

Informe de Avance 3: Especificaciones Técnicas para la Intervención de los Puentes sobre el río Ciruelas y Salitral Diciembre, 2021



Preparado para:
CONAVI

Camacho Y Mora S.A.

INF-PC-20-14-391

1. Especificaciones Técnicas Puente y Accesos

1.1 NORMAS

Todos los trabajos por realizar y los materiales a utilizar en la obra deberán cumplir con las Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos, Carreteras y Puentes, CR-2010, las notas indicadas en los planos constructivos, así como con las siguientes publicaciones:

- Especificaciones Estándar para puentes de Carretera edición 17, A.A.S.H.T.O. 2002.
- Especificaciones para el Diseño de Puentes AASHTO LRFD, 8va edición, 2017.
- División 1-A Diseño Sísmico de A.A.S.H.T.O. 2002.
- Especificaciones Especiales del Proyecto
- Manual de Construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica MC-2002.
- Manual de Normas para la Colocación de dispositivos de seguridad para la protección del público en Obras Viales, de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito 1995.
- Manual de diseños estándar para la construcción de carreteras, caminos y puentes de Costa Rica (DE-2010) o última versión
- Manual CSV, guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras.
- Reglamento de Dispositivos de seguridad para la protección de Obras, según decreto 26041- CONAVI, Gaceta N° 103 del 30 de mayo de 1997.
- Control de Calidad de Materiales y procedimientos constructivos de conformidad con Disposición General N°-CM-002-97, del Área de Obras Públicas del CONAVI.
- Circulares de Ingeniería Hidráulica de la Administración Federal de carreteras de Estados Unidos, Departamento de transportes de los Estados Unidos e Instituto Nacional de Carreteras (NHI): HEC N°11, HEC N°14, HEC N°18, HEC N°20, FHWA HI-96-031, 1195, 3° edición, HEC N°20, FHWA HI-96-032, 1995, 2° edición, HEC N° 23, FHWA HI-97-030, 1997, HDS-1, HDS-2, HDS-4, HDS-5, entre otras.
- Código geotécnico de taludes y laderas de Costa Rica, Edición 2015.
- Código de cimentaciones de Costa Rica, 2° edición.
- Código Sísmico de Costa Rica, 2010.
- Lineamientos para el Diseño Sismoresistente de Puentes, 2013.
- Reglamentación técnica para diseño y construcción de urbanizaciones, condominios y fraccionamientos, del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, con fecha de Julio del 2007 o última versión vigente.
- Código de Instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificaciones, del Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, última versión vigente.

- Normas y diseños para la construcción de carreteras del ministerio de obras públicas y transportes, plan vial.
- Manual centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras con enfoque de gestión de riesgo y seguridad vial (SIECA, Edición 2011).
- Manual centroamericano de dispositivos uniformes para el control del tránsito (SIECA, 2014)
- -Tomo de disposiciones para la construcción y conservación vial MOPT-CONAVI, para control de calidad de materiales y procedimientos constructivos.
- Estándares para materiales y pruebas ASTM. Enumeradas a continuación y demás aplicables. Utilizar versión más reciente.

- Materiales y productos férreos:
 - ASTM A 123.** Especificaciones Estándar para capas de Zinc (galvanizado) en productos de Hierro y Acero
 - ASTM A 36.** Especificaciones Estándar para Acero al Carbono Estructural
 - ASTM A 499.** Especificación Estándar para Barras y Perfiles de Acero al Carbono, laminadas a partir de rieles "T".
 - ASTM A 500.** Especificación Estándar para Tubos Estructurales de acero al carbono sin costura y soldados conformados en frío, redondos y con formas
 - ASTM A 513.** Especificación Estándar para Tubos Mecánicos de Acero al Carbón soldados con Resistencia eléctrica
 - ASTM A 525.** Especificación Estándar para los Requisitos Generales para Recubrimiento de Zinc (Galvanizado) para láminas de acero
 - ASTM A 854.** Especificación Estándar para Cables para Cerca con recubrimiento Metálico Liso
 - ASTM A 615.** Especificación Estándar para barras de acero al carbono lisas y corrugadas para refuerzo del hormigón
 - ASTM A 706.** Especificación Estándar para Barras de Acero de Baja Aleación Lisas y Corrugadas para Refuerzo de Concreto

- Materiales y productos no férreos
 - ASTM B 209.** Especificación Estándar para Placas y Láminas de Aluminio y Aleaciones de Aluminio
 - ASTM B 221.** Especificación Estándar par Barras extruidas, Varillas, Alambre, Perfiles y Tubos de Aluminio y Aleaciones de Aluminio
 - ASTM B 449.** Especificación Estándar para Cromado en Aluminio

- Materiales cementicios, concreto, cerámica y mampostería.
 - ASTM C 1329.** Especificación estándar para cemento de Mortero
 - ASTM C 186.** Método de Ensayo Estándar para el Calor de Hidratación de Cemento Hidráulico

ASTM C 219. Terminología Estándar Relacionada al Cemento Hidráulico

ASTM C 226. Especificación Estándar para aditivos inclusores de Aire utilizados en la fabricación de Cemento Hidráulico con Inclusores e Aire

ASTM C 452. Método de Ensayo Estándar para determinar la Expansión Potencial de Morteros de Cemento tipo Portland Expuestos a Sulfatos

ASTM C 465. Especificación Estándar para Procesar Aditivos para su Uso en la Elaboración de Cemento Hidráulico

ASTM C 563. Guía Estándar para la Aproximación del Contenido Óptimo de SO₃ en Cemento Hidráulico

ASTM C150. Especificación Estándar para Cemento Portland

- Materiales y productos misceláneos.

ASTM D 1557. Método de Ensayo Estándar para la Determinación de las Características a Compresión del Suelo en Laboratorio Utilizando Esfuerzos Modificados (2700 kN-m/m³)

ASTM D 2049. Método de Ensayo Estándar para la Determinación de la Densidad Relativa de Suelos no Cohesivos (Actualizado a la ASTM D4253)

ASTM D 2397. Especificación Estándar para Emulsión Asfáltica Catiónica

ASTM D 977. Especificación Estándar para Asfalto Emulsificado

ASTM D 2995. Práctica Estándar para la Estimación de la Razón de Aplicación y la Razón de Aplicación Residual de Distribuidores Bituminosos

ASTM D 3042. Método de Ensayo Estándar para Determinación de Residuos Insolubles en Agregados de Carbonato

ASTM D 4280. Especificación Estándar para Marcadores Retroreflectivos Elevados de Vida Extendida para Pavimento (No removibles)

ASTM D 4791. Método de Ensayo Estándar para Partículas Planas, Elongadas o Planas y Elongadas en Agregado Grueso.

ASTM D 4956-09. Especificación Estándar para Laminado Retroreflectivo para Control de Tráfico

ASTM D 5711. Especificación Estándar para Finos Adherentes

ASTM D 5821. Método de Ensayo Estándar para la Determinación del Porcentaje de Partículas Fracturadas en el Agregado Grueso

ASTM D 6938. Método de Ensayo Estándar para Determinar la Densidad y Contenido de Agua en Suelos y Agregados en Sitio mediante Métodos Nucleares

- Estándares para materiales y pruebas AASHTO. Enumerados a continuación y demás aplicables. Utilizar versión más reciente.
- Especificaciones para Materiales

AASHTO M 43. Especificación Estándar De Tamaños de Agregado para Construcción de Vías y Puentes

AASHTO M 140. Especificación Estándar para Asfaltos Emulsionados

AASHTO M 145. Especificación Estándar para la Clasificación de Suelos y Agregados de Mezcla de Suelo para Construcción de Autopistas

AASHTO M 147. Especificación Estándar para Materiales para Agregados de Subbases, Bases

AASHTO M 170M. Especificación Estándar para Alcantarillas, Pozos de Drenaje y Tuberías de Concreto Reforzado.

AASHTO M 176. Especificación Estándar para Tubería de Concreto Poroso

AASHTO M 181. Especificación Estándar para Cercas de Malla Metálica

AASHTO M 195. Especificación Estándar para Agregados Ligeros para Concreto Estructural

AASHTO M 208. Especificación Estándar para Asfalto Catiónico Emulsionado

AASHTO M 225M. Especificación Estándar para Cable de Acero Deformado Para Concreto Reforzado

AASHTO M 226. Especificación Estándar para Cemento Asfáltico

AASHTO M 259. Especificación Estándar Para Alcantarillas, Pozos y Drenajes de Secciones Prefabricadas de Concreto en Forma de Cajón

AASHTO M 273M. Especificación Estándar Para Alcantarillas, Pozos y Drenajes de Secciones Prefabricadas de Concreto en Forma de Cajón con menos de 2 pies de cobertura sometidas a cargas vehiculares

AASHTO M 279. Especificación Estándar para Mallas con Cubierta Metálica para cercas

AASHTO M 280. Especificación Estándar para Alambre de Púas con Cubierta Metálica

AASHTO M 284M. Especificación Estándar para Barras de Refuerzos recubiertas con Epóxico

AASHTO M 300. Especificación Estándar para Base de Imprimación de Zinc Inorgánico

AASHTO M 305. Especificación Estándar para Cable de Acero y Accesorios para Barreras en la Vía /M30)

AASHTO M 31M. Especificación Estándar para Barras Lisas y Deformadas de Carbón y Acero de Baja Aleación utilizadas para Concreto Reforzados

AASHTO M 32M. Especificación Estándar para el Ensayo de Cables de Acero Lisos para Concreto Reforzado

AASHTO M 54M. Especificación Estándar para Rejillas de Barras de Acero Deformadas y Soldadas para Concreto Reforzado

AASHTO M 55M. Especificación Estándar para Refuerzo de Cables de Acero Soldados (malla)

AASHTO M 6. Especificación Estándar para Agregados Finos para Concreto de Cemento Hidráulico

AASHTO M 247. Especificación Estándar Para Esferas de Vidrio Utilizadas en la señalización del Pavimento.

AASHTO M 80. Especificación Estándar para Agregado Grueso utilizado en Concreto de Cemento Hidráulico

- Especificaciones para Métodos de Ensayo

AASHTO T 104. Método de Ensayo Estándar para estimar Resistencia a la Desintegración, por Uso de Sulfato de Sodio o Sulfato de Magnesio, del Agregado

AASHTO T 105. Método de Ensayo Estándar para el Análisis Químico de Cemento Hidráulico

AASHTO T 106. Método de Ensayo Estándar para la Estimación de la resistencia a la compresión del Mortero de Cemento Hidráulico

AASHTO T 107. Método de Ensayo Estándar en Autoclave para la Determinación de la Expansión de Cemento Hidráulico

AASHTO T 11. Método de Ensayo Estándar para Materiales más fino que 75 µm

AASHTO T 112. Método de Ensayo Estándar para Grumos o Terrones de Arcilla y Partículas Friables en Agregados

AASHTO T 119. Método de Ensayo para el Revenimiento del Concreto de Cemento Hidráulico

AASHTO T 127. Método de Ensayo para muestro del Cemento Hidráulico

AASHTO T 131. Método de Ensayo Estándar para la Estimación del Asentamiento del Cemento Hidráulico con la aguja Vicat

AASHTO T 137. Método de Ensayo Estándar para la Estimación del Contenido de Aire en el Mortero de Cemento Hidráulico

AASHTO T 153. Método de Ensayo Estándar para la Fineza del Cemento Hidráulico con Permeabilidad de Aire

AASHTO T 154. Método de Ensayo Estándar para el Tiempo de Asentamiento de Pasta de Cemento Hidráulico con agujas Gillmore

AASHTO T 166. Método de Ensayo Estándar para la Estimación de la Gravedad Específica de Mezcla Asfáltica Caliente utilizando Especímenes Saturados con Superficie Seca

AASHTO T 180. Método de Ensayo Estándar para la Relación de Densidad y Humedad de Suelos

AASHTO T 186. Método de Ensayo Estándar para la Rigidización Rápida de Cemento Hidráulico

AASHTO T 19 M. Método de Ensayo Estándar para la Estimación de la Densidad y Vacíos en el Agregados

AASHTO T 193. Método de Ensayo Estándar para el CBR

AASHTO T 209. Método de Ensayo Estándar para la Estimación de la Gravedad máxima y la Densidad de la Mezcla Asfáltica Caliente

AASHTO T 210. Método de Ensayo Estándar para la Estimación del Índice de Durabilidad del Agregado

AASHTO T 224. Método de Ensayo Estándar para la Corrección de Partículas Gruesas en la Compactación del Suelo.

AASHTO T 236. Método de Ensayo Estándar para la Estimación del Cortante Directo del Suelo no Consolidado Drenado

AASHTO T 269. Método de Ensayo Estándar para la Estimación de vacíos en Mezclas de Asfalto Densas y Abiertas

AASHTO T 27. Método de Ensayo para el Tamizaje de Agregados Finos y Gruesos

AASHTO T 288. Método de Ensayo Estándar para la Determinación de la Resistencia Mínima del Suelo en Laboratorio

AASHTO T 289. Método de Ensayo Estándar para Determinación del pH en Suelos para uso en Pruebas de Corrosión

AASHTO T 290. Método de Ensayo Estándar para la Determinación del Contenido de Iones de Sulfato Solubles en Suelos

AASHTO T 291. Método de Ensayo Estándar para la Determinación del Contenido de Iones de Cloruro Solubles en Suelos

AASHTO T 310. Especificación Estándar para Métodos de determinación de Humedad y Densidad en Suelos por Métodos Nucleares

AASHTO T 89. Método de Ensayo Estándar para determinar Límites Líquidos en Suelos

AASHTO T 90. Método de Ensayo Estándar para determinar Límites Plásticos en Suelos

AASHTO T 96. Método de Ensayo Estándar para determinar la Resistencia a la Degradación de Agregados Gruesos de Tamaño Pequeño en la Máquina Los Ángeles

AASHTO T 99. Método de Ensayo Estándar para Determinar la Relación de Densidad y Humedad del Suelo utilizando el Pisón de 2.5 kg

1.2 APLICACIONES DEL PROYECTO

El contratista no podrá hacer modificaciones al proyecto ni a las recomendaciones de la construcción indicadas en el mismo, sin la autorización expresa de la supervisión. Las etapas constructivas contempladas para el proyecto definitivo podrán ser modificadas en su secuencia de ejecución y podrán implementarse varias de ellas simultáneamente, previa aprobación de la supervisión.

1.3 LIMPIEZA Y DESMONTE.

EJECUCIÓN: La labor de limpieza y desmonte deberá realizarse de acuerdo con las normas de seguridad vigentes y no debe poner en riesgo la seguridad de los usuarios de la vía ni de los trabajadores del proyecto.

Dentro de los límites del área de limpieza se eliminarán árboles, matorrales, madera tumbada y otra vegetación. Los árboles se cortarán evitando que caigan en propiedad privada, en taludes los troncos se cortarán debajo a nivel de la rasante final. En áreas fuera de la excavación, en terraplenes y límites de redondeo de taludes, se cortarán los troncos a menos de 150 mm sobre el nivel del terreno. Además, se podarán las ramas de árboles que sobresalgan sobre la calzada y espaldones de la carretera, para que quede una altura libre de 6 m. Los daños a los árboles deben ser tratados con recubrimiento de protección especial.

El desmonte se efectuará hasta una profundidad suficiente para remover raíces, troncos enterrados, musgo, césped y otros escombros vegetales. Se realizará en todas las áreas por excavar (excepto en áreas de redondeo de taludes de corte) y en las áreas de terraplenado. Los hoyos de los troncos y otros que resulten del desmonte, se rellenarán con material adecuado hasta el nivel del terreno en sus alrededores.

PROVISIÓN: Este trabajo consiste en el desmonte, tala, remoción y eliminación de toda la vegetación y desechos dentro de los límites del proyecto o indicados por el Contratante, excepto los elementos que permanezcan en su lugar, según criterio del Contratante, o que deban ser eliminados de acuerdo con otras secciones de estas Especificaciones.

1.4 SEÑALIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL TRÁNSITO.

EJECUCIÓN: Se conservará en buenas condiciones de ruedo las secciones del proyecto que estén siendo utilizadas para el tránsito de usuarios, por lo que se le dará un mantenimiento satisfactorio aprobado por la Inspección. Los caminos, aceras y desvíos relacionados a la obra también se deberán mantener en condición segura y aceptable. Los gastos relacionados al mantenimiento del tránsito sobre el tramo tratado serán por cuenta del Contratista. El tráfico se acomodará con un plan de control de tráfico que cumpla con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, la Sección 635 del CR-2010, y esta Sección, el cual debe ser facilitado a la Inspección previo a su uso. Se deben tomar en cuenta las limitaciones en las operaciones de construcción expuestas en la sección 156.06 del CR-2010 en caso de que la carretera esté abierta al público durante la ejecución de las obras.

Antes de la aceptación final del proyecto, el Contratista retirará todo el equipo, instalaciones provisionales, materiales no usados o inservibles, escombros, etc., y reparará o reemplazará de manera aceptable las cercas u otras propiedades públicas o privadas que hayan sido dañadas debido al trabajo. Asimismo, conformará a satisfacción de la Inspección todas las irregularidades en el terreno que sean producto de la

construcción del proyecto, tanto en propiedades públicas como privadas y también limpiará las obstrucciones en cauces, desagües y acequias causadas por el trabajo.

PROVISIÓN: Se deberá asegurar un tránsito fluido y seguro de los usuarios de la carretera durante la ejecución del proyecto. El Contratista, deberá mantener por su cuenta señales permanentes aceptadas por la Inspección, tanto de día como de noche, para prevenir cualquier peligro o dificultad para el tránsito. También se obliga a colocar por lo menos dos (2) rótulos informativos del proyecto, cuyas dimensiones mínimas serán de 4,50 m. por 2,50 m, con la leyenda, tamaño de letra, logotipo y ubicación aprobados por la Inspección.

1.5 TOPOGRAFÍA.

EJECUCIÓN: Todas las anotaciones de campo y la documentación de soporte son propiedad del Contratante hasta la conclusión del proyecto. Antes de iniciar la topografía, debe acordarse con la Inspección 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. Formulario para anotaciones de campo
- g. Cantidades de pago
- h. Cualesquiera otros procedimientos y controles necesarios para el trabajo.

Se informará a la Inspección sobre cualquier línea, punto de control o estacas que se hayan perdido y El Contratante restablecerá todos esos elementos antes del inicio. 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 a la Inspección.

La topografía y los controles que se establezcan deberán estar dentro de las tolerancias mostradas en la siguiente tabla, el trabajo no se podrá iniciar hasta que el estacado haya sido aceptado por la Inspección. Sin embargo, su aprobación no releva al Contratista de la responsabilidad de corregir los errores (y costo asociado) descubiertos durante el trabajo.

*Especificaciones Técnicas Rehabilitación Puentes sobre los
Ríos Ciruelas y Salitral RN No.27*

Fase del estacado	Horizontal	Vertical
Puntos de control	1:10 000	± 5 mm
Puntos de la línea de centro (1) (PC), (PT), (POT), y (POC), incluyendo las referencias	1:5 000	± 10 mm
Otros puntos de la línea de centro	± 50 mm	± 100 mm
Puntos de las secciones transversales y estacas de talud (2)	± 50 mm	± 100 mm
Referencias de las estacas de talud (2)	± 50 mm	± 20 mm
Estructuras de alcantarillas, cunetas y drenaje menor	± 50 mm	± 20 mm
Muros de retención	± 20 mm	± 10 mm
Subestructura de puentes	1:5 000 NTE (3) ± 20 mm	± 10 mm
Superestructura de puentes	1:5 000 NTE (3) ± 20 mm	± 10 mm
Límites de limpieza y desbosque	± 500 mm	± 10 mm
Estacas de acabado de la subrasante de la carretera	± 50 mm	± 10 mm
Estacas de acabado de la rasante de la carretera	± 50 mm	± 10 mm

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 mojones.

PROVISIÓN: Se deberán utilizar cuadrillas de topografía técnicamente calificadas y capaces de cumplir con la precisión requerida. Además, el equipo e instrumentos deben ser los aptos para obtener las tolerancias especificadas. También, los materiales como herramientas, suministros y estacas deberán ser del tipo y calidad normalmente utilizados en topografía y el uso específico propuesto. Las estacas tendrán suficiente longitud para estar firmemente empotradas en el terreno y contener las anotaciones necesarias de manera legible.

1.5.1 *Requerimientos para 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 mediante fichas técnicas.
- b. *Secciones transversales.* Las secciones transversales deben ser tomadas normalmente en la línea de centro. El espaciamiento de las secciones transversales en la línea de centro no debe exceder 20 metros. Deben tomarse secciones transversales adicionales en los quiebres topográficos y en los cambios de la sección típica. Para cada sección transversal deben medirse y registrarse todos los quiebres topográficos, al menos cada 5 metros. Deben medirse y registrarse puntos al menos en las pendientes anticipadas y puntos de referencia. Todas las distancias entre las secciones transversales deben reducirse a distancias horizontales de la línea de centro.

- c. *Estacas de talud y referencias.* Las estacas de talud y las de referencia deben colocarse a ambos lados de la línea de centro, en las mismas ubicaciones de las secciones transversales. Las estacas de talud deben colocarse como el punto real de intersección de la gradiente de diseño de la carretera con la línea del terreno natural. Las referencias de las estacas de talud deben ubicarse fuera de los límites 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. Deben tomarse los datos de las secciones transversales de la vía entre la línea de centro y la nueva estaca de talud. Deben establecerse referencias adicionales aún en el caso de que se hayan dado puntos de referencia iniciales.
- d. *Límites de la limpieza, chápea y destronque.* Los límites de limpieza, chápea y destronque deben señalarse a ambos lados de la línea de centro, en las ubicaciones de las secciones transversales de la vía.
- e. *Remarcación de la línea de centro.* La línea de centro debe marcarse con instrumento desde los puntos de control. El espaciamiento entre los puntos de la línea de centro no debe de exceder 20 metros. La línea de centro debe ser restablecida tantas veces como sea necesario para la construcción de la obra.
- f. *Estacas de acabado.* Las estacas de acabado deben colocarse de conformidad con las elevaciones de la gradiente y el alineamiento horizontal, en la línea de centro y en cada espaldón de la carretera, en los mismos sitios en que fueron tomadas las secciones transversales. Estas estacas deben señalar el nivel superior de la subrasante y el de cada una de las capas de agregados.

Cuando se construyan áreas de giro, las estacas se colocarán en la línea de centro, sobre cada uno de los espaldones normales de la vía, y en el espaldón del área de giro. Deben colocarse estacas en todas las cunetas que serán revestidas.

El espaciamiento máximo entre estacas en cualquier dirección es de 20 metros. Deben usarse estacas de referencia para cada una las estacas de trabajo. Las estacas de acabado deben restablecerse tantas veces como sea necesario

durante la construcción de la subrasante y de cada una de las capas de agregado.

- g. *Estructuras de drenaje.* Deben colocarse estacas en las estructuras de drenaje para que se ajusten a las condiciones del campo. Si la ubicación de las estructuras difiere de los planos se efectuará lo siguiente:
 - Levantar y anotar el perfil del terreno a lo largo de la línea de centro de la estructura.
 - Establecer la pendiente en los puntos de entrada y salida de la estructura.
 - Fijar los puntos de referencia y anotar la información necesaria para determinar el largo de la estructura y las obras que deben ejecutarse al final de ésta.
 - Estacar las zanjas o gradientes necesarias para hacer funcional la estructura.
 - Trazar el perfil a lo largo de la línea de centro de la estructura para mostrar el terreno natural, la línea de flujo, la sección de la vía y la estructura misma.
 - Someter el plano con el diseño de campo de la sección transversal de la estructura a la aprobación del -Contratante de la longitud y alineamiento finales.
- h. *Muros de retención.* Se anotarán las mediciones del perfil a lo largo de la cara del muro propuesto y a 2 (dos) metros frente de la superficie de éste. Cada 5 (cinco) metros, a lo largo de la longitud del muro y en todos los quiebres mayores del terreno, se tomarán secciones transversales dentro de los límites designados por el contratante. Para cada sección transversal, se medirán y registrarán puntos cada 5 (cinco) metros, así como para todos los quiebres del terreno. Se establecerán referencias adecuadas y puntos de control horizontal y vertical.
- i. *Sítios 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.
- j. *Mojones.* Se efectuarán todas las mediciones y estacados necesarios para registrar los mojones.
- k. *Topografía miscelánea y estacado.* Se efectuarán todas las mediciones topográficas, estacados y registro de datos esenciales para establecer los esquemas, control y medición de los siguientes elementos, cuando sea aplicable:

- Capa de suelo vegetal que debe removerse.
- Desperdicios.
- Caminos de acceso.
- Cunetas especiales.

I. *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 (k) 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.

1.6 CONTROL DE CALIDAD.

EJECUCIÓN: Todas las Constancias de Calidad deben ser referidas a las bitácoras de muestreo, además deben reportar los ensayos de todas las muestras tomadas de acuerdo con el Plan de Control de Calidad del Contratista (CCC) y las fechas de su ejecución. La Inspección tendrá acceso directo a las memorias de cálculo del organismo de ensayo, que dieron origen a los resultados de laboratorio. El Contratista deberá entregar su Plan CCC para ser revisado por la inspección, a más tardar 15 días después de recibir la orden de inicio.

PROVISIÓN: La calidad de los materiales, productos y procesos del trabajo contratado es responsabilidad exclusiva del Contratista, este debe suministrar a la Inspección las constancias de calidad de estos. También se designará un Consultor de Calidad como responsable de la llevar a cabo la gestión de control de calidad. Dicha gestión será respaldada mediante las constancias de calidad generadas a partir de las pruebas pertinentes realizadas por uno o más organismos de ensayo debidamente aceptados por la Inspección, que apoyan la labor del Consultor de Calidad. El Contratista debe designar un Consultor de Calidad, el cual puede ser una persona física o jurídica con competencia técnica para llevar a cabo la gestión de control de calidad requerida.

Se permitirá que la construcción comience solamente después de la aceptación del Plan de CCC o la aceptación de un plan interino aplicable a la característica particular del trabajo empezado. El Plan CCC incluirá, como mínimo, lo siguiente:

- a. Una descripción de la organización del control de calidad del proyecto.
- b. El nombre, aptitudes (en formato de curriculum), deberes, responsabilidades y autoridades de la persona asignada como responsable del CCC.

- c. Procedimientos para la programación, revisión, certificación y manejo de presentación de certificados de calidad de materiales aportados por subcontratistas, fabricantes, proveedores y agentes compradores.
- d. Control, verificación y aceptación de procedimientos para cada prueba específica que incluya el nombre de la prueba, párrafo de especificación que requiera la prueba, característica del trabajo sometido a la prueba, frecuencia de la prueba y persona responsable de la misma. El laboratorio encargado de realizar las pruebas deberá estar certificado ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA) en las pruebas atinentes. En caso de pruebas que no están acreditadas a nivel nacional, aportar la información que demuestre este hecho.
- e. Procedimiento para seguimiento de las fases de control: preparatoria, inicial y continuación; y de control, verificación y aceptación de pruebas incluyendo la documentación.
- f. Procedimientos para seguimiento de deficiencias de la construcción desde la identificación hasta la acción correctiva aceptable. Estos procedimientos establecerán una verificación de que las deficiencias identificadas han sido corregidas.
- g. Procedimientos para reportar, incluyendo propuesta de formatos para reportar.

1.7 CUIDADOS MEDIOAMBIENTALES.

EJECUCIÓN: El Contratista deberá tomar todas las acciones necesarias para proteger el medio ambiente en todo momento en el emplazamiento y sus alrededores, cumpliendo en su totalidad con las normas ambientales vigentes y, en caso de que exista, las estipulaciones de la viabilidad ambiental del proyecto. El Contratista hará lo posible por preservar árboles, vegetación, flora en tierra y marina y similares, tanto si es requerido (se cumplirá la solicitud) o no. El Contratista buscará minimizar el incremento de turbiedad de las aguas como resultado de sus actividades. Cualquier depósito de material que se haga, será en un botadero apropiado para el material que se deposite (cuenta con todas las licencias requeridas por las autoridades competentes).

1.8 APLICACIÓN DE AGUA PARA CONTROL DE POLVO.

EJECUCIÓN: Debe proveerse un suministro de agua y el riego cuando sea necesario a cualquier hora (incluye noches, fines de semana y períodos de no trabajo) para el control del polvo. El agua debe aplicarse uniformemente usando distribuidores del tipo de presión, con tubería equipada con sistemas de rocío o boquillas. Debe controlarse el polvo dentro de los límites de la construcción a todas horas mientras el proyecto esté abierto al tránsito del público. Cuando no está abierto al tránsito del público, debe controlarse el polvo en las áreas del proyecto en donde existan viviendas habitadas en la vecindad, negocios y desvíos aprobados activos, habilitados para el proyecto. El plan de control de polvo deberá ser aprobado por la Inspección.

1.9 ELIMINACIÓN DE ESTRUCTURAS, SERVICIOS EXISTENTES Y OBSTÁCULOS.

EJECUCIÓN: Se debe recoger de la zona del derecho de vía basura, desperdicios, escombros y materiales extraños desecho o no, que no pertenezca al derecho de vía. Se deben trasladar a sitios autorizados donde no sean arrastrados por el sistema de drenaje y no afecten el medio ambiente ni la vía; en ningún caso se permitirá la incineración de las basuras, de conformidad con las respectivas normativas ambientales vigentes. También se debe identificar y remover estructuras dentro del derecho de vía, para los cuales se debe informar y coordinar con el Departamento de Inspección Vial y Demoliciones, de la Dirección de Ingeniería de la Dirección de Obras Pública, del MOPT. Por último, se deberá verificar que no haya elementos que obstruyan la vía.

- *Material recuperado:* se deberán recuperar, con razonable cuidado, todos los materiales indicados por el Contratante o la Inspección. Se deberán reponer todas las piezas que sean dañadas o perdidas durante la recuperación.
- *Material removido:* puentes, pavimentos y otras estructuras para desagüe que estén en servicio para el paso no deberán ser removidos sin proveer antes arreglos y facilidades para no interrumpir el tránsito. A no ser que la Inspección lo disponga, los cimientos de las estructuras existentes deberán ser demolidos hasta el fondo natural o lecho del río o arroyo y las partes de la subestructura que se encuentren fuera de la corriente, se demolerán hasta por lo menos 0,50 m por debajo de la superficie natural del terreno.
- *Material de desecho:* Se debe disponer de los escombros y del material con los procedimientos para cada tipo de desecho y los permisos pertinentes. Cuando sea económica y prácticamente factible, el material debe ser reciclado.

PROVISIÓN: Este trabajo consiste en la remoción y eliminación de construcciones, vallas, estructuras, pavimentos, tuberías abandonadas, alcantarillas, aceras y otras obstrucciones indicados en los planos constructivo o requeridos por la Inspección. Incluye además la recuperación de estructuras designadas para ser utilizadas en otro sitio. La eliminación de todos los desechos sólidos deberá cumplir las normas ambientales vigentes.

1.10 EXCAVACIÓN Y TERRAPLENADO.

EJECUCIÓN: Todo material que se obtenga de una excavación y que cumpla con los requisitos de aceptación deberá ser utilizado, hasta donde sea factible, en: rellenos, construcción de terraplenes y pedraplenes, subrasantes, espaldones, taludes, así como para otros fines que se muestren en los planos o sean ordenados por la Inspección. En caso de que se presente algún descubrimiento de restos arqueológicos, sitios de asentamiento humanos antiguos, reliquias fósiles y otros objetos de interés histórico arqueológico y paleontológico, durante la excavación, el Contratista deberá atender lo indicado en la Subsecciones 108.02 Protección y restauración de la propiedad y del paisaje, 111.02 Campamentos, plantas y manejo de materiales, 111.03 Explotación de

sitios de préstamos, 111.04 Botaderos, 111.05 Precauciones durante los trabajos del CR-2010.

- *Excavación de la vía:* Durante la construcción de la carretera, la explanada deberá mantenerse en una condición tal, que asegure el buen drenaje de esta en todo momento. La tierra vegetal procedente de la excavación de la vía y de las áreas de la fundación de los terraplenes y pedraplenes, deberá ser conservada cuando así lo instruya la Inspección. Cuando se realice la excavación de la vía, no se deberá afectar el material ni la vegetación existente fuera de los límites de la construcción y el Contratista tomará todas las precauciones adecuadas para no disminuir la resistencia del terreno no excavado ni afectar negativamente su estabilidad.

Al final de cada día de operación, se deberá conformar y compactar las superficies trabajadas, darles un acabado con un mínimo de 2% de gradiente transversal, construir drenajes adecuados y eliminar todos los puntos bajos donde pueda retenerse agua. La superficie final de los cortes en tierra será escarificada hasta una profundidad de 150 mm debajo de la subrasante, para conformarla debidamente dentro de los límites de la corona de la vía (sección transversal de la vía) y luego compactar de acuerdo con la Subsección 204.12 Proceso de compactación del CR-2010. Los cortes en roca serán excavados hasta 150 mm por debajo de la subrasante del proyecto, para conformar la superficie debidamente dentro de los límites de la corona de la subrasante

- *Subexcavación:* Cuando se encuentre material inadecuado bajo el nivel de subrasante o en la fundación donde se construyen los terraplenes o pedraplenes u otras obras del proyecto, dentro de los límites mostrados en los planos o indicados por la Administración, se realizará una subexcavación para sustituir el material original.
- *Material de préstamo:* No podrá colocarse material de préstamo, hasta que se haya usado todo el material adecuado proveniente de la excavación de la vía, salvo que sea permitido por la Inspección, con su debida justificación técnica. El material de préstamo deberá cumplir con las especificaciones indicadas en los planos constructivos y estas especificaciones técnicas. El Contratista deberá notificar a la Inspección, con suficiente anticipación, el material de préstamo que desea utilizar, ya que debe ser analizado y aprobado.
- *Construcción de terraplenes:* Previo al inicio de la construcción de los terraplenes, el Contratista deberá contar con los ensayos requeridos que demuestren el cumplimiento y aprobación por parte de la Inspección de todos los materiales a utilizar. Se deberá contar con diseños que incluyan las condiciones requeridas para la fundación, que igualmente deberán estar previamente aprobados por la Inspección.
- *Preparación de la fundación:* Si se identifican zonas con suelos no adecuados en la superficie de fundación del terraplén o pedraplén, el Contratista deberá

removerlos, ejecutando estos trabajos con cargo al renglón de pago de subexcavación. Las áreas subexcavadas y otras depresiones, se rellenarán mediante la colocación de capas de material que cumpla con las especificaciones indicadas.

Si la fundación para la construcción del relleno (terraplén) es sobre una ladera, se cortarán bancos o escalones (terrazas). Si en el nivel de fundación se determina la posible afectación por afloramiento de aguas, se deberá construir un sistema de drenajes para evacuar las aguas. El Contratista presentará a la Inspección para su aprobación, las medidas correctivas para resolver el problema.

Las capas de material para terraplenes deberán ser procesadas y extendidas (revueltas para lograr la homogeneidad) y no deben exceder un espesor compactado de 300 mm. No se debe permitir la colocación de una capa posterior, hasta que la capa actual sea verificada y aceptada por la Inspección, mediante los ensayos de compactación. Su pendiente longitudinal no podrá ser menor al 3%, esto con el fin de asegurar la salida rápida y eficiente del agua recolectada.

- *Proceso de compactación:* Antes de realizar los trabajos de compactación es necesario verificar el estado de conservación de las edificaciones adyacentes a la vía, ya que pueden afectarse por las vibraciones de este proceso. El proceso de compactación se hará según el tipo de material utilizado, pero al menos deberá atender lo siguiente:

- Tramo de prueba: El proceso de compactación para cada tipo de material a utilizar se deberá establecer mediante un tramo de prueba con una longitud no menor a 200 metros, para cada tipo de material utilizado. El tramo de prueba se ejecutará sólo con material que cumplan las especificaciones técnicas establecidas. El proceso para el desarrollo del tramo de prueba será determinado por la Inspección.
- Compactación de terraplenes: Previo al inicio del proceso de compactación se deberá eliminar todo material con sobre tamaño respecto de lo especificado. Cada capa de material será colocada de acuerdo con la Subsección 204.11 Construcción de terraplén del CR-2010, sujeto a aprobación de la Inspección. El proceso de compactación debe atender lo establecido en el tramo de prueba, sin embargo, las capas no deben tener un espesor menor a 100 mm compactados ni exceder 300 mm compactado.

El material colocado en todas las capas del terraplén de material escarificado en los tramos en corte se deberá compactar según indicado por la Inspección. La densidad y el contenido de humedad en el sitio se deberán determinar de acuerdo con el ensayo AASHTO T 310 (ASTM D-

6938) u otros procedimientos de ensayo, según se indica en la Subsección 204.20 del CR-2010.

- *Control de compactación:* El control de compactación se hará según corresponda el tipo de relleno, terraplén, u otros. Es necesario, para asegurar la validez de la anterior evaluación, que el material no esté cerca del estado de saturación ni seco, de ahí que es un requisito que el contenido de humedad del material debe estar en un rango de $\pm 2\%$ de la humedad óptima del Proctor Modificado, AASHTO T-180.

El material colocado en todas las capas del terraplén y el material escarificado en los tramos en corte se deberá compactar por lo menos al 95% de la densidad máxima. La densidad y el contenido de humedad en el sitio se deberán determinar de acuerdo con AASHTO T-238 y AASHTO T-239.

Cuando se encuentren suelos residuales que no sean altamente arcillosos, que presentan en su condición natural una alta humedad, se recomienda medir la resistencia del suelo según la norma ASTM D 6951, o cualquier otro método calibrado y aprobado por la Inspección, que permita determinar la resistencia del relleno compactado con este suelo. El valor de la resistencia será el definido por la Inspección a través el diseño de la estructura del pavimento.

- *Construcción de zanjas temporales:* La construcción de zanjas cuyo fin es drenar las aguas de los cortes, deberán ajustarse al alineamiento, gradiente y sección transversal cuando estén indicadas así en los planos del proyecto, además deberán quedar sin que sobresalgan raíces, troncos, rocas o deformaciones similares, para asegurar el buen flujo del agua. El costo de estas obras será asumido por el Contratista. Las zanjas que se requieran al pie del talud se excavarán de forma que el terreno afectado no pierda su resistencia y estabilidad. La zanja se mantendrá abierta el tiempo mínimo indispensable.
- *Construcción de taludes:* Todos los taludes de tierra se deberán dejar de acuerdo con los diseños indicados en los planos, evitando la descompresión prematura o excesiva de su pie, esto de acuerdo con la Sección 157 Control de la erosión del suelo y la División 250 Refuerzo de taludes y muros de retención del CR - 2010, según sea el caso, los diseños y lo indicado por la Inspección al respecto. Se deberá proveer superficies uniformes sin quiebres notables vistos desde la vía. Excepto en roca sólida, se redondearán las partes superior e inferior de todos los taludes.
- *Conformación de taludes:* 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 las intersecciones de taludes (por corte o naturales) con rellenos (terraplenes o pedraplenes), los terrenos se acomodarán en los planos horizontal y vertical a fin de fundirse el uno con el otro.

- *Acabado de superficies:* Se dará un acabado a las superficies de la vía con una tolerancia de ± 20 mm del nivel de rasante especificado en el Contrato y las superficies de roca, dentro de ± 30 mm de la línea y rasante estaqueadas. Se debe construir la sección transversal de las cunetas dentro de ± 30 mm de la línea y rasante estaqueadas. Se debe mantener un drenaje superficial adecuado. El acabado de la subrasante deberá contemplar las súper elevaciones y sobreanchos considerados en el diseño geométrico del proyecto. La corroboración de estas características geométricas deberá realizarse con topografía.
- *Remoción de derrumbes:* Se deberá remover todo material proveniente de deslizamientos, desprendimientos y derrumbes. En caso de que la Inspección demuestre que el derrumbe se haya suscitado por malas prácticas constructivas, el Contratista deberá asumir el costo asociado a esta actividad. El material removido se colocará en los sitios de botaderos o donde indique la Administración, y de acuerdo con la Subsección 111.04 del CR-2010. No se permitirá dejar cordones o camellones de material suelto o removido. El Contratista será responsable de dejar el sitio de trabajo en condiciones de limpieza aceptable para la Inspección.

PROVISIÓN: Este trabajo consiste en el suministro, por parte del Contratista, de toda maquinaria, equipo, mano de obra y materiales necesarios para la construcción de obras de excavación y terraplenado dentro del área establecida para el proyecto, esto de acuerdo con las especificaciones técnicas y ajustado a los lineamientos, rasantes, espesores, secciones típicas, etc., mostrados en los planos o establecidos por la Inspección.

La excavación de la vía se debe ejecutar de acuerdo con las secciones transversales indicadas en los diseños y de acuerdo con cualquier otra instrucción de la Inspección. Las obras de excavación se deberán ejecutar de forma coordinada con los trabajos de drenaje temporal y permanente, asegurando su adecuado funcionamiento.

La construcción del terraplén se realizará de acuerdo con el diseño indicado en los planos aprobados por la Inspección y sólo con material de excavación en la vía o de préstamo, que cumpla con las especificaciones establecidas en la Subsección 704.13 Material para terraplén del CR-2010. Cuando se requieran contracunetas en las terrazas, se deberá asegurar que éstas se construyan según las secciones y pendientes que indiquen los diseños del proyecto.

1.11 ACARREOS.

PROVISIÓN: Se define acarreo normal como el trabajo de transportar los materiales por parte del Contratista, de los cortes o desmontes hasta los rellenos o terraplenes dentro de una sección compensada. Asimismo, cuando por cualquier razón justificada fuere ordenado por la Inspección el transporte de material de una sección compensada a otra, el Contratista deberá realizar parte de este transporte sin costo adicional a lo largo de la

distancia de acarreo libre, que es de 600 metros. El sobreacarreo corresponde al transporte autorizado previamente por la Inspección, en exceso a la distancia establecida en los documentos del contrato como distancia de acarreo libre (600 m).

1.12 PAVIMENTOS.

EJECUCIÓN: El contratista debe nivelar los pavimentos de los accesos al puente con la rasante terminada del puente, para lo cual debe realizar una exploración mediante calicatas de la estructura de pavimento existente para reponer la misma.

Los materiales a utilizar para la construcción de los pavimentos debe cumplir con lo indicado en estas especificaciones y el CR-2010.

1.13 SUBBASES.

EJECUCIÓN: La subrasante sobre la cual se coloque la subbase deberá estar debidamente acabada y aprobada por la Inspección, de acuerdo con lo indicado en la Sección 204 Excavación del CR-2010, terraplenado y pedraplenado. Asimismo, la capa de préstamo o subbase, sobre la que se coloque la base granular deberá estar debidamente acabada y aprobada por la Inspección.

- *Colocación y compactación:* Antes de iniciar el proceso de colocación y compactación del material de subbase o base granular en el proyecto, el Contratista deberá realizar un tramo de prueba (Longitud mínima 100m, ancho mínimo un carril de diseño) para verificar que se obtendrá la densidad especificada para la subbase o base granular. Si no se obtiene la densidad requerida o existen problemas de homogeneización el Contratista debe corregir su proceso constructivo y realizar un nuevo tramo de prueba. Se debe entregar un informe sobre el tramo de prueba, con la información solicitada por la Inspección.

El proceso de colocación y compactación de material de subbase, deberá contemplar lo siguiente:

- Colocación del material de subbase. Antes de iniciar la colocación del material de subbase, la Administración deberá verificar que la superficie sobre la que se colocará la capa de subbase o base granular, haya sido aprobada de acuerdo con la sección que corresponda según la capa subyacente.
- Compactación del material de subbase: Se compactará según lo indicado por la Inspección, con un método aprobado. Los tramos presentados para su revisión no podrán tener una longitud menor de 200 m, con excepción de casos especiales (ejemplo: Intersecciones, accesos de puentes, etc.). Si, como resultado de esta inspección, se determina que existen segregaciones, puntos flojos o cualquier otro tipo de anomalía, el Contratista deberá proceder a corregir los defectos encontrados antes de continuar con el proceso de inspección.

Si el tramo de subbase o base granular cumple con la inspección visual, el Contratista deberá presentar la topografía para verificar que los niveles de acabado de la capa cumplan con los niveles indicados en los planos, con una variación máxima de ± 15 mm para la subbase o ± 10 mm para la base granular.

Se consideran áreas defectuosas, las que presenten desviaciones del nivel indicado en los planos de la superficie mayores de 15 mm para la subbase o 10 mm para la base granular entre dos puntos de contacto medido con un escantillón de 3 m. En el caso de capas de subbase intermedias, el criterio a emplear será determinar que la superficie del paño sea razonablemente uniforme y no presente ondulaciones o protuberancias mayores de 30 mm determinadas mediante el uso de un escantillón de 3 m de largo. De no cumplirse con los anteriores requisitos, el Contratista deberá reconformar la superficie del tramo hasta cumplir con lo especificado.

- *Mantenimiento:* Se debe mantener el alineamiento correcto de la capa de agregados, la pendiente y la sección transversal, nivelando, agregando agua, compactando con rodillo o cualquier combinación de lo anterior hasta que se coloque la siguiente capa.

PROVISIÓN: Después de que se ha adquirido una cantidad representativa de agregados, se debe seleccionar una muestra representativa de 150 Kg, por lo menos 14 días antes de utilizar el agregado en el trabajo y verificar que cumplan con la graduación y propiedades requeridas. Los materiales de subbase deben cumplir con las siguientes propiedades respectivamente:

Subbase
CBR 30 mín.
Índice de plasticidad entre 4 y 10
Límite líquido máx. 30
Compactación 95%, según AASHTO T180
Graduación A (Según CR-2010)

Antes de iniciar la colocación del material de subbase o base el contratista debe someter a aprobación por parte de la Inspección el o los materiales que vaya a utilizar en el proyecto, de acuerdo con estas especificaciones.

En las siguientes tablas "Requisitos mínimos de muestreo y ensayo para subbase" y "Requisitos mínimos de muestreo" y ensayo para base granular, se presentan los requisitos mínimos para aceptación, sin embargo, el Programa de Control de Calidad debe ajustarse al programa de trabajo y las condiciones del proyecto. La Inspección

podría solicitar, sin costo alguno para el Contratante, ensayos adicionales a los indicados en el Programa de Control de Calidad.

Los laboratorios que realicen los ensayos para el control de calidad por parte del Contratista y la verificación de la Administración a través de terceros contratados para dicha función deben estar debidamente acreditados bajo la norma INTE-ISO-IEC 17025 vigente, ante el Ente Costarricense de Acreditación (ECA).

1.14 BASE ESTABILIZADA.

EJECUCIÓN: Se debe entregar a la Inspección el diseño de mezcla de la base estabilizada para su aprobación al menos un mes antes del inicio de la producción.

El proceso de colocación y compactación de material de base, deberá contemplar lo siguiente:

- Colocación de la base estabilizada. Antes de iniciar la colocación del material de base estabilizada, la Administración deberá verificar que la superficie sobre la que se colocará la capa de base, haya sido aprobada de acuerdo con la sección que corresponda según la capa subyacente. Esta superficie se debe de preparar de acuerdo con las sección 204 o 303 del CR-2010 según corresponda.
Se debe colocar, compactar y dar el acabado a las capas de agregados estabilizados de acuerdo con las Subsecciones 301.04, 301.05 y 301.06. No se deben dejar mezclas sin compactar por más de media hora, además si entre paños continuos el tiempo de colocación supera la media hora, se deberá hacer una junta de construcción.
- Almacenamiento: Los aditivos deben permanecer en recipientes impermeables y cerrados.
- Transporte de la base: Cuando la mezcla se produzca en una planta central, se debe transportar la mezcla en vehículos que mantienen el contenido de humedad y evitan la segregación y la pérdida del material fino.
- Mezcla de la base: Se deben mezclar los componentes con un equipo con la precisión de dosificación indicada en la sección 302.05 del CR-2010. A la hora de realizar la mezcla se debe agregar agua suficiente para obtener un contenido de humedad igual al 2% óptimo para la compactación, este porcentaje se debe mantener durante todo el proceso de colocación y acabado. Los aditivos deberán ser aprobados previamente por la Inspección.
- Acabado: La superficie compactada debe quedar lisa, densa, libre de planos de compactación y/o material suelto.
- Curado: No se debe permitir el paso del tráfico sobre la capa de agregados estabilizados. Se debe mantener la capa terminada continuamente húmeda hasta que se coloque la siguiente capa. Se debe aplicar agua con una aspersión fina y uniforme. Se debe colocar y compactar la siguiente capa

dentro de los 7 días siguientes a la compactación y al acabado de la capa estabilizada.

PROVISIÓN: Se utilizará una base estabilizada tipo BE-25.

Esta debe tener una resistencia mínima a la compresión promedio de 3.0 Megapascuales, ningún resultado puede dar menor a 2,0MPa. Los especímenes de ensayo se realizarán de acuerdo con la norma ASTM C593 parte 10 y 11, con curado de 7 a 28 días a 38 ± 2 °C. Además, el contenido de humedad se determinará con el método D de la norma AASHTO T180.

La mezcla debe cumplir con los siguientes rangos Agregado/Cemento según lo especificado en la Tabla 302-1 del CR-2010:

Material	Porcentaje (por masa de mezcla total seca)
Agregado	90-96
Cemento hidráulico	4-10
Agregado	75-92
Cenizas	6-20
Cal y cemento hidráulico	2-5

1.15 APILAMIENTO DE AGREGADOS.

EJECUCIÓN: El Contratista debe seleccionar los lugares más adecuados para el apilamiento de materiales según la posición más favorable para la ejecución de los trabajos, de conformidad con los planos y Especificaciones Técnicas. La selección del sitio es responsabilidad absoluta del Contratista. 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. 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.

1.16 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFÁLTICO EN CALIENTE

PROVISIÓN: El Contratista debe presentar para aprobación de la Inspección el diseño de mezcla para el pavimento de concreto asfáltico, el cual se debe desarrollar según el método Marshall, según es especificado en el CR-2010.

*Especificaciones Técnicas Rehabilitación Puentes sobre los
Ríos Ciruelas y Salitral RN No.27*

Porcentajes mínimos de Vacíos en el Agregado Mineral (VMA)				
Tamaño Máximo Nominal ²		VMA mínimo, por ciento		
		Vacíos de Diseño, por ciento ³		
mm ¹	(pulg) ¹	3,0	4,0	5,0
4,75	(0,19)	16,0	17,0	18,0
9,5	(3/8)	14,0	15,0	16,0
12,5	(1/2)	13,0	14,0	15,0
19	(3/4)	12,0	13,0	14,0
25	(1,0)	11,0	12,0	13,0
37,5	(1,5)	10,0	11,0	12,0

¹Especificación Normal para Tamaños de Tamices usados en Pruebas, ASTM E 11(AASHTO M 92)

²El tamaño máximo nominal de partícula es un tamaño más grande que el primer tamiz que retiene más de 10 por ciento del material.

³Interpolar el VMA mínimo para los valores de vacíos de diseño que se encuentren entre los que están citados.

- *Resistencia al daño inducido por humedad:* Los especímenes de ensayo se deben preparar de acuerdo con el método INTE 04-01-10 y el valor de resistencia se debe medir de acuerdo con el método INTE 04-01-05. La saturación indicada en el ensayo debe cumplir con un 70% mínimo y un 80% máximo para los especímenes acondicionados.
- *Requisitos de desempeño y aceptación de diseño.* En la siguiente tabla: Requisitos para mezclas asfáltica se presentan los requisitos de desempeño que se deben cumplir para la aceptación de la fórmula de trabajo y para las actualizaciones del diseño que se realicen con la frecuencia establecida por la Administración.

Requisitos para mezclas asfáltica					
Parámetro	Requisito Mezclas Tipo A	Requisito Mezclas Tipo B	Requisito Mezclas Tipo C	Requisito Mezclas Tipo D	Método de Ensayo
Estabilidad, N	≥ 5500	≥ 8000	≥ 8000	≥ 8000	INTE 04-01-11
Flujo, mm	3 ± 1	2,5 ± 1	2,5 ± 1	2,5 ± 1	INTE 04-01-11
Resistencia al daño inducido por la humedad en mezclas asfálticas compactadas ⁽¹⁾ (sin efectuar periodo de congelamiento)	≥ 75%	≥ 75%	≥ 85%	≥ 85%	INTE 04-01-05
Resistencia al daño inducido por la humedad en mezclas asfálticas compactadas a 25°C ⁽¹⁾ (especímenes sin condicionar), kPa	-	≥ 700	≥ 700	≥ 700	INTE 04-01-05
Deformación plástica luego de 8000 ciclos de carga a 60°C ⁽²⁾ , mm	-	-	≤ 3,5	≤ 2,5	AASHTO T 340
Cantidad de repeticiones para la falla por fatiga a 20°C para un nivel de deformación unitaria controlada de: ⁽³⁾ 400 µm 600 µm	-	-	≥ 450 000 ≥ 50 000	≥ 300 000 ≥ 25 000	AASHTO T 321

* Todos los ensayos deberán ser realizados con agregados vírgenes (sin pasar por el quemador/secador).

(1) Tanto en la falla seca como en la falla condicionada, las probetas serán moldeadas con mezcla asfáltica elaborada a escala de laboratorio con agregados que no hayan pasado por el secador de la planta. Se aplicará una carga

de compactación que produzca vacíos de aire de los especímenes de ensayo de (7,0 ± 1,0) %, en especímenes de 150 ± 3 mm (6 ± 0,1 pulgadas) de diámetro. Los especímenes a ensayar deben tener una altura de 95 ± 5mm.

(2) Se aplicará una carga de compactación que produzca vacíos de aire de los especímenes de ensayo de (7,0 ± 1,0) %. La deformación deberá obtenerse como promedio de 3 corridas del ensayo (6 especímenes). La desviación estándar de las mediciones (3 llantas) no debe ser mayor a 2,0 mm, si esto sucede se puede descartar un solo valor (el más alejado). Se requiere que el ensayo sea realizado con mezcla acondicionada (4 horas ± 5 minutos a 135 ± 3°C), compactada inmediatamente después de este acondicionamiento.

(3) Los especímenes de ensayo son vigas de mezcla asfáltica con longitud de (380 ± 6) mm y sección transversal de (50 ± 6) mm (ancho) por (63 ± 6) mm (altura), densificadas de modo que su contenido de vacíos sea de (7,0 ± 1,0) %. Los especímenes de ensayo compactados deben ser envejecidos, de previo al ensayo, en un horno a 85°C por 5 días. La cantidad de repeticiones de carga deberá obtenerse del promedio de al menos dos vigas.

La Inspección se reservará la posibilidad de realizar una reproducción del diseño de mezcla presentado por el Contratista para su verificación. Se debe garantizar el cumplimiento de los parámetros de diseño en todo momento. No se debe iniciar la producción de la mezcla asfáltica hasta que el diseño sea formalmente aceptado por la Administración e Inspección.

1.17 CONCRETO

EJECUCIÓN: El concreto deberá colocarse en seco y en las aristas expuestas se debe realizar un chaflán de 2 cm, a menos de que se indique lo contrario. Se deberá hacer la formaleta con madera cepillada de primera calidad, madera contrachapada, acero o plástico, deberán ser selladas de tal manera que no haya fugas de mortero. No se permite el uso de maderas que manchen el hormigón. Todas las superficies expuestas serán pulidas y no se permitirán irregularidades o defectos. Las superficies en contacto con la roca deberán colocarse contra la misma sin usar formaleta.

En clima caliente se deben enfriar todas las superficies en contacto con la mezcla a menos de 35 °C. Se enfriará cubriendo con esteras mojadas o petates de algodón,

rociando con agua, cubriendo con cubiertas protectoras, o con cualquier otro método aprobado por la Inspección.

Se almacenará de tal manera que se prevenga la segregación y contaminación. El procedimiento de colocación y vibrado deberá ser acorde a la versión vigente del CR-2010 y aprobado por la Inspección. Se debe asegurar una producción de concreto con consistencia uniforme, no se colocará concreto que haya desarrollado un fraguado inicial y nunca se remezclará el concreto agregándole agua.

Se removerán, recolarán y repararán, con aprobación previa de la Inspección, todos los hormigueros de concreto.

PROVISIÓN: La resistencia serán medidas a los 28 días con cilindros de 15x30 cm acorde con ASTM C39. Las resistencias mínimas a la compresión a utilizar se muestran en el siguiente cuadro y debe cumplir con la especificación ACI 211.1 y la versión vigente del CR-2010. Además, el concreto utilizado debe cumplir con el plan de control de calidad propuesto. La composición según la clase de concreto deberá cumplir con la tabla 552-1 del CR-2010.

Elemento	Clase de Concreto	f'c a 28 días
Bastiones y pilote	Clase B	280 kg/cm ²
Losa superestructura	Clase B	350 kg/cm ²
Concreto pobre	-	180 kg/cm ²

1.18 CONCRETO PARA ESTRUCTURAS MENORES.

EJECUCIÓN: Realizar los trabajos de excavación y el relleno para reponer las estructuras de los accesos al puente que se vean afectadas por la intervención, de acuerdo con la Sección 209 del CR-2010. Cuando el concreto esté rajado, astillado o con escamas, remover el concreto hasta la junta más cercana. Diseñar y construir los encofrados libres de pandeos, alabeos o abombados, y que permitan ser removidos sin dañar el concreto. Además, los intervalos entre entregas de baches para una colada en una estructura no deben exceder los 30 minutos.

Se debe cuidar que al colocar el concreto no se dañen ni se muevan las cimbras y el acero de refuerzo; se debe colocar el concreto tan cerca de su posición final como sea posible. También, se debe prevenir la segregación del concreto y consolidar de acuerdo con a Subsección 552.11 d. del CR-2010. No podrá colocarse concreto sobre lodo, tierra porosa seca o rellenos que no hayan sido compactados a la densidad requerida.

Las superficies sobre las cuales vaya a colocarse concreto se limpiarán y conservarán libres de: aceite, agua estancada o corriente, lodo, basura, polvo o fragmentos de roca blanda o semi-adheridos a ella. Tampoco se dejará caer concreto verticalmente desde una altura mayor de 1.20 m.

Cuando llegue a la obra, el concreto deberá tener un revenimiento (AASHTO T-119) según la siguiente tabla:

Tipos de Construcción	Revenimiento (cms)	
	Máximo	Mínimo
Cimentaciones reforzadas, muros y zapatas	7.5	2.5
Zapatas simples, estribos y muros de sub-estructuras	7.5	2.5
Vigas y muros reforzados	10	2.5
Columnas	10	2.5
Losas	7.5	2.5
Concreto masivo	7.5	2.5

El Contratista debe tomar muestras al concreto fresco para someterlas a los ensayos de laboratorio requeridos conforme al Plan CCC. No se debe aplicar agua al concreto plástico y/o aditivos durante las operaciones de acabado, en las que únicamente se deben emplear las disposiciones del diseño.

Se debe mantener el concreto húmedo el concreto y protegerlo de temperatura extremas al menos durante 7 días, contados desde su colocación. Se debe regar de manera directa unas dos veces al día y colocar fundas de papel o plásticos mojados sobre el mismo, los cuales deben mantenerse húmedos mediante riego. El Contratista debe presentar el procedimiento de curado, así como los materiales asociados, a la Inspección para su aprobación, con al menos 15 días antes de iniciar el proceso de colado.

PROVISIÓN: Este trabajo consiste en la construcción de estructuras menores de concreto, como drenajes menores, cabezales de desfogue y sus estructuras complementarias.

Elemento	Clase de Concreto	f'c a 28 días
Drenajes menores y estructuras complementarias	Clase A	300 kg/cm ²
Tragantes y pozos	Clase A	280 kg/cm ²
Cordón y caño	Clase A	300 kg/cm ²

Antes de producir el concreto hidráulico, someter las proporciones propuestas de concreto, para aprobación de la Inspección; como mínimo debe cumplir con lo estipulado en el siguiente cuadro:

Propiedad	Especificación
Contenido mínimo de cemento, kg/m ³	362
Máxima relación agua/cemento	0,49
Revenimiento máximo, mm	125
Mínimo contenido de aire, %	4
Tamaño de agregado grueso	AASHTO M 43. con 100% pasando la malla 37,5 mm
Esfuerzo mínimo a la compresión a los 28 días, MPa	25

El Contratista presentará una secuencia detallada de la colocación de los concretos por semana y notificará al Inspector veinticuatro (24) horas antes de cada vaciado, para que éste pueda verificar las condiciones necesarias para un vaciado satisfactorio.

1.19 ACERO DE REFUERZO

PROVISIÓN: Será de varilla deformada de grado 40 para las varillas #3 y grado 60 para las demás, de acero de lingote ("*Billet Steel*"), de acuerdo con las designaciones A.A.S.H.T.O. M 31 (A.S.T.M. A 615).

EJECUCIÓN: El acero de refuerzo constituido por varillas de límite elástico igual o mayor de 4200 kg/cm² deberá almacenarse bajo cobertizos, clasificado según su tipo y sección, protegiéndolo contra la humedad y la alteración química, deberá hallarse, a juicio de la supervisión, libre de oxidación perjudicial, tierra, grasa o aceites y cualquier otra sustancia extraña.

Todas las dimensiones se refieren al centro de la varilla excepto otra indicación. El refuerzo tendrá un recubrimiento claro mínimo de 5 cm, excepto en la parte inferior de las losas (2.5 cm) y en los cimientos (7.50 cm).

Los empalmes se harán con un traslape mínimo de 60 diámetros acorde con ART. 7.6.2(F) de la división 1-A "Diseño Sísmico" de AASHTO 2002. Los detalles de doblaje se harán según AASHTO del 2002 y se deberá cumplir con el ART. 7.6 "Requisitos Para El Diseño De Concreto Reforzado Para Categorías C Y D De La División 1-A " Diseño Sísmico De AASHTO 2002.

1.20 ACERO DE PRESFUERZO

EJECUCION: El acero para presfuerzo se almacenara en locales previamente autorizados por la supervisión, clasificado según su tipo y sección, protegiéndose cuidadosamente contra la humedad, agentes corrosivos, golpes y partículas incandescentes producidas durante el corte o soldadura, los alambres, cables y barras, deberán colocarse y ser tensados, con las longitudes, posición, accesorios, procedimientos y otros requisitos fijados en el proyecto y/o como la supervisión lo autorice.

MEDICION: Los alambres, cables o barras que se empleen, se medirán tomando como unidad el kilogramo, de acuerdo con las dimensiones, formas y características fijadas en el proyecto. Las longitudes de pago deberán ser las longitudes medidas entre placas de anclajes. Las sobre longitudes para tensado deberán ser consideradas en el precio unitario dentro del porcentaje de desperdicio.

BASE DE PAGO: Los alambres, cables y barras que empleen en la obra, por unidad de obra terminada, se pagaran a los precios fijados en el contrato para el kilogramo, estos precios unitarios incluyen lo que corresponda por adquisición de los alambres, cables o barras; transportes cargas y descargas; protección; almacenamiento; cortado; desperdicios; formación de cables; anclajes; ductos; tubos desviadores; poliductos de alta densidad en el caso de pres fuerzo exterior, accesorios necesarios; colocación; tensado; lechada, mortero, aditivos; y otros materiales que indique el proyecto, inyección de concreto para los sellos de anclaje, maniobras; derechos de patentes y asesoramiento; todos los materiales, pasarelas o canastillas y operaciones requeridas para la ejecución del trabajo y los tiempos de los empleados en los transportes durante las cargas y descargas.

1.21 RELLENO DE CONCRETO POBRE

EJECUCIÓN: Se proveerán agregados con graduación uniforme de gruesa a fina, que tenga un tamaño máximo de 25 mm y no más del 10 por ciento pasando la malla de 75 micrómetros. Se proporcionará la mezcla de agregados, el cemento, y el agua por peso o por volumen y se proveerá un concreto pobre de relleno que contenga entre 110 y 113 kilogramos de cemento por metro cúbico. Se someterá a probación de la Inspección el diseño de mezcla propuesto y las calidades de los materiales previo a su colocación. Se colocará el concreto en forma uniforme, que prevenga los vacíos, o la segregación del relleno. Se colocará el relleno pobre de concreto en capas horizontales no mayores de 300 mm de espesor. Cuando se rellene alrededor de alcantarillas y otras estructuras, se colocará el concreto de tal manera que no desplace o levante la estructura.

PROVISIÓN: Este trabajo consiste en la construcción de una cama de asiento de concreto pobre.

Se realizará el trabajo según lo descrito en la Sección 209 del CR-2010. No se colocará concreto pobre de relleno en contacto con aluminio o estructuras con revestimiento de aluminio. No se usará concreto sobre la parte superior de la subrasante. En el proyecto, el concreto pobre con resistencia de 180 Kg/cm² será utilizado para las fundaciones de las barreras vehiculares.

1.22 PERFORACIONES EN EL CONCRETO

EJECUCIÓN: Las perforaciones en el concreto para el paso de ductos de cables de presfuerzo y/o anclajes de varilla, serán de los diámetros indicados en el proyecto y para su ejecución se emplearán las brocas con el diámetro indicado en el proyecto. Deberá tenerse especial cuidado en la ejecución de las perforaciones, por estar en general, en zonas en donde existen colocados cables de acero de presfuerzo.

1.23 DEMOLICIONES DE CONCRETO

EJECUCIÓN: Las demoliciones de concreto en la estructura del puente, se realizarán con todo cuidado y atendiendo las recomendaciones del proyecto. Se deberá proveer un sistema de protección para evitar la caída de escombros al cauce del río. La técnica de demolición queda a criterio del contratista y debe contar con la aprobación de la inspección.

1.24 BARRERAS DE SEGURIDAD DE CONCRETO

EJECUCIÓN: La construcción de la conexión entre el sistema de contención y la estructura de concreto reforzado serán de acuerdo con los planos. Si las barreras son coladas en sitio; el encofrado será colocado manualmente y las juntas de construcción tendrán 5mm de ancho y 50 mm de profundidad a intervalos de 6 metros, la distribución deberá ser aprobada por la Inspección. En caso de ser prefabricadas, se colocarán por tramos, con juntas y secciones alineadas adecuadamente; asimismo, la barrera de fundación no podrá presentar variaciones mayores a los 6 mm en un rango de 3 metros. Además, si la barrera está siendo construida cerca de los carriles de una vía abierta al

tránsito, se deberá colocar una sección terminal temporal cuando termine cada jornada de trabajo.

PROVISIÓN: Se utilizarán barreras de seguridad de concreto tipo Jersey. Se deben llevar a cabo acorde a lo especificado en planos. Todos los materiales por utilizar deben ser aprobados por la Inspección. Además, las barreras de seguridad instalada deben contar con un certificado que acredite que el sistema de contención superó con éxito el ensayo a escala real para el cual fue diseñado, según la norma establecida por la Inspección.

1.25 BARANDAS PEATONALES

EJECUCIÓN: Colocar los pernos de anclaje de tal manera que el alineamiento de la baranda sea el adecuado y asegurarse de que no sobresalga más de 10 mm de la tuerca cuando esta se ajusta. Los agujeros para pernos deberán cumplir con la sección 555.10 del CR-2010. Todos los bordes expuestos del metal deben ser redondeados con algún método aprobado que elimine los bordes filosos. La baranda se debe de erigir después de remover la formaleta para el soporte del claro y construirse de forma que no siga alguna inequidad en el cordón, acera o muro que la soporte. En su posición final, la baranda no podrá presentar irregularidades o desniveles, deberá verse uniforme. Además, todos los postes deberán estar en posición vertical.

El material debe almacenarse sobre el terreno en plataformas que lo mantenga libre de suciedad, grasa y otras sustancias ajenas que afecten su durabilidad. Se la debe proporcionar una adecuada protección a la corrosión.

PROVISIÓN: Se utilizarán barandas metálicas tipo MZ que cumplan con el detallado mostrado en planos. Las soldaduras que sean requeridas y aprobadas por la Inspección serán acordes a los expuesto en la sección 1.26. SOLDADURA de este documento. El acero de las secciones a utilizar deberá ser certificado.

1.26 SOLDADURA

EJECUCIÓN: Su ejecución será de acuerdo con las especificaciones de la "*American Welding Society*".

PROVISIÓN: Los materiales serán de acuerdo con las especificaciones de la "*American Welding Society*". Se utilizará el sistema de arco metálico. No se permite soldar ni poner dispositivos de embarque u otro material no requerido en ningún elemento a menos que se indique en los planos aprobados o sea aprobado por la Inspección.

1.27 PINTURA

EJECUCIÓN: Se deben pintar todos los elementos estructurales de acero (existentes y nuevos), Se deben proteger las superficies adyacentes que no serán pintadas utilizando lonas u otro método adecuado. Además, se debe evitar la contaminación de las superficies con pintura fresca con polvo, aceite, grasa, etc. Se deben recoger y disponer adecuadamente todos los materiales utilizados en este procedimiento, incluyendo el agua residual producida.

Acorde con el Art. 13.2.2 de la sección 13 de AASHTO 2002, la pintura se aplicará únicamente sobre superficies secas, cuando la temperatura ambiente no sea inferior a 4°C ni superior a 38°C, y la humedad relativa no exceda el 85%. La pintura no podrá aplicarse a la intemperie cuando la superficie de acero sea lo suficientemente caliente para generar la formación de burbujas en la capa de pintura, o las superficies de pintura fresca empiecen a dañarse por la lluvia, la niebla o el polvo, para evitar la porosidad en la capa de pintura.

Todas las operaciones de limpieza a presión (blast cleaning) excepto las realizadas en edificios cerrados y de aplicación de pintura se realizarán durante las horas de luz de día. Para pintar durante las condiciones de clima adverso, previa aprobación de la Ingeniería de proyecto, el contratista podrá instalar cerramientos adecuados que permitan realizar esta operación.

En caso de que el tráfico cause grandes cantidades de polvo que afecten la calidad de la preparación de la superficie, la aplicación y /o el curado de la pintura, y con la autorización de la Ingeniería del Proyecto se deberán impregnar con agua los espaldones cercanos al área de trabajo en una longitud suficiente a cada lado del área de trabajo, para reducir el polvo en el sitio.

Todas aquellas superficies ya pintadas que sean rayadas o dañadas como resultado de alguna operación deberán ser reparadas por cuenta del Contratista con los mismos materiales y procedimientos indicados en este proyecto.

Tanto los elementos que innecesariamente resulten dañados debido a cualquiera de las actividades de mantenimiento, como aquellos que presenten daños por colisión o alabeo antes de iniciar los trabajos de mantenimiento, deberán ser adecuadamente reparados y/o sustituidos, en el primer caso por cuenta del contratista y en el segundo previa autorización de la Ingeniería de Proyecto por cuenta de la Administración.

Para la operación de limpieza con solventes además de observar todas las medidas de seguridad del personal requeridas dado la naturaleza tóxica de algunos productos de limpieza, se exigirá la remoción, el almacenamiento y la disposición adecuados de todos los desechos acorde con las leyes de protección del medio ambiente.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE PARA PINTURA: Todas las superficies de la estructura de acero excepto las superficies galvanizadas o metalizadas serán limpiadas y pintadas.

Previo a la limpieza a presión (blast cleaning) se realizará la limpieza total de todas las superficies de acero de aceite, grasa, polvo, tierras, óxido y capas sueltas de pintura existente mediante el uso de solventes que no contengan contaminantes para el acero (método SP-1) y lavado por agua o vapor.

Cuando las superficies de acero expuestas estén libres de aceite, grasa, tierra, óxido y capas sueltas de pintura y cualquier materia extraña, se procederá a la limpieza a presión "Blast Cleaning", método SP-6 PARA SUPERFICIES SIN CORROSIÓN DEL SUSTRATO DE ACERO Y SP-10 PARA SUPERFICIES CON CORROSIÓN DEL SUSTRATO, mediante el uso de materiales abrasivos como arena seca, granalla, cascajo mineral o de acero y

perdigones de acero, para sustituir los mencionados por cualquier otro material abrasivo se requiere la autorización de la Ingeniería del proyecto.

No se admitirá el uso de arena de mar sin lavar dado que contiene sal, ni arenas con sedimentos. Se deben tomar muestras de cada una de las entregas del material abrasivo en el sitio.

El compresor de aire debe contar con una presión mínima 6.30 kg/cm² (90psi) y para garantizar que el suministro del aire no le introduce aceite, agua o cualquier otro contaminante al material abrasivo al lanzarlo, no debe tener ninguna fuga o goteo, para controlar la calidad al menos cada cuatro horas, se colocará un papel secante blanco frente a la boquilla del aire 0.60m y se permitirá el flujo del aire durante dos minutos, en caso de detectar cualquier contaminante se realizará la reparación o sustitución del compresor en caso de ser necesario.

La limpieza a presión debe dejar todas las superficies con un patrón uniforme de anclaje no menor de 25 micrones (1 mils= milésimas de pulgada) y no mayor de 75 micrones, para garantizar el plano de adherencia entre la pintura y el acero.

En aquellas zonas de difícil acceso o de dimensiones muy estrechas como alternativa se permitirá sustituir SP-6 PARA SUPERFICIES SIN CORROSIÓN DEL SUSTRATO DE ACERO Y SP-10 PARA SUPERFICIES CON CORROSIÓN DEL SUSTRATO, por la limpieza con el uso de herramientas manuales (método SP-2) tales como cepillo con cerdas de alambre, de fibra, lija, fibra metálica, cinceles, etc., para áreas confinadas muy pequeñas dado que permite remanentes de pintura y óxido y la limpieza mecánica con el uso de herramientas eléctricas, para áreas un poco más grandes. En ambos casos se requiere verificar que las herramientas no han depositado restos de aceite o grasa en la superficie y de ser así deben ser removidos mediante SP-1.

Es preferible que las superficies sean tratadas el mismo día de la limpieza a presión, en caso de que las superficies limpias presenten óxido o contaminación con materiales extraños antes de la aplicación de la pintura, el Contratista deberá repetir la limpieza con SP-6 o SP-10 a sus expensas dado que la Administración no reconocerá ninguna remuneración extra por esta operación.

APLICACIÓN DE LA PINTURA: El Contratista le comunicará a la Ingeniería de Proyecto al menos con una semana de antelación de la fecha de limpieza y de la aplicación de la pintura.

Para todos los elementos nuevos y aquellos existentes en el sitio que se encuentren con deterioro extensivo de la pintura y corrosión severa se requiere el siguiente sistema de pintura para clima intermedio:

- a. 1° Mano: Zinc orgánico con espesor mínimo de 75 micrones (3 mils.)
- b. 2° Mano: Pintura epóxica con espesor mínimo de 50 micrones (2 mils.) o imprimante vinílico lavable con espesor de 8-13micrones (0.3-0.5 mils.)
- c. 3° Mano: Pintura epóxica, vinílica o de uretano con espesor mínimo de 50 micrones (2 mils.)

Únicamente para aquellos elementos existentes en el sitio que tengan la pintura sin corrosión se permitirá el siguiente sistema de pintura de mantenimiento:

a. 1° Mano: Pintura de aceite-alkídica con espesor mínimo de 50 micrones (2 mils.)

b. 2° Mano: Pintura de aceite-alkídica con espesor mínimo de 50 micrones (2 mils.)

c. 3° Mano: Pintura de aceite-alkídica con espesor mínimo de 50 micrones (2 mils.)

3. La pintura se aplicará con cuidado y esmero mediante brocha, compresor, spray, rodillo o una combinación de estos. No se admitirá cualquier procedimiento de aplicación que permita restos sobre la superficie pintada de fibras, cerdas o cualquier material desprendido que interfiera con la adherencia entre capas de pintura.

Cada mano de pintura será cuidadosamente surada, las protuberancias, las zonas pasadas por alto, las capas de pintura desprendidas después de la primera mano y demás imperfecciones en el acabado deberán ser removidas y repintadas antes de la siguiente mano de pintura, y la superficie una vez pintada debe estar cubierta adecuadamente para mantenerla libre de humedad, polvo, grasa y cualquier otro material que afecte la adherencia de las capas de pintura.

Las capas sucesivas de pintura serán de diferente color para contrastar con las superficies pintadas, se sugiere que la 3° mano sea de color plateado o aluminio.

Todas las pinturas deben cumplir con las siguientes especificaciones SSPC del Consejo para Pinturas de Estructuras de Acero (Steel Structures Painting Council) y DOD Especificaciones Militares Americanas (Military Specification):

a. SSPC-Paint-9: para la 3° mano de pintura vinílica.

b. SSPC-22: Para la pintura epóxica.

c. SSPC-Paint-25: para la 1° y 2° mano de las pinturas aceite-alkídicas.

d. SSPC-Paint-104: para la 3° mano final de las pinturas aceite-alkídicas.

e. SSPC-PS Guía 1700: para las pinturas de uretano.

f. DOD-P-21035 A: para pinturas orgánicas de zinc.

PROVISIÓN: Todos los procedimientos de pintura deben cumplir con los requisitos de la sección 13 de AASHTO 2002. Las manos de pintura de campo serán de acuerdo con lo indicado en la tabla 13.2.1. de sección 13 División AASHTO 2010 y será el correspondiente para el "Ambiente normal". Se proveerá a la Inspección las especificaciones técnicas de la pintura a utilizar, antes de ser utilizada.

1.28 JUNTA DE EXPANSIÓN

EJECUCIÓN: La colocación de juntas de dilatación, se realizará con todo cuidado y atendiendo recomendaciones del proyecto y de su fabricante.

PROVISION: Se utilizarán juntas de expansión tipo FREY WP-30 o similar. Las juntas de la calzada deberán tener las siguientes características:

a) Debe ser una junta estanca.

b) Debe tener resistencia para soportar tráfico pesado.

c) La calidad de la junta debe ser respaldada por el fabricante, el cual deberá demostrar que la junta se ha comportado satisfactoriamente en al menos cinco (5) obras de características similares.

d) En la sustitución de neopreno no deberán dañarse los ángulos ni la ménsula de apoyo.

Y deberá cumplir las siguientes especificaciones:

a) Las juntas de calzada deberán ser un producto de marca adquirida con una empresa especializada en la venta y colocación de dicho producto.

c) El fabricante de la junta debe garantizar una vida útil mínima de 15 años.

1.29 JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

EJECUCIÓN: Se debe utilizar un procedimiento, aprobado por la Inspección, que asegure la obtención de juntas en línea recta. Las juntas de construcción deben ser limpiadas y saturadas antes de colar el concreto fresco. Los encofrados deben estar presionados adecuadamente contra el concreto existente antes de colocar el concreto fresco. Donde sea accesible la superficie vieja deberá ser cubierta completamente con una capa muy delgada de mortero de cemento.

PROVISIÓN: Utilizar las juntas señaladas en planos. Las juntas de la subestructura no indicadas en los planos y que sean autorizadas por el ingeniero deberán ser horizontales y tener llaves espaciadas uniformemente de 10 cm de profundidad ocupando el tercio medio del ancho de la junta. La suma de las longitudes de las llaves será un tercio de la longitud total de la junta y el acero de refuerzo debe pasar a través a las juntas de construcción.

1.30 JUNTAS IMPERMEABILIZANTES DEL AGUA

EJECUCIÓN: En caso de haya juntas impermeabilizantes de agua (hule) en juntas de expansión o de construcción, se deberá someter a aprobación de la Inspección los siguientes aspectos:

- Información sobre la prueba de desempeño.
- Muestra de un metro de largo, de cada tipo de junta impermeabilizante requerida.
- Una unión hecha en campo, si se van a usar empalmes.

Las juntas impermeabilizantes se moldearán con una sección transversal y un espesor uniformes. Las secciones de unión deben ser bien curadas, densas, sin porosidad, homogéneas y libres de defectos a lo largo de toda la sección transversal. Estas uniones, deberán construirse de tal manera que soporten un esfuerzo a la tensión de al menos el 50% del esfuerzo a la tensión reportado del hule que se use en la junta impermeabilizante.

1.31 APOYOS

-Se deben sustituir todos los apoyos por apoyos tipo VASOFLÓN VU (con capacidad de movimiento longitudinal) de FIP o similar diseñados por el fabricante para soportar las demandas indicadas en planos constructivos.

El contratista debe considerar las modificaciones necesarias en los bastiones para instalar los apoyos correctamente según las recomendaciones del fabricante.

-Se deben sustituir todos los retenedores oleodinámicos por retenedores oleodinámicos OT de FIP o similar; diseñados por el fabricante para soportar las demandas indicadas en planos constructivos.

El retenedor oleodinámico vasoflón consiste fundamentalmente en un émbolo colocado en el centro del cilindro lleno de un medio líquido aceitoso, al cual divide en dos cámaras anterior y posterior. un conducto externo de diámetro muy reducido conecta ambas cámaras permitiendo el flujo muy lento del líquido de una cámara a otra. este mecanismo permite el movimiento lento del embolo conforme se trasiega el líquido entre las cámaras tal como ocurre en los movimientos debidos a temperatura, a la vez que impide cualquier movimiento solicitado de un evento sísmico debido a la imposibilidad del trasiego rápido del líquido entre cámaras. estos apoyos deberán tener restricción de movimiento transversal y vertical, pero permitir el movimiento longitudinal.

1.32 SEÑALIZACIÓN VERTICAL PERMANENTE

EJECUCIÓN: La ubicación precisa de las señales indicadas en los planos podrá ser modificada sujeta a aprobación de la Inspección. Se determinará la longitud necesaria de los postes en el momento de su colocación de acuerdo con las instrucciones del fabricante, al igual que el procedimiento a utilizar. Se deben reemplazar todos los postes dañados por el tráfico.

Se deben construir paneles retroreflectivos planos y libres de deformaciones, dobleces u otros defectos. La cara de los paneles metálicos se debe limpiar y desengrasar o desbastar la cara de los paneles de madera contrachapada usando los métodos recomendados por el fabricante de las láminas retroreflectivas. Se deben tratar los bordes con un sellador aprobado para ese objetivo.

Los paneles se deben instalar con la leyenda en forma horizontal. En los sitios donde varios de ellos se junten, se debe limitar el espacio entre paneles adyacentes a 2 milímetros. Para reducir el reflejo con las luces de los vehículos, se debe girar el panel en 3 grados en la dirección de paso de vehículos.

Se debe colocar material aislante para evitar el contacto entre aluminio y acero. Además, se deben usar pernos adecuados y franjas de neopreno o nylon para fijar los paneles plásticos a la señal.

No se deben perforar agujeros en ninguna parte de los paneles. Sin embargo, se deben utilizar sistemas de fijación que sean seguros ante robo y vandalismo. Se debe hacer

coincidir el color de la pintura del fondo o el área del mensaje en el punto en que el elemento fijador queda expuesto.

No se debe utilizar cinta adhesiva sobre la cara de las señales y se repararán o reemplazarán las partes deterioradas de la señal, incluyendo las láminas.

PROVISIÓN: Los paneles de las señales pueden ser de aluminio, hierro galvanizado, plástico o plástico reforzado con fibra de vidrio.

Los postes serán de Perfil tipo C o Tubo de acero laminado en frío, galvanizado o no, según se especifique en planos. En la sección 1.36.4 Materiales para señalamiento de este documento; también se especifican los materiales y las dimensiones de los postes específicos a emplear.

Las láminas para señales retroreflectivas se designan según la Subsección sección 1.36.4 Materiales para señalamiento de este documento.

Las letras, números, flechas, símbolos y bordes, y otras características o detalles del mensaje de la señal, serán del tipo, tamaño, series y colores establecidos en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA). Se presentará a la Inspección la lista completa y el diseño de los elementos que usará, en forma previa para obtener su aprobación.

Se utilizarán paneles retroreflectivos tipo III. Lo anterior de conformidad con la norma ASTM – D 4956-09 y también acorde a lo descrito en la sección 1.36.4 Materiales para señalamiento.

Los delineadores y marcadores especiales se deben fijar a los postes de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

1.33 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL PERMANENTE

EJECUCIÓN: Se debe transportar el material para construir señales en contenedores cerrados y bien marcados con detalles del material que se utiliza. Además, se deben instalar las señales o marcas del pavimento en la dirección del tránsito de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Cuando las señales existentes sean idénticas a las señales finales del pavimento que se va a reparar, se deben establecer los límites de las señales existentes antes de hacer el trabajo de reparación. Después de completar la superficie final, se deben trazar las líneas de guía de las señales del pavimento para su aprobación, antes de elaborar las señales definitivas.

Se deben 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, 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 proteger del tráfico las áreas recientemente marcadas hasta que se hayan secado completamente (que no presenten ninguna adhesividad). Se eliminarán todas las señales de guía, los residuos de señales o pintura, las señales no autorizadas y las señales

defectuosas o que existían anteriormente en el pavimento. Se debe remover cualquier tipo de señalización que pueda ser conflictiva de acuerdo a la Sección 635 del CR-2010.

PROVISIÓN: Las marcas o señales sobre el pavimento incluyen señalización de giros, señales de "alto", líneas de borde, líneas internas y velocidad permitida. La denominación de la pintura utilizada es la siguiente.

- Tipo A: Pintura convencional para pavimento, con esferas de vidrio tipo 1

Los trabajos de demarcación horizontal se ajustarán a lo establecido en las Especificaciones Técnicas para Señalamiento Horizontal y Vertical de Carreteras (IT-91), en el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA) y en las especificaciones contenidas en este cartel.

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.

Cuando el contratista se encuentre realizando las actividades de replanteo con pintura de agua o cal, conocidas como: "caleo" y "punteado", es estrictamente necesario que el ingeniero designado supervise los trabajos. Caso contrario se castigará con un día multa por la falta del personal en obra.

1.34 Pintura convencional de pavimentos (Tipo A).

EJECUCIÓN: 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.

En ningún caso se aceptará la aplicación de esfera de vidrio en forma manual, con excepción de los rótulos o figuras que será manual con pascón.

El pintado de todo letrero se deberá realizar con la máquina de aplicación de pintura manual, esto con el propósito de asegurar un espesor mínimo de 28 milésimas de pulgada de pintura con esferas de vidrio; para lo cual deberá utilizar los moldes correspondientes que permitan efectuar esta labor y adicionar la esfera de vidrio en forma manual (con pascón).

La pintura deberá ser perfectamente visible en este lapso, si se presentaran superficies borrosas el contratista deberá volver a pintar donde lo indique el ingeniero de proyecto; lo anterior sin ningún costo adicional.

PROVISIÓN: Se debe rociar una película de 0,38 mm de pintura a una tasa de riego de 2,6 m²/l de pintura, antes de colocar las microesferas.

El espesor de aplicación deberá ser de 18 ± 2 milésimas de pulgada de pintura húmeda sin esfera de vidrio. Como parte de su plan de control de calidad, el Contratista deberá realizar al menos una medición de espesor por cada 500m en líneas, y al menos una medición por cada 10 figuras o letreros. El pago de la pintura de las islas y zonas peatonales se hará por área efectiva (o sea se pagará solamente el área pintada).

El Contratista deberá garantizar una durabilidad de la pintura por un tiempo mínimo de 180 (ciento ochenta) días naturales, contados a partir de la recepción final de los mismos.

1.35 ANDAMIAJE

EJECUCIÓN: Para el cálculo de las cargas que deberá soportar el andamiaje, se deberá considerar dentro de la carga vertical, la carga muerta como el peso del concreto, del acero de refuerzo, del encofrado, del andamiaje y cargas adicionales por postensión. También se incluirán las cargas vivas, donde se deberá tomar en cuenta el equipo soportado por el andamiaje, el cual debe tomarse como una carga concentrada en su punto de apoyo, mas una carga uniforme superior a 1000 Pa en el área soportada, mas 1100 N/m aplicados en el borde exterior del voladizo del andamiaje. La carga total vertical de diseño deberá ser mayor a 4800 Pa.

Se considerará una carga horizontal de diseño, en las torres, marcos y otras estructuras de andamios con el fin de verificar estabilidad lateral. Esta incluirá la carga horizontal real del equipo, secuencia de construcción y una provisión para el viento. La