles de los soportes no estén mostrados en los planos, estos deberán adecuarse para el tamaño y el tipo de equipo a ser soportado.

Después de la instalación, todas las partes deberán ser inspeccionadas y probadas y certificadas para su correcta operación y ajuste mecánico. De acuerdo a lo especificado en el RETIE.

Todo el equipo deberá dejarse en óptimas condiciones de limpieza, igualmente las áreas de trabajo deben quedar libres de sobrantes.

El contratista entregará al final de la obra planos record de lo construido y

## **1.2 ALCANCE**

El alcance del proyecto considera el suministro de materiales, transporte al sitio de la obra, instalación de los mismos, pruebas y puesta en servicio de los equipos para desarrollar todas las actividades que integran el conjunto del proyecto eléctrico para LOS AUDITORIOS DEL PRIMER PISO DEL EDIFICIO DE ECONOMIA 310 DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA SEDE BOGOTA, las cuales se consignan en los planos correspondientes y formularios de cantidades de obra.

### **1.3. DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS**

#### **1.3.1 TABLERO**

El edificio cuenta con un tablero general que tiene disponibilidad de carga, su ubicación se indica en los planos. La ubicación de los auditorios se encuentra como se indica en los planos del edificio y se requiere llevar acometida para el tablero normal del auditorio. Esta acometidas se llevara por piso en tubería PVC de 1" y el calibre se indica en los planos.

Se instalarán para circuitos normales un tablero cada uno de treinta y seis (36) circuitos con espacio para totalizador y va sobrepuesto en muro, como se indica en los planos.

Se instalarán para circuitos regulados un tablero de 12 circuitos y va sobrepuesto en muro

En el tablero general se requiere instalar protección de 3 x60 A para alimentar este tablero, la capacidad de las protecciones se indica en los cuadros de carga.

El contratista debe dejar identificado los tableros de acuerdo a los circuitos usados.

Coordinar con mantenimiento los cortes de energía que se requieran para realizar las conexiones y pruebas.

El Contratista deberá suministrar, instalar, probar y poner en operación los tableros de distribución de circuitos de iluminación y de tomas, con suficiente espacio para instalar un interruptor totalizador tipo industrial y debidamente equipados con sus interruptores automáticos, de acuerdo con los diagramas de cargas mostrados en los Planos. Estos tableros serán marca LUMINEX,

LEGRAND.

#### **1.4.4. Instalaciones interiores**

##### **◆◆ Empalmes, conectores y terminales**

Los cables para la alimentación de los equipos se deberán instalar en tramos continuos desde la salida de los tableros hasta las cajas de conexión de los mismos. No se permitirán empalmes intermedios dentro de los ductos, se usarán cajas de empalme o elementos apropiados y normalizados.

Todas las conexiones a elementos de salida deben quedar sólidamente fijados con los tornillos bien apretados, los conectores no deben quedar haciendo fuerza sobre los puntos de conexión.

Todos los cables deberán ser conectados a los equipos y/o borneras por medio de terminales apropiadas para los equipos y tipo de conductores. La instalación de los terminales se deberá hacer de acuerdo con las prácticas más recientes y de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. Se deberá usar las herramientas apropiadas para la fijación de los terminales.

Los cables se halarán dentro de los ductos por medio de sonda metálica. Los carretes y rollos se localizarán de tal forma que los cables se puedan introducir en los conductos lo más directamente posible con un mínimo de cambios de dirección y de curvas.

Se colocarán dispositivos de protección en los extremos de los conductos para evitar daños en los aislamientos de los conductores. Los conductores que vayan a instalarse en un mismo ducto se halarán simultáneamente dentro de él.

Durante el proceso de colocación de los conductores en la tubería, no se permitirá la utilización de aceite o grasa mineral como lubricante para halar los cables, se deberá utilizar un lubricante apropiado que no deteriore el aislamiento como la ESTEATITA en polvo o el POLYWATER.

##### **◆◆ Cajas para salidas**

Todas las cajas para las instalaciones eléctricas serán de los siguientes tipos:

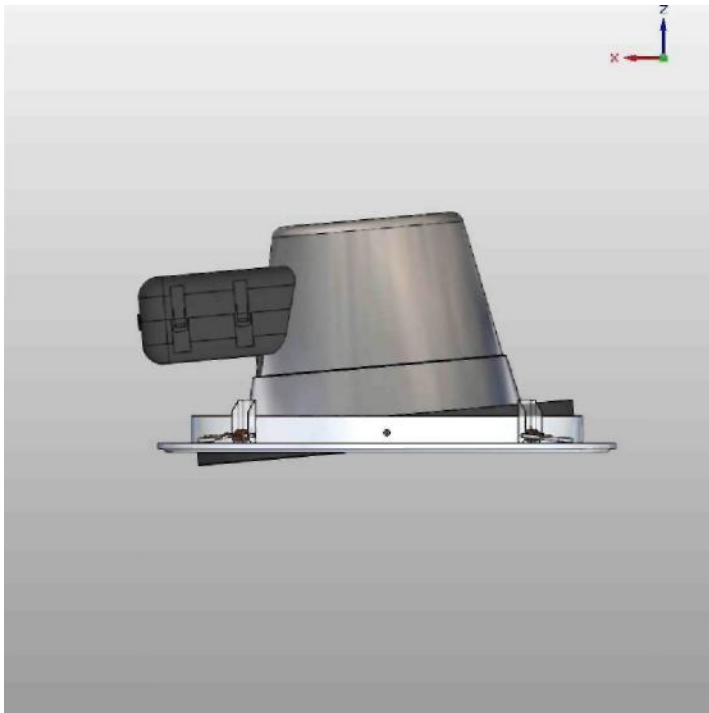
- Cajas de 2"x 4" (rectangulares-5800) para las salidas de tomas monofásicas, interruptores sencillos, siempre y cuando no lleguen a la caja más de dos tubos de ½" de diámetro.

Cajas de 4"x 4" (cuadrada) para todos los interruptores y tomas a las que llegan más de dos tubos y que no estén incluidos en el caso anterior con su correspondiente suplemento, o para ser utilizado como caja de paso con su correspondiente tapa.

Cajas de 4" para todas las salidas de lámparas, bien sea en techo o muro, a excepción de los sitios donde figura tubería de  $\frac{3}{4}$ " ó 1", los cuales llevarán cajas cuadradas.

#### ◆◆ Luminárias Tipo Fluorescente Compacta 2X42W. Escualizable

Luminaria fluorescente lineal para incrustar en techo falso de 2x42W/120V, incluye balasto electrónico 120 voltios, cuerpo y difusor de policarbonato, arillo en aluminio, reflector en aluminio metalizado, dos luminarias fluorescente compacta de 42 W/120V. ref.: Dulux Profesional Marca High Lights o semejante.



#### ◆ Luminárias Tipo Fluorescente Compacta 2X42W.



Luminaria fluorescente lineal para incrustaren techo falso de 2x42W/120V, incluye balasto electrónico 120 voltios, cuerpo y difusor de policarbonato, arillo en aluminio, reflector en aluminio metalizado, dos luminarias fluorescente compacta de 42 W/120V. ref.: Dulux Profesional Marca High Lights o semejante.



Fig. 1a



Fig. 1b

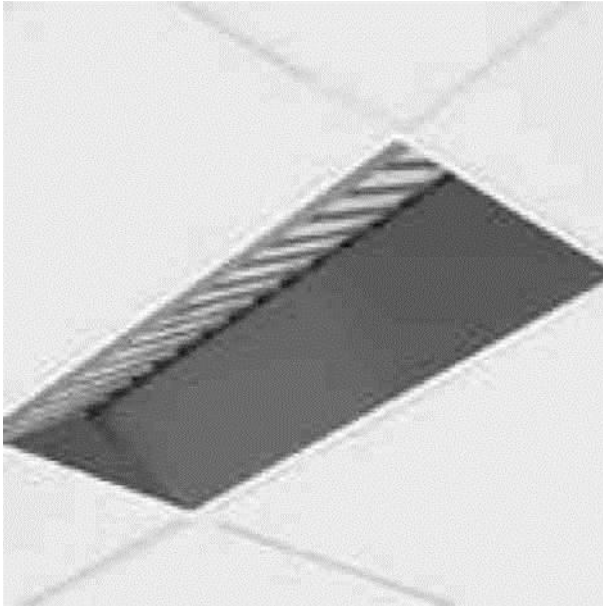
◆ **Luminárias Tipo Fluorescente Compacta 2X26W.**

Luminaria fluorescente compacta tipo bala para incrustar en techo falso de 2x26W/120V, incluye balasto electrónico 120 voltios, Cuerpo de policarbonato, arillo de aluminio, reflector de aluminio metalizado especlar. Cristal templado esmerilado. Dos luminárias fluorescente compacta de 26 W/120V. ref.: Dulux Profesional Marca High Lights o semejante.



◆ **Luminárias Tipo Fluorescente Lineal 2X54 W T5**

Luminaria fluorescente lineal para incrustar en techo falso de 2x54W/120V, de flujo luminoso asimétrico, con balasto electrónico 2x54W/120 voltios. Dos luminarias fluorescente lineal de 54 W/120V. ref.: 7VCR142T5ETG04EBSI Marca COOPER LIGHTING o semejante.



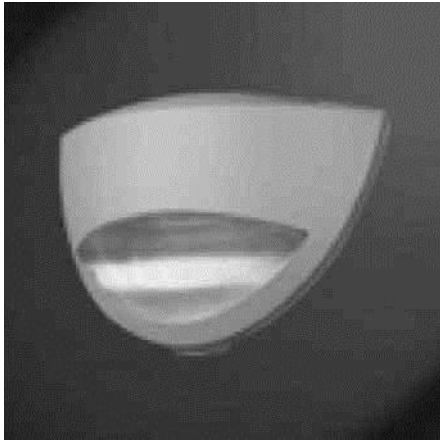
◆◆ **Luminarias Tipo LED Cortesia Escalera.**

Luminaria tipo LED de incrustar en muro, Marca High Lights o semejante.



◆ **Luminárias para Emergencia.**

Luminaria Emergencia de Xenon 6 W/120 V. Marca Sure- Lite. Autonomia 1 hora. Marca Sure Lite o semejante.



◆◆ **Salida eléctrica en tubería conduit a la vista.**

Todas las instalaciones eléctricas a la vista y por techos con estructura especial se deberán realizar con conduit metálico EMT, utilizando uniones, cajas, conduletas y accesorios de fijación diseñados para este fin. En algunos casos en el momento de la construcción se podrá determinar si se realiza con canaleta plástica de 2 X 4 cm.

Se deberá suministrar, instalar y probar todos los conduit, cajas de empalmes, cajas de conexiones, cables y aparatos, como se indica en los planos, incluyendo todos los accesorios como codos, uniones, terminales, adaptadores, grapas y soportes y demás accesorios requeridos para la correcta operación de los equipos a alimentar.

Los tubos no presentarán venas, rebabas o rugosidades internas que puedan dañar los aislamientos del cableado. Todos los tubos estarán debidamente contramarcados con el logotipo o nombre del fabricante.

Todos los extremos de los conduit se taparán inmediatamente después de instalados. Se deberá evitar que se aloje yeso, cemento o basura en los conduit. La tapa o tapones se conservarán en su lugar hasta cuando se haga la instalación de los cables. No se deberán instalar conduit aplastados o deformados.

**◆◆ Salidas en conduit embebido para iluminación y tomas.**

Las instalaciones eléctricas embebidas se deberán realizar en conduit de PVC, con accesorios en el mismo material.

El Contratista deberá suministrar, instalar y probar todos los conduit PVC, cajas de empalmes, cajas de conexiones, cables y aparatos, como se indica en los planos, incluyendo todos los accesorios como codos, uniones, terminales, adaptadores, y demás accesorios requeridos para la correcta operación de los sistemas de iluminación y tomas de la edificación.

Por toda la tubería PVC se deberá instalar un alambre de cobre desnudo del calibre indicado en los planos y se deberán interconectar todas las cajas metálicas y tableros, este alambre se deberá conectar a la tierra de los tableros de distribución de alumbrado. Las tuberías a utilizar serán de los diámetros especificados en planos.

Un tramo de tubería entre salida y salida, salida y accesorio ó accesorio, no contendrá mas curvas que el equivalente a cuatro ángulos rectos (360 grados) para distancias hasta de 15 m. y un ángulo recto (90 grados) para distancias hasta de 45 m. para distancias intermedias aproximadamente se estima que con 180° máximo 30 m. y con 270° máximo 22.5 m. Estas curvas podrán ser hechas en la obra siempre y cuando el diámetro interior del tubo no sea apreciablemente reducido. Las curvas que se ejecuten en la obra, serán hechas de tal forma que el radio mínimo de la curva corresponda mínimo a 6 veces el diámetro nominal del tubo que se está figurando.

Toda la tubería que llegue a los tableros y las cajas, deben llegar en forma perpendicular y en ningún caso llegarán en forma diagonal, éstas serán prolongadas exactamente lo necesario para instalar los elementos de fijación.

La tubería que ha de quedar incrustada en la placa se revisará antes de la fundición para garantizar la correcta ubicación de las salidas y se taponará para evitar que entre mortero o piedras en la tubería.

Toda la tubería que corre a la vista, se deberá instalar paralela o perpendicular a los ejes arquitectónicos del edificio.

Nunca se instalarán tuberías eléctricas en columnas estructurales.

Toda la tubería incrustada superior a Ø1" se deberá instalar paralela o perpendicular a la estructura o en ningún caso se permitirá el corte diagonal de las vigas y viguetas para el pase del tubo. Igualmente estos cruces serán consultados al responsable de la estructura y este estará en todo su derecho de objetarlas o

desplazarlas, al punto de mínimo esfuerzo estructural, de lo cual se dejará constancia en el libro de obra (bitácora).

Cuando un tramo de tubería tenga necesidad de atravesar una junta estructural, se recomienda:

- Si se lleva hasta un (1) tubo de Ø1" se interrumpirá el trayecto, terminando el tubo, con cajas de paso a lado y lado de la junta y se colocará una coraza con la holgura requerida, para que observe los desplazamientos de la junta, sin trasladar ningún esfuerzo mecánico.

Antes de colocar los conductores dentro de las tuberías, se quitarán los tapones y se limpiará la tubería para quitar la humedad.

En las cantidades de obra se ha hecho claridad específica sobre el tipo de tubería que se debe utilizar y de acuerdo a lo que allí se haya establecido, se tendrá en cuenta sólo las recomendaciones que a ello hagan referencia.

### **Recomendaciones cuando se utilicen tuberías de PVC**

En los casos que se llega a establecer en las cantidades de obra, se utilizará tubería Conduit PVC Norma Técnica Colombiana NTC 979 de características similares a las fabricadas por PAVCO S.A. para todos los circuitos de alumbrado, tomacorrientes, teléfonos, otras comunicaciones, acometidas, etc.

La tubería PVC se fijará a las cajas por medio de adaptadores terminales con contratuerca de tal forma que garanticen una buena fijación mecánica.

Las tuberías PVC llevarán un conductor de tierra desnudo o aislado del calibre determinado en las notas del plano y el cual debe quedar firmemente unido a todas las cajas, tableros y aparatos. La línea de tierra deberá ser continua a lo largo de toda la tubería.

Todas las líneas de continuidad de tierra, que se han dejado en las tuberías, se trenzarán a la llegada a los tableros y se fijarán por medio de un conector apropiado al barraje de neutros del tablero.

### **◆ Bandeja portacables**

Se instalará una bandeja portacable tipo ducto cerrado, en lamina galvanizada calibre 18, para el sistema eléctrico, la cual se instalará por el edificio en 20 X 6 cm. con dos compartimientos. Otro tipo guardaescoba de 12 X 5cm. De color blanco o el que se indique por parte de la Interventoría al momento de la construcción. La bandeja tendrá dos compartimientos si lo indica.

La bandeja se debe de aterrizar y deberá llenarse máximo hasta el 60% de su capacidad total.

#### ◆ Tomacorrientes normales

El CONTRATISTA deberá suministrar e instalar todos los tomacorrientes necesarios para las diferentes salidas monofásicas indicadas los planos. Estas tomas serán marca Levinton, Legrand ó Siemens. Todos los tomacorrientes deberán ser polarizados, de material plástico moldeado y equipados con su respectiva tapa. (Deben Tener Certificación RETIE)

Cada tomacorriente deberá tener grabada o impresa, en forma visible, la capacidad en amperios, la tensión nominal en voltios y la marca de aprobación de ICONTEC o de una entidad internacionalmente reconocida. En todos los tomacorrientes el neutro deberá ser claramente identificado.

Los tomacorrientes monofásicos normales deberán ser dobles, con polo a tierra dos polos, tres hilos, 15 A, 125 V C.A., NEMA 5-15R, color blanco, con conexión a tierra y conectados con la polaridad correcta.

Las tomas reguladas deberán ser dobles, con polo a tierra dos polos, tres hilos, 15 A, 125 V C.A., NEMA 5-15R, color naranja, con conexión a tierra y conectados con la polaridad correcta.

Sobre las zonas húmedas, se instalaran toma monofásica de 20A 125V, con protección de falla a tierra (GFCI).

#### ◆ Interruptores

Todos los interruptores para control de alumbrado deberán ser sencillos, dobles o triples para 15 A, 120 V, serán de material moldeado marca LUMINEX, referencia AMBIA. Ó Siemens, de color Blanco. Cada interruptor deberá tener grabado o impreso, en forma visible, la capacidad en amperios, el voltaje nominal en voltios y la marca de aprobación de ICONTEC o de una entidad internacionalmente reconocida.

#### ◆ Interruptores automáticos

Todos los totalizadores automáticos de protección deberán ser del tipo caja moldeada, marca MERLÍN GERIN o Similar.

El interruptor totalizador deberá tener una capacidad de cortocircuito de 25 kA simétricos a 240 V de operación manual para maniobras de apertura, cierre y automática en condiciones de sobrecarga y cortocircuito.

Todos los interruptores deberán como mínimo, llevar grabado o impreso de una manera visible y permanente el logotipo o nombre del fabricante, las capacidades de corriente en amperios y la tensión nominal en voltios.

Los tableros parciales estarán equipados con interruptores automáticos monopolares, bipolares y tripolares del tipo enchufable con capacidad de interrupción de cortocircuito de 10 kA. Estos interruptores deben tener mecanismos de disparo térmicos y magnéticos que garanticen protección en casos de sobrecarga o de cortocircuito. Marca LUMINEX o Similar

#### **1.4.7. Conexiones a tierra de equipos**

Se deberán proveer conexiones a tierra para todos los materiales, equipos, estructuras, según lo indicado en los planos y especificaciones y en cuanto sea necesario para cumplir los requerimientos del Código Eléctrico Nacional Norma ICONTEC 2050.

#### **1.4.8. Identificación de conductores**

Se deberán instalar marquillas de identificación tanto para los conductores utilizados para la conexión de los equipos. Cada cable de un conductor o multiconductor se deberá identificar en los extremos del mismo.

La marquilla deberá ser del tipo indeleble, resistente a la humedad y el calor. Se deben identificar los circuitos de cada fase de alumbrado o fuerza en el siguiente código de colores, cumpliendo con lo estipulado en el RETIE.

- Rojo, Azul y Amarillo : Conexión para las fases R, S y T respectivamente.
- Blanco : Para el neutro aterrizado
- Verde : Conexión de tierra (conductor para polarización de tomas y tierra de tableros).

## **2. MEMORIAS DE CÁLCULO INSTALACIONES ELÉCTRICAS E ILUMINACION**

### **2.1. SELECCIÓN DE CONDUCTORES**

#### **2.1.1 Generalidades**

Para la selección de los conductores de alimentación de tableros se utiliza el siguiente método:

- Se calcula la corriente nominal de la carga y se selecciona el menor cable con capacidad mayor que la corriente nominal.
- Se revisa la regulación del conductor. El valor máximo para un circuito desde el tablero de distribución principal no debe exceder el 3 % de caída de tensión.
- Se revisa la capacidad del cable con relación con los equipos de protección instalados para el mismo. La capacidad del cable debe ser mayor que la capacidad del interruptor.

### 2.1.2 Calculo de la Corriente Nominal

El valor de la corriente nominal esta dado por :

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V} \quad (A)$$

donde P es el valor de la carga a alimentar dada en VA y V el voltaje de conexión. El factor de potencia se asumió como 0.9

Los resultados de la corriente nominal para los conductores de alimentación de los tableros de distribución se resumen en la tabla del Anexo.

### 2.1.3 Cálculos de Regulación

El valor de la regulación de los conductores para la alimentación de los tableros y circuitos de iluminación está basado en lo siguiente:

La impedancia de los Conductores de Fase viene dada por  $Z = R + jX_L$

La constante de regulación (K) es:

$$\frac{R \cos \theta + X_L \sin \theta}{10 \times KV_{LL}}$$

Donde R y  $X_L$  son los valores dados por la impedancia.

$\cos \theta$  es el factor de potencia, asumido como 0.9  
 $KV_{LL}$  es el voltaje Línea-Línea del sistema

Los valores de la constante de regulación (K) para los diferentes calibres de



conductor, aparecen en la tabla adjunta.

Entonces la regulación de voltaje (en porcentaje) está dada por:

$$R(\%) = K \times P \times L$$

Donde  $K$  es la constante de regulación (Para los valores ver tabla en el Anexo)  $P$  es el valor de la carga a alimentar, expresado en kVA  $L$  es la longitud del circuito de alimentación dada en metros

De esta forma se obtienen los valores de regulación de voltaje para los tableros de distribución.

## 2.2 SELECCIÓN DE PROTECCIONES

### 2.2.1 Capacidad nominal

El valor de la corriente de diseño para la selección de protecciones esta dado por:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * V} * 1.25 \quad (A)$$

donde  $P$  es el valor de la carga a alimentar dada en VA y  $V$  el voltaje de conexión en Voltios

El factor de potencia se asumió como 0.9

El tamaño de los interruptores se ajustó al menor tamaño de Norma que se encontrará dentro de una variación del 10%, con el ánimo de no sobre diseñar los conductores.

## **14. División 1000 TELEFONIA Y DATOS**

En esta división aplican todas las disposiciones y normativas aplicables en HONDUTEL.

Para todo el cableado de voz, cable y datos que se encuentra en los postes públicos se deberá construir ductería subterránea (bajo las aceras) para el paso de las redes tanto públicas como privadas. Para ello el contratista deberá coordinar con las empresas, mediante notificaciones particulares, avisos públicos, reuniones y demás medios indicados. El momento en que las empresas deberán realizar sus obras de modificación del cableado. No se deberán contemplar los costos del cable, fibra óptica y/o demás accesorios de las redes privadas ya que eso será responsabilidad de las empresas privadas propietarias del cableado pues este sistema pasara a la líneas subterráneas en las aceras de cada carril y se crearan las cajas de inspecciones necesarias para su conexión a sus abonados a través de líneas tubería subterráneas distribuidoras a sus abonados. Para el caso de Hondutel, el contratista coordinará con la empresa los trabajos. Se construirán las cajas y ductos de cruces y acometidas.

### **14.1. Sección 1001 RESTAURACION DE POZOS DE HONDUTEL**

#### **1001.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la restauración de pozos de Hondutel cuando para su correcto funcionamiento sean necesarios refuerzos, resanes, impermeabilizaciones, etc.

#### **1001.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la restauración de pozos de HONDUTEL será el número de pozos debidamente restaurados.

#### **1001.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

### **14.2. Sección 1002 RECONSTRUCCION DE POZOS DE HONDUTEL**

#### **1002.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la reconstrucción de pozos de Hondutel cuando se estime que el pozo existente no pueda ser restaurado. Ver normativas HONDUTEL.

#### **1002.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la reconstrucción de pozos de HONDUTEL será el número de pozos debidamente reconstruidos.

#### **1002.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

### **14.3. Sección 1003 ACHICAMIENTO DE POZOS DE HONDUTEL**

#### **1003.01 Descripción.**

Cuando hay ingresado agua a los pozos de Hondutel y los mismo vayan a ser restaurados deberá de achicarse el agua de su interior, para realizar esta actividad se considerará el uso de una bomba achicadora.

#### **1003.02 Medición**

La cantidad a pagarse por achicamiento de pozos es el número de pozos achicados de manera unitaria.

#### **1003.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

### **14.4. Sección 1004 DESINSTALACION Y RECUPERACION DE CABLES DE TELEFONIA Y DATOS**

#### **1004.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en la desinstalación del cableado de voz y datos que se encuentra en los postes para su posterior devolución a los dueños correspondientes en total coordinación con los mismos.

#### **1004.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la desinstalación del cableado de voz y datos será por metro lineal.

#### **1004.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

### **14.5. Sección 1005 CAJAS DE INSPECCION PARA TELEFONIA Y DATOS Y CONEXIÓN A CAJA DOMICILIARIA.**

#### **1005.01 Descripción.**

La actividad consiste en la construcción de una caja de INSPECCIÓN a la cual ira acoplada la ductería subterránea para telefonía y datos las dimensiones de la misma serán de 80x80x120 cm. (medidas interiores), la que está compuesta por una losa de fondo de 12 cm. de espesor, paredes de ladrillo rafón rustico, casquete y tapadera de 10 cm. de espesor y manija ambos de concreto reforzado. Las paredes son repelladas exteriormente y afinadas interiormente. Los componentes antes mencionados se construirán de acuerdo a las especificación de elementos de concreto, refuerzos, paredes y acabados. Las que deberá tener la dimensiones indicadas y colocarse de acuerdo a las líneas y niveles indicados en los planos.

Se considera la excavación de 50 cm. adicionales al volumen de la caja, para poder repellarla, las paredes son ligadas, repelladas exterior e interiormente con mortero 1:4 y afinadas interiormente.

Deberá de considerarse la construcción además de la Tapadera de la Caja de Inspección s que consistirá en la construcción de una Tapadera de Concreto para caja de Inspección de 6 cms de espesor y armadas con varillas No. 2 a cada 10 cms en ambos sentidos. El concreto se fabricará sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar la sección encofrada sin dejar cavidades interiores. Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero, y materia extraña y recubiertas con aceite para moldes Todo el hormigón será colocado en horas del día. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se indique o se autorice por la GERENCIA DE OBRAS. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente.

#### **1005.02 Medición**

La cantidad a pagarse por cajas de inspección para telefonía y datos será el número de cajas de inspección debidamente construidas las que serán inspeccionadas, contabilizadas y aceptadas por el GERENTE DE OBRAS de obra.

#### **1005.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

### **14.6. Sección 1006 SUMINISTRO E INSTALACION DE DUCTERIA SUBTERRANEA PARA DATOS**

#### **1006.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro de la ductería subterránea para cables de voz y dato, con las siguientes especificaciones: TUBERIA DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD CORRUGADA (PET-AD), ó Ø 72 mm. EXT, P.T. 4 ATM, USO datos fibra óptica, MARCA DE CALIDAD DE P.E. Según sea el caso.

Por cada metro Lineal de instalación subterránea se consideraran 5 pares de tubos con sus respectivos separadores, de manera que cada par se identifique con un color diferente

Debe considerarse para esta actividad una cama de material selecto de 10 cms. debidamente compactada, debajo de la tubería, posteriormente otra cama de material selecto sobre la tubería en un espesor de 10 cms. y finalmente encima se colocará una capa con material del sitio hasta alcanzar el nivel deseado.

#### **1006.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la instalación de ductería subterránea será el número de metros lineales contabilizados en obra.

#### **1006.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

## **14.7. Sección 1007 SUMINISTRO E INSTALACION DE DUCTERIA SUBTERRANEA PARA DATOS (ACOMETIDAS)**

### **1007.01 Descripción.**

Este trabajo consiste en el suministro de la ductería subterránea para cables de voz y dato de la caja de inspección hacia la vivienda, negocio etc., con las siguientes especificaciones: TUBERIA DE POLIETILENO ALTA DENSIDAD CORRUGADA (PET-AD), Ø 20 mm. EXT, P.T.4 ATM, USO conducción datos fibra, MARCA DE CALIDAD DE P.E

Por cada metro Lineal de instalación subterránea se consideraran 5 pares de tubos, de manera que cada par se identifique con un color diferente.

Debe considerarse para esta actividad una cama de material selecto de 10 cms. debidamente compactada, debajo de la tubería, posteriormente otra cama de material selecto sobre la tubería en un espesor de 10 cms. y finalmente encima se colocará una capa con material del sitio hasta alcanzar el nivel deseado.

### **1007.02 Medición**

La cantidad a pagarse por la instalación de ductería subterránea para acometida será el número de metros lineales contabilizados en obra.

### **1007.03 Pago**

Los precios presentados por el ejecutor serán su compensación total por el suministro de mano de obra, equipo, herramientas, trámites y demás actividades necesarias para la ejecución de los trabajos descritos.

## **15. División 1100 ESTACIONES DE PARADAS**

Las estaciones de Parada deberán de construirse de acuerdo a lo que se muestra en planos y en donde se consideraran todas las actividades necesarias para su construcción como ser excavación, relleno, acero estructural, Sistema Eléctrico, Sistema de Voz y Datos, Sistema Sanitario entre otras por lo que las demás especificaciones anteriormente descritas necesarias para esta actividad aplican en este renglón.

### **15.1. Sección 1101 ZAPATA AISLADA DE 1.00 X 1.00, e=0.30, 7 No.5 a.s.**

#### **1101.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en la construcción de una Zapata de Concreto (el concreto deberá de tener una resistencia a la compresión de 4000 psi las varillas serán grado 60 las dimensiones de la zapata serán de 1.0x 1.0mts con un espesor de 0.3 mts armada con 7 varillas de Acero No.5 en ambos sentidos, a fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar la sección excavada sin dejar cavidades interiores. Todo el hormigón será colocado en horas del día, La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del Gerente de obras y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se indique o se autorice por la Supervisión. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan

desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente. Las zapatas aisladas deberán ser construidas según las líneas y secciones transversales indicados en los planos, las dimensiones de la zapata así como su armado deberán de revisarse de acuerdo a las características de suelo encontradas en la zona, en el renglón de ajuste de diseño.

#### **1101.02 Medición y Pago**

La actividad de Zapatas Aisladas de 1.0 x 1.0 deberá de considerarse dentro de los costos por Construcción de Estación de Paradas que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **15.2. Sección 1102 PEDESTAL DE CONCRETO 40 X 40, 6 No. 6, No. 3 @ 0.20 m.**

#### **1102.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en la construcción de un Pedestal de Concreto de 40x40 Cms armado con 6 varillas No. 6 y No.3 a/c 20cms, (el concreto deberá de tener una resistencia a la compresión de 4000 psi las varillas serán grado 60), deberá fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar la sección encofrada sin dejar cavidades interiores. Todos los encofrados se construirán y mantendrán según el diseño de tal modo que el hormigón terminado tenga la forma y dimensiones indicadas en los planos. Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero y materia extraña y recubierta con aceite para moldes. Todo el hormigón será colocado en horas del día. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. El encofrado no podrá ser retirado hasta transcurrido 48 horas desde la fundición y el elemento no se será sujeto de carga hasta que el hormigón haya alcanzado el 50% de su resistencia. El acabado final de la estructura consistirá en rellenar huecos, remover áreas sobresalientes o manchadas y reparar cualquier zona de panales u otros desperfectos que haya en la superficie. El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Ninguna varilla deberá doblarse después de ser parcialmente embebida en concreto a menos que se indique o se autorice por la Supervisión. Las varillas serán fijadas entre sí con alambre de amarre de modo que no puedan desplazarse durante el fundido y que el concreto pueda envolverlas completamente. Los pedestales de concreto deberán ser construidos según las líneas y secciones transversales

#### **1102.02 Medición y Pago**

La actividad de Pedestal de Concreto de 40 x40, deberá de considerarse dentro de los costos por Construcción de Estación de Paradas que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **15.3. Sección 1103 LOSA DE ENTREPISO e=10 Cms. No.4 @ 15 cm. a.s. lamina galvadeck cal. 20**

#### **1103.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en la construcción de una losa de entepiso que consiste en un firme de concreto con un espesor de 0.10 mts armada con varilla No. 4 a cada 15 cms en ambos sentidos refuerzo de temperatura colocado sobre lamina galvadeck, megadeck o similar cal.20

Para la fabricación del concreto se utilizará mezcladora mecánica y se seguirán los siguientes pasos: los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos. El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado.

El tiempo total de mezclado será como mínimo de 60 segundos y como máximo de 5 minutos Toda la obra falsa deberá ser diseñada y construida para soportar las cargas a será sometida, sin provocar asentamientos o deformaciones apreciables. Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero, y materia extraña y recubierta con aceite para moldes. Todo el hormigón será colocado en horas del día, y su colocación en cualquier parte de la obra no se iniciará si no puede completarse en dichas condiciones. La colocación durante la noche se podrá realizar sólo con autorización por escrito del Gerente de obras y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. El hormigón será depositado con el equipo aprobado por el Gerente de obras. No se colocará el hormigón mientras el acero de refuerzo no esté completo, limpio y debidamente colocado en su sitio... El acabado del hormigón consistirá en el apisonado y enrasado de la superficie, hasta que tenga una textura uniforme lisa o rugosa según los requerimientos, conformándose a la sección transversal, pendiente y alineamiento señalados en los planos. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie del concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado El acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Las varillas se doblarán en frío, ajustándolas a los planos sin errores mayores de (1 cm.). Deberán seguirse todas las recomendaciones del fabricante o distribuidor en cuanto a apuntalamientos provisionales, fijaciones y demás actividades para el uso de la lámina.

#### **1103.02 Medición y Pago**

La actividad de Losa de Entrepiso e=10 cms, No.4 @ 15 cms. De considerarse dentro de los costos por Construcción de Estación de Paradas que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **15.4. Sección 1104 CERAMICA DE ALTO TRÁFICO**

#### **1104.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de Cerámica de 44x44 CMS de antiderapante de alto tráfico en piso. Para autorizar la colocación de la cerámica sobre el firme de concreto el Gerente de Obras deberá verificar los niveles de acuerdo a lo establecido en planos. Para pegar las piezas de cerámica al piso se usará mortero arena/cemento en proporción 1:3, en capas de espesor variable entre 1.5 y 2.0 cm, teniendo la precaución de humedecer las superficies de contacto y tener inmersas en agua a las piezas al menos por 24 horas antes de su colocación. El mortero deberá mezclarse en bateas especiales, preferiblemente de madera, para que se consiga una mezcla homogénea y libre de impurezas. El mortero será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado y en ningún caso se debe permitir que el mortero seco se mezcle nuevamente y sea utilizado en la obra. Se instalaran primero una línea maestra que guiará la colocación de toda el área, manteniendo alineaciones en las piezas de cerámica totalmente rectas, utilizándose separadores especiales de grosor aprobado por el gerente de obras. Los ajustes en los bordes, aristas e intersecciones se ejecutaran con piezas cortadas, pulidas y limadas, para luego fraguar las juntas con una mezcla cemento colorante prefabricado (GROUTIN), acorde al color de la cerámica y en proporciones recomendadas por el fabricante de la marca seleccionada.

#### **1104.02 Medición y Pago**

La actividad de Cerámica de alto trafico antiderapante deberá de considerarse dentro de los costos por Construcción de Estación de Paradas que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **15.5. Sección 1105 CUBIERTA DE ALUMINIO TROQUELADA AUTOPORTANTE (TECHO CURVO)**

#### **1105.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en la instalación de una cubierta de aluminio troquelada autoportante para techo en la estructura de perfiles metálicos, Se verificará la dirección de los vientos predominantes del sector para iniciar la colocación en sentido contrario a éstos. Su colocación y fijación se efectuará por medio de placas metálicas en los marcos principales compuestos de perfiles metálicos. Adicionalmente al proceso de instalación indicado anteriormente, se observará el manual de recomendaciones del fabricante, en cuanto a apoyos, instalación y demás actividades.

## **1105.02 Medición y Pago**

La actividad de Cerámica de alto tráfico antiderrapante deberá de considerarse dentro de los costos por Construcción de Estación de Paradas que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **15.6. Sección 1106 RAMPA DE ACCESO**

### **1106.01 Descripción.**

La rampa de acceso estará estructurada de la misma forma en que está estructurada la losa de entripiso de la estación de paradas por lo que las especificaciones para acero estructural, losa de entripiso con lamina galvadeck, cerámica de alto tráfico y demás aplican en este renglón.

### **1106.02 Medición y Pago.**

La actividad de Rampa de Acceso deberá de considerarse dentro de los costos por Construcción de Estación de Paradas que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **15.7. Sección 1107 BARANDA PASARELA**

### **1107.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en la construcción de un Barandal de tubo HG de 3" Y 2" de diámetro y de acuerdo a plano de detalle. Se utilizará tubo HG 3" para realizar el marco superior e inferior de un metro de altura y los barrotes de tubo HG de 2" espaciados a cada 150 cms (máximo) dentro del marco. Y en cada cambio de dirección se colocarán paraleles de tubo negro de 3".-Todas las juntas serán soldadas con electrodo del tipo 7013x 3/32. Se le dará un acabado con pintura anticorrosiva a 2 manos pero sin dejar zonas desprotegidas y 2 manos de pintura de aceite del color acordado con el Gerente de Obras (la pintura de aceite se puede sustituir por otra mano de pintura anticorrosiva con el visto bueno del Gerente de Obras). El tubo para el barandal deberá incrustarse en el concreto sujetado por medio de 2 pines de 10cm de varillas de 1/2", el barandal y barrotes de 2" van soldados entre sí. Todos los elementos son soldados en sitio.

### **1107.02 Medición y Pago**

La actividad de Barandal Pasarela deberá de considerarse dentro de los costos por Construcción de Estación de Paradas que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## **16. División 1200 PUENTES PEATONALES**

Bajo este renglón deberán de considerarse todas las especificaciones que apliquen como ser Sección 152 Trazo y Replanteo, Sección 203 Eliminación de Estructuras, Sección 208 Excavación y Relleno para Estructuras Mayores, Sección 215 Botado de Material, Sección 552 Concreto Estructural, Sección 554 Acero de Refuerzo, Sección 555 Estructuras de Acero, Sección 563 Pintura y demás actividades que apliquen o que se observen en los planos de manera que se construyan y se entreguen satisfactoriamente los Puentes Peatonales, Todos los costos por las actividades necesarias para construir los puentes peatonales deberán de considerarse en el renglón de puentes peatonales que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..



## **17. División 1300 PUENTES VEHICULARES**

Bajo este renglón deberán de considerarse todas las especificaciones que apliquen como ser Sección 152 Trazo y Replanteo, Sección 203 Eliminación de Estructuras, Sección 208 Excavación y Relleno para Estructuras Mayores, Sección 215 Botado de Material, Sección 552 Concreto Estructural, Sección 554 Acero de Refuerzo, Sección 555 Estructuras de Acero, Sección 563 Pintura y demás actividades que apliquen o que se observen en los planos de manera que se construyan y se entreguen satisfactoriamente los Puentes Vehiculares, Todos los costos por las actividades necesarias para construir los puentes peatonales deberán de considerarse en el renglón de puentes vehiculares que se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

**18. MOBILIARIO URBANO**

El mobiliario urbano deberá de ser considerado dentro de los costos en el renglón del mismo nombre, su pago se hará por suma global donde deberán considerarse el total de unidades a instalarse así como todos los materiales, herramientas y equipos necesarios para su instalación.

**18.1. BANCA EN CONCRETO SIN ESPALDAR****18.1.1. Descripción:**

Esta banca es un elemento de tres piezas de alta resistencia y bajo mantenimiento que permite sentarse por cualquiera de sus costados. Uso en áreas relacionadas con el ocio, el esparcimiento y la recreación como aceras, plazas, alamedas y parques. Se recomienda utilizarla en los casos en que existan des opciones de visuales deseables y en zonas con alta probabilidad de vandalismo. Ver cartilla de detalles.

**18.1.2. Materiales:**

Patas y piezas para sentarse en concreto reforzado de 3000 p.s.i. color amarillo, prefabricado con formaleta metálica de alta calidad con sistema de apertura para desmolde.

**18.1.3. Mantenimiento:**

Las piezas se deben reemplazar en caso de rotura. Se deben lavar periódicamente con chorro a presión.

Banca en concreto sin espaldar

**18.1.4. Instalación:**

Se anclan los espigos principales al piso con pernos expansivos. Sobre estos se encajan las patas de las bancas, colocándole una platina a manera de arandela y roscando la tuerca.

Sobre la platina ubicada en la parte superior de la pata, se encaja atornillando la pieza principal en concreto.

## **18.2. TELÉFONO PÚBLICO DE PEDESTAL**

### **18.2.1. Descripción:**

Es un pedestal de pequeño formato para la colocación de dos teléfonos públicos, anti vandálico, de fácil mantenimiento y reposición de sus piezas, que no protege al usuario de la lluvia. Debe ser usado por los diferentes prestadores de servicio telefónico.

Puede llevar logotipos y emblemas representativos de cada empresa en la "Tapa Superior". podrá llevar publicidad comercial en una de las caras laterales. Ver cartilla de detalles.

### **18.2.2. Materiales:**

Lamina de acero inoxidable y teléfono según concesionario.

### **18.2.3. Acabados:**

Acero inoxidable mate visto. Panel corporativo según cada concesionario.

### **18.2.4. Mantenimiento:**

Se debe pulir el acero en caso de rayado o pintado.

Se debe lavar periódicamente.

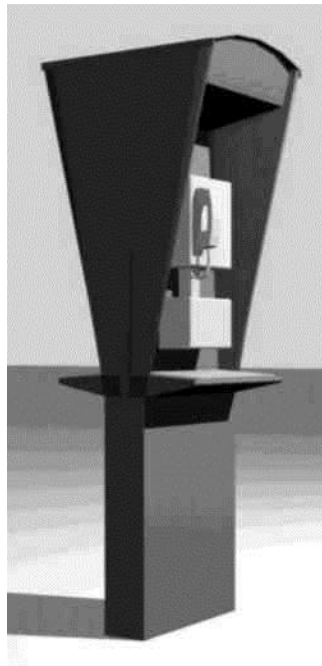
Sus piezas pueden ser remplazadas individualmente.

Si presenta abolladuras severas deberá ser remplazado totalmente.

Cuando lleve iluminación se debe verificar periódicamente su funcionamiento

### **18.2.5. Instalación:**

Se funde un dado de concreto de 3000 p.s.i., con los elementos metálicos de soporte embebidos. Sobre estos parales se encajan las tapas del cuerpo bajo, el cuerpo alto o capota y el teléfono (ver cartilla de detalle).



### **18.3. BOLARDO ALTO**

#### **18.3.1. Descripción:**

Es un elemento que sirve para la delimitación, control y proyección de zonas peatonales, restringiendo principalmente el acceso de vehículos. Permiten también el acompañamiento con cadenas.

#### **18.3.2. Materiales:**

Fundición de hierro nodular ASTM A339 60-45-10 de espesor mínimo de 4 mm.

Cadena de hierro (opcional).

Alternativas: Estructura, maciza en polipropileno original reforzado con fibra de vidrio, protector UV y retardante de llama

#### **18.3.3. Acabados:**

Pintura color gris texturizado RAL 7010. En la alternativa de polipropileno, el color debe igualar el requerido para el hierro.

#### **18.3.4. Mantenimiento:**

Se debe pintar (no se requiere en la alternativa de polipropileno ya que el color se incorpora en la materia prima) y re-nivelar periódicamente.

Si se fracturan o abollan deben ser reemplazados. En caso de ser volteado por un vehículo y no presentar fracturas o abolladuras se debe nivelar e instalar nuevamente.

#### **18.3.5. Instalación:**

Se funde un dado de concreto de 3000 p.s.i., de 45 cms, de profundidad en la cual se embebe el elemento (ver cartilla de detalle).



## **18.4. BARANDA DE DOS TUBOS**

### **18.4.1. Descripción:**

La baranda es un elemento de delimitación y control del espacio público, el cual protege y guía al peatón. Tiene como función macar el límite entre circulación y zonas verdes y la protección del peatón en circulaciones que presentan diferencias de nivel.

### **18.4.2. Materiales:**

Estructura y parales en tubos metálicos cold rolled.  
Fijación entre pasamanos y parales en platina metálica.

### **18.4.3. Acabados:**

Pintura electrostática poliéster color gris texturizado RAL 7010. Acabado natural para el acero inoxidable.

### **18.4.4. Mantenimiento:**

Se debe revisar el estado de la pintura cada año.  
Si presenta abolladuras severas deberá ser reemplazada.

### **18.4.5. Instalación:**

Se funde un dado de concreto de 3000 p.s.i., de 40 cms de profundidad de 20 x 20 cm en la cual se embeben los tubos de 1.5" con la platina de ensamble soldada. Sobre esta se suelda el pasamanos en tubo (ver cartilla de detalle).



## **18.5. PROTECTOR DE ÁRBOL DE DOS TUBOS**

### **18.5.1. Descripción:**

Es una pieza que busca proteger los arboles de más de tres metros de altura de cualquier posible impacto o de que se apoyen elementos sobre el tronco.

### **18.5.2. Materiales:**

Tubo metálico doblado se 2".

Alternativas: estructura maciza en polipropileno original reforzado con fibra de vidrio, protector UV y retardante de llama.

### **18.5.3. Acabados:**

Pintura electrostática verde RAL 6028.

En caso de ubicarse en alamedas o en aceras donde existan otros elementos de mobiliario debe ser color gris RAL 7010. En la alternativa en polipropileno, el color debe igualarse al requerido para el tubo metálico según el caso.

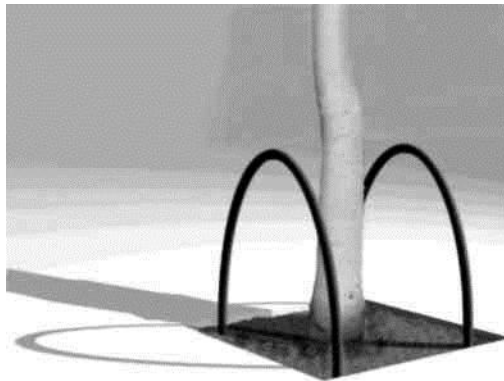
### **18.5.4. Mantenimiento:**

Se debe revisar el estado de la pintura cada año.

Si presenta abolladuras severas deberá ser remplazado.

### **18.5.5. Instalación:**

Los tubos se embeben 35 cms, en cilindro de concreto de diámetro 20 cms, fundidos en sitio (ver cartilla de detalles).



## **18.6. CANECA EN ACERO INOXIDABLE**

### **18.6.1. Descripción:**

Elemento cilíndrico de aseo de alta resistencia al vandalismo en acero inoxidable para depositar desechos menores producidos por el peatón. Se compone de una pieza principal en lámina perforada soldada en acero inoxidable que pivota para su vaciado sobre dos paralelos tubulares de apoyo en sección redonda.

### **18.6.2. Materiales:**

Tambor principal en lámina perforada soldada y grafado triple a manera de refuerzo superior. Parales metálicos en tubo redondo con tapa unidos por larguero en tubo.

### **18.6.3. Acabados:**

Acero inoxidable satinado a nivel horizontal.

### **18.6.4. Mantenimiento:**

Se debe pulir el acero en caso de rayado o pintado.

Cada pieza puede ser sustituida individualmente en caso de averías. Si presenta abolladuras severas deberá ser

reemplazada. Se debe lavar periódicamente.

Cuando lleve iluminación se debe verificar periódicamente su funcionamiento

### **18.6.5. Instalación:**

Se funde una base en concreto de 3000 p.s.i, de 30 cms de profundidad y 15 cm de diámetro en la cual se embeben los paralelos (ver cartilla de detalles).



## **18.7. LUMINARIA DE ALUMBRADO PÚBLICO – LUMINARIA SENCILLA Y DOBLE**

### **18.7.1. Descripción:**

Es un elemento metálico de concreto reforzado que utiliza luminarias dobles o sencillas para la iluminación de zonas peatonales, aceras, plazoletas y parques. La luminaria puede ser adosada al poste de alumbrado público vehicular (poste doble propósito), o adosada a fachadas en calles angostas o aceras muy pequeños donde el poste no puede ser instalado.

### **18.7.2. Materiales:**

Lamina de 70W o 150W de sodio alta presión con certificado de conformidad del producto.

Brazo en tubo metálico y poste principal en tubo metálico o concreto reforzado, con certificado de conformidad vigente.

### **18.7.3. Acabados:**

poste metálico en tubo galvanizado en caliente. Para todos los elementos metálicos, pintura electrostática color gris RAL 7010. Poste en concreto reforzado (natural) con acabado liso.

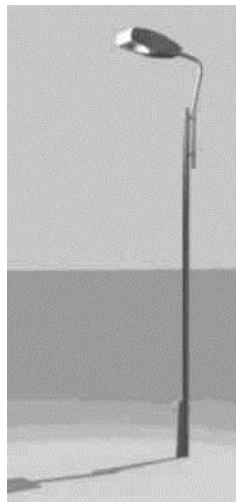
### **18.7.4. Mantenimiento:**

Se debe revisar la pintura cada año, así como periódicamente el correcto funcionamiento de la luminaria.

En caso de presentar abolladuras o maltrato en el poste o la luminaria, deberá ser remplazado.

### **18.7.5. Instalación:**

Se funde un dado de cimentación en concreto de 3000 p.s.i. de 30 cms de profundidad a 50 cm del suelo. Sobre este se fija y asegura el poste metálico y luego se funde una segunda capa de concreto de 3000 p.s.i. por los restantes 20 cm quedando los parales y platinas embebidos (Los pernos se cubren con una tapa para proteger la rosca permitiendo una eventual remoción de la luminaria) la longitud de empotramiento de los postes de concreto reforzado para alumbrado público es del 10% de la longitud total del poste más 0,60 m. (ver cartilla de detalles).





## **18.8. BORDE CONTENEDOR DE RAÍCES**

### **18.8.1. Descripción:**

Pieza prefabricada en concreto de 4 Mpa de modulo de rotura a 28 días, con acabado liso. Se utiliza para conformar el remate superior visible en el contenedor de raíces, o en áreas empedradas, presenta una leve pendiente hacia el exterior del contenedor, para evitar la entrada de aguas contaminadas con sustancias abrasivas o nocivas para el árbol. Por diseño se recomienda incluir refuerzo mínimo longitudinal y estribos, según diseño de proyectista.

### **18.8.2. Materiales:**

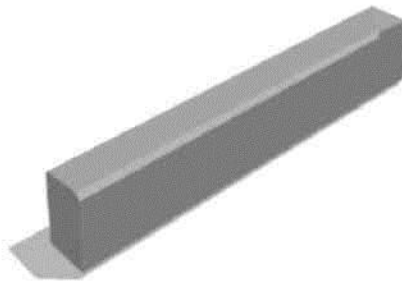
Concreto de 4 Mpa de modulo de rotura a 28 días y acero de refuerzo.

### **18.8.3. Acabados:**

Concreto liso en color natural.

### **18.8.4. Mantenimiento:**

Reemplazar en caso de rotura



## **18.9. RAMPA DE ACCESO**

### **18.9.1. Descripción:**

Rampa estándar, producida mediante la utilización de piezas prefabricadas y remates fundidos en sitio que garanticen el correcto empate entre la rampa y el andén. Pueden aplicarse tanto en accesos vehiculares como en pasos para personas con movilidad reducida en las esquinas, siempre y cuando las aceras resultantes cumplan con las dimensiones mínimas descritas en la cartilla de detalles del presente informe. Su desarrollo depende de la altura del andén y la pendiente que debe garantizar en pasos para personas con movilidad reducida (máximo el 12% en desarrollos 1,50 m) cuidando de ajustarse dimensionalmente a la modulación del sistema de piezas prefabricadas en concreto adyacente. El ancho puede variar de acuerdo a los casos específicos.

### **18.9.2. Materiales:**

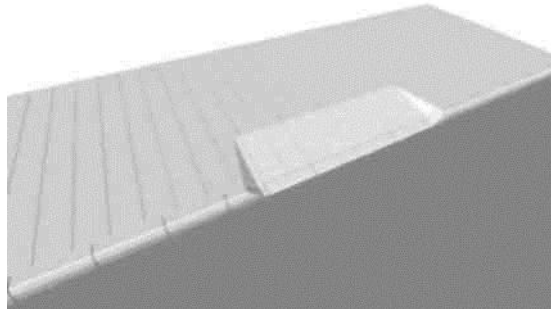
Elementos prefabricados de concreto, concreto en sitio de 3000 p.s.i., Por diseño se recomienda incluir refuerzo mínimo longitudinal y estribos, según diseño de proyectista.

### **18.9.3. Acabados:**

Concreto liso en color natural.

### **18.9.4. Mantenimiento:**

Reemplazar en caso de rotura



## **18.10. RAMPA PARALELA**

### **18.10.1. Descripción:**

Rampa producida mediante la utilización de piezas prefabricadas o fundidas en sitio. Solo aplica para rampas peatonales y es apropiada para personas con movilidad reducida. El ancho puede variar de acuerdo con la disposición que se tenga de espacio para su ubicación, siendo el mínimo de 1,20 m para la maniobra de las personas con coches. Su ubicación es paralela al sentido longitudinal de la calzada.

Los elementos prefabricados, así como el detalle mismo de la rampa, son diseños para aceras estándar de bordillo de 0,20 m.

Consta de una rampa con pendiente máxima del 10% y una bahía con pendiente del 2%, con esorrentía hacia la calzada.

### **18.10.2. Materiales:**

Elementos prefabricados de concreto, concreto en sitio de 3000 p.s.i., Por diseño se recomienda incluir refuerzo mínimo longitudinal y estribos, según diseño de proyectista.

### **18.10.3. Acabados:**

Concreto liso en color natural.

### **18.10.4. Mantenimiento:**

Reemplazar en caso de rotura

## **18.11. RAMPA TIPO PAÑOLETA**

### **18.11.1. Descripción:**

Rampa monolítica producida mediante el uso del concreto, tanto en su desarrollo de la rampa como en los hombros anchos, todo fundido en sitio. Se aplica en rampas peatonales para el paso de personas con movilidad reducida, siempre y cuando las aceras cumplan con dimensiones en altura de 0,20 metros, cuyo desarrollo de rampa deberá tener una pendiente máxima de 10% y longitud de 2,00 metros. El ancho de la rampa puede variar de acuerdo a casos específicos.

### **18.11.2. Materiales:**

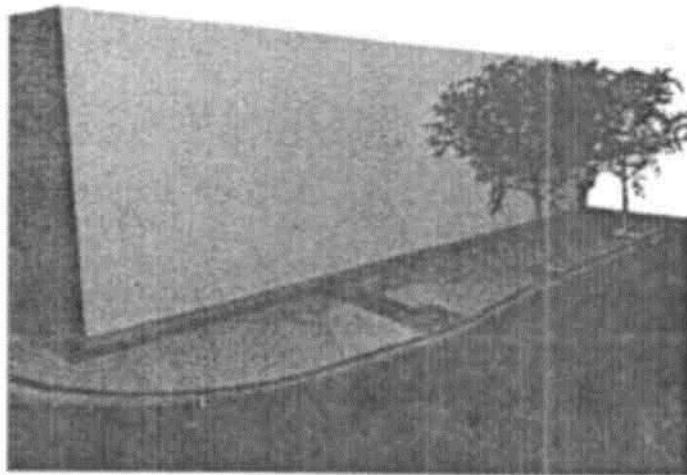
concreto en sitio de 3000 p.s.i., Por diseño se recomienda incluir refuerzo mínimo longitudinal y estribos, según diseño de proyectista.

### **18.11.3. Acabados:**

Concreto estampado en color natural.

### **18.11.4. Mantenimiento:**

No requiere de mantenimiento



## **18.12. CONTENEDOR DE RAÍCES**

### **18.12.1. Descripción:**

Contenedor de raíces de 0,96 m de ancho libre, que interactúa con el sistema de piezas prefabricadas. Su función es la de conducir y controlar el crecimiento de las raíces del árbol, para evitar su interferencia futura con los pavimentos y materiales de piso. Se utiliza en la siembra de las especies.

Con el fin de evitar que la tierra al interior del contenedor drene hacia el piso peatonal, esta deberá estar al menos 30 mm por debajo del borde del contenedor.

Cuando el diseño de espacio público integre el adoquín demarcador, éste debe localizarse entre el bordillo y el borde contenedor.

### **18.12.2. Materiales:**

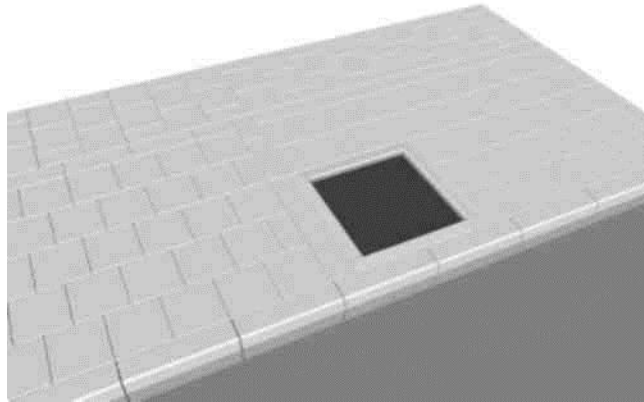
Bloque de concreto, Mortero de inyección, Mortero de pega y Refuerzo vertical.

### **18.12.3. Acabados:**

No queda a la vista.

### **18.12.4. Mantenimiento:**

No requiere de mantenimiento



## **18.13. POMPEYANO**

### **18.13.1. Descripción:**

Pompeyano, en el cual se ve aplicado el sistema de prefabricados. La rampa sobre calzada no debe superar el 12% en tanto su utilización es vehicular con paso peatonal en los extremos. Los radios de giro que delimitan el paso vehicular deben obedecer al establecido por perfil de diseño geométrico. Las piezas a utilizar en el área de circulación vehicular deben ser resistentes al tráfico propuesto.

El despiece que se muestra en la cartilla de detalle es un ejemplo de aplicación del sistema. Pueden proponerse despieces distintos siempre u cuando se respeten y aprovechen las características del sistema.

### **18.13.2. Materiales:**

Elementos prefabricados de concreto.

### **18.13.3. Acabados:**

Concreto a la vista.

### **18.13.4. Mantenimiento:**

Reemplazar en caso de rotura

## 18.14. TÓTEM 12 m.

### 18.14.1. Descripción:

Son elementos verticales que contienen información de diferente índole para los usuarios del Sistema Estratégico de Transporte Masivo. Se ubican en el separador central de la vía, cuando el acceso se hace por cruce semaforizado a nivel y en las plazoletas cuando el acceso se realiza a través de puentes peatonales. Los tótems se colocan sobre un pedestal de 0,70 metros y los que quedan sobre el separador central se deben ubicar en el centro del separador y en la "nariz del separador" o saliendo de la cebra, en el sentido opuesto al que queda la estación en caso de ser muy pequeño el espacio y en el sentido de la estación cuando hay suficiente espacio.

### 18.14.2. Materiales:

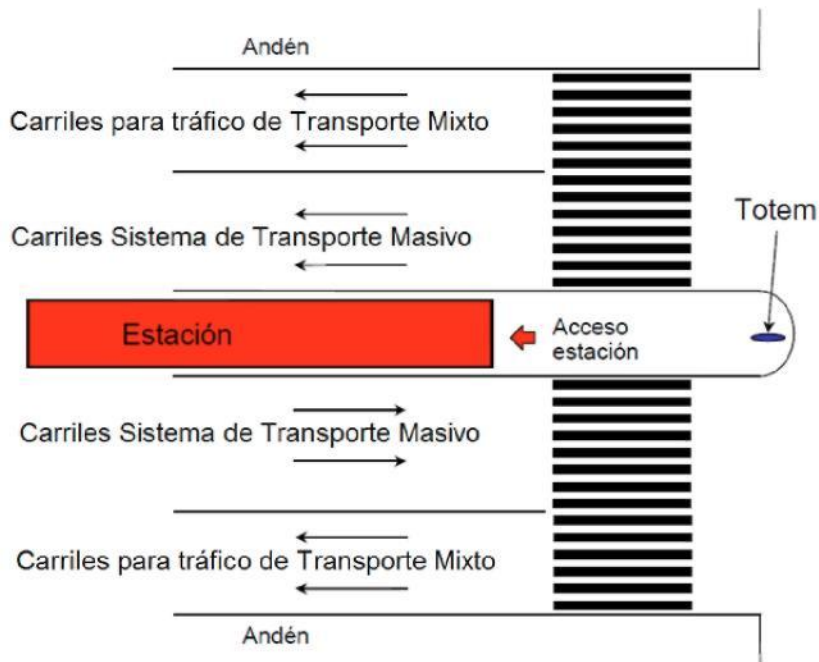
Pedestal en concreto reforzado, estructura principal en perfiles de acero y laminas de aluminio anodizado. Opcional la instalación de reloj.

### 18.14.3. Acabados:

Lamina de aluminio anodizado pintado.

### 18.14.4. Mantenimiento:

Lavado con agua a presión.



## 18.15 PILETA

### 18.15.1. Descripción:

La actividad consiste en la construcción de pila cuya dimensión total es de 0.90x0.50x0.50 con cimentación de mampostería, paredes de ladrillo rafo repelladas y pulidas exteriormente y afinadas interiormente con los accesorios indicados en planos para conectar el sistema de agua potable y alcantarillado sanitario. Los componentes antes mencionados se construirán de acuerdo a las especificaciones de elementos de concreto, refuerzos, paredes y acabados del FHIS. Las que deberá tener las dimensiones indicadas y colocarse de acuerdo a las líneas y niveles indicados en los planos.

### 18.15.2 Medición y Pago

Los costos por construcción de pilas y pileta se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

## 18.16 PARED DE BLOQUE DE 15 CMS REFORZADA

### 18.16.1. Descripción:

Este trabajo consistirá en la construcción de pared de bloque conformada por bloques de concreto rellenando sus agujeros con Hormigón 1:2:3, ligando con mortero de cemento en una proporción 1:4, y armada con 1 Varilla No.5 cada 40 Cms en sentido vertical y 1 No.3 a cada 2 Hiladas, en sentido horizontal. El mortero deberá mezclarse en bateas especiales, preferiblemente de madera, para que se consiga una mezcla homogénea y libre de impurezas. El mortero deberá colocarse en la base y en los lados de los bloques en un espesor no menor de 1.2 cm. -El concreto debe fabricarse sobre una superficie impermeable y limpia, haciéndose la mezcla en seco hasta lograr un aspecto uniforme, agregando después el agua en pequeñas cantidades hasta obtener un producto homogéneo y cuidando que durante la operación no se mezcle tierra ni impureza alguna, deberá tener la humedad estipulada en la proporción propuesta, que permita una consistencia plástica y trabajable a fin de llenar los huecos del bloque sin dejar cavidades interiores. Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón será colocado dentro de los 30 minutos siguientes de su mezclado. Se cuidará de mantener continuamente húmeda la superficie de los bloques rellenos de concreto durante los siete (7) días posteriores al vaciado. Toda la pared deberá ser construida a plomo de acuerdo con las dimensiones y líneas generales indicadas en los planos, uniéndose los bloques de concreto con el mortero. Ningún mortero seco podrá ser mezclado nuevamente y utilizado en la obra. Los bloques deben estar secos al momento de pegarlos con el mortero, en hileras perfectamente niveladas y aplomadas con las uniones verticales sobre el centro del bloque inferior, para obtener una buena adherencia. Todas las unidades de bloques que se tenga que cortar, deberá de ser realizado a plomo y escuadra, para asegurar un buen ajuste. Antes de su colocación el acero de refuerzo se limpiará de toda suciedad y óxido no adherente. Todas las barras de refuerzo se doblarán lentamente y en frío para darles la forma indicada en los planos. En ningún caso el traslape de las varillas No. 3 será menor de 30 cms por barra.

### 18.16.2 Medición y Pago

Los costos por construcción de pared de bloque de 15 cms reforzada se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..



### **18.17 CIELO ACUSTICO DE FIBRAS MINERAL**

Este trabajo consistirá en el Suministro e Instalación del Cielo Falso, conformado por paneles de fibra mineral y modulado de acuerdo a paneles de (0.60x1.20m) o menor , los mismos serán tipo Armstrong Ultima dB o similar los cuales irán montados sobre una perfilería metálica vista. (con el acabado acordado con el Gerente de Obras). La perfilería irá montado/encerrado en un marco metálico de acero elaborado con platinas de 2"x1/2" el cual ira fijado con los mismos separadores y pernos metálicos utilizados en la fijación de los cerramientos. También la perfilería metálica ira sustentada por medio de alambre galvanizado la cual a su vez ira fijado a la estructura de la estación misma, No se permitirá anclar o fijar estos a la cubierta. El supervisor autorizará la instalación de este tipo de cielo cuando se haya concluido los trabajos de albañilería que puedan mancharlo o deteriorarlo y que todas las instalaciones que queden sobre el cielo raso estén probadas y concluidas. La instalación se iniciará con el trazado de niveles en todas las paredes y/ó elementos adyacentes al sitio de colocación. Mediante tiza se marcarán los sitios donde se ubiquen los ángulos de borde de la estructura (siempre señalando la parte superior del ángulo) Con estos trazos se colocará una cuerda guía que ayude a verificar y controlar el nivel requerido. Se colocarán los ángulos de borde, los que serán sujetados por clavos de acero de 1/2" cada 40cms como máximo y siempre al final del material ó cuando haya cambios de dirección de las paredes. El alambre galvanizado #16 será sujeto de la estructura de techo para sustentar la estructura principal constituida por los perfiles "T" de mayor longitud: 12 pies (maestras) y luego seguir ensamblando las "T" de menor longitud: 4 pies.

Cuando se requiera cortes en la estructura se efectuará con tijera para metal. Realizada la sujeción y suspensión total de la estructura, se procederá a la verificación de niveles, escuadras y alineamientos. Se comprobará que los perfiles no hayan sido maltratados durante el proceso y de así ocurrir se procedería a su rectificación ó el reemplazo de ser necesario. Como última fase se colocarán las planchas de fibra mineral, las que simplemente son apoyadas sobre la estructura y fijadas con grapas superiores ocultas a la estructura metálica del cielo raso. Las querequieran de cortes se lo realizará manualmente con un arco y sierra de grano fino ó cuchilla, para luego limpiar y retirar el sobrante del material. Adicionalmente al proceso de instalación indicado anteriormente, se observará el manual de recomendaciones del fabricante, en cuanto a apoyos, instalación y demás actividades.

### **Partes Componentes**

- Placa cielo:

Placa no direccional (PND).

Placa multidireccional (PMD)

- Perfil Principal: 14mm ó 24mm x 3.05m (cara visible).

- Angulo de Borde: 14mm ó 24mm x 3.00m (cara visible).

- Perfil separador largo: 14mm ó 24mm x 1.22m (cara visible).

- Perfil separador corto: 14mm ó 24mm x 0.61m (cara visible).

### **Especificaciones Técnicas**

Dimensión: 2' x 2' (610 x 610mm) – 2' x 4' (610 x 1220mm)

Espesor: 1/2" ó 5/8"

Materialidad: Fibra mineral

Terminación borde: Recto en 90°

Tipo placa: PND (placa no direccional)

PMD (placa multidirección)

Materialidad perfilería: Aluminio, doble alma

Color: Blanco

### **Características**

- cumple con las normas internacionales de resistencia contra el fuego.

- Tiene un alto grado de absorción acústica teniendo un óptimo comportamiento en áreas de uso público y especialmente en recintos en que se requiere este tipo de aislación.

-

- Producto con tratamiento anti-humedad.
- No contiene asbesto.
- Instalación rápida y en seco.
- Cielo registrable.
- No requiere mantención.
- Modulación que permite la flexibilidad en el diseño.

#### **18.17.2 Medición y Pago**

Los costos por construcción de cielo acústico se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta..

### **18.18 REPELLO Y PULIDO**

#### **18.18.01 Descripción.**

La actividad consiste en la aplicación de repello hasta obtener un espesor de 2 cm, antes de aplicarlos se humedecerá el área hasta la saturación, se fijaran guías maestras verticales de (reglas de madera), se aplicara el mortero con fuerza sobre la superficie a repellar y se esparcirá con reglas de madera, una vez fraguado este mortero se le aplicara mortero del mismo tipo con planchuelas de madera, a fin de obtener un acabado aplomado, libre de ondulaciones e imperfecciones en las áreas acabadas. Posteriormente se aplicara sobre la pared repellada una capa de pasta pura de cemento - agua, hasta obtener una superficie lisa e impermeable, antes de aplicarlos se humedecerá el área hasta la saturación, y se aplicara la pasta con planchuelas de madera, a fin de obtener un acabado aplomado, libre de ondulaciones e imperfecciones en las áreas acabadas.

#### **18.18.2 Medición y Pago**

Los costos por construcción de repello y pulido se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.

### **18.19 Desmontaje de Adoquín**

#### **18.19.01 Descripción.**

La actividad consistirá en el desmontaje de adoquinado por medio de la utilización de mano de obra no calificada (peón y ayudante) y herramienta menor se desmontarán los bloques de adoquín existente para utilizarlos en otros espacios.

#### **18.19.2 Medición y Pago**

Los costos por desmontaje de adoquinado se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.

## **18.20 CRUCE DE SEMÁFOROS**

### **18.20 .01 Descripción.**

Cada ml de cruce de semáforos consistirá en ranurar, demoler y reponer el pavimento existente, excavar, suministrar y colocar 1 ml de ducto HDPE de 4" de diámetro, relleno con material selecto, relleno con material del sitio, base, subbase y demás actividades necesarias

#### **18.20.2 Medición y Pago**

Los costos por cruce de semáforos se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.

## **18.21 CRUCE DE HONDUTEL Y CABLERAS**

### **18.21 .01 Descripción.**

Cada ml de cruce de HONDUTEL Y CABLERAS consistirá en ranurar, demoler y reponer el pavimento existente, excavar, suministrar y colocar 16 ml de ducto HDPE de 4" de diámetro, relleno con material selecto, relleno con material del sitio, base, subbase y demás actividades necesarias

#### **18.21.2 Medición y Pago**

Los costos por cruce de semáforos se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.

## **18.22 DEMOLICIÓN DE PAVIMENTO ASFALTICO**

### **18.22.01 Descripción.**

Este trabajo consistirá en la demolición de la carpeta para pavimento asfáltico. Por medio de la utilización de mano de obra no calificada ( peón y ayudante) y equipo especializado como un compresor de aire con sus respectivas muletas y barrenos perforadores así como herramienta menor se demolerá el pavimento asfáltico existente con averías imposibles de corregir mediante productos asfálticos u otros procedimientos constructivos o por remodelaciones

#### **18.22.2 Medición y Pago**

Los costos por desmontaje de adoquinado se paga por precio unitario de acuerdo a los valores presentados en la lista de oferta.

Es importante que el contratista incluya dentro de sus costos, también lo siguientes conceptos que serán exigidos durante todo el proceso constructivo:

- a) Plan de Gestion Ambiental y Social
- b) Plan de Manejo de Tráfico
- c) Suministro e Instalación de lonas y cintas de aislamiento en Aceras y Medianas, incluye Malla Protectora h=1.80 m., Parales de tubo 2" hierro colado @ 2.40 m. dados de 0.40 x 0.20 m. y módulos de lámina lisa galvanizada de 2.4 x 1.80 m para pantallas de publicidad/portón (incluir fijación, bisagras, tornillos, etc.),., .Todo tramo donde se ejecuten trabajos tiene la obligación el contratista de tener obras de protección .
- d) Campamento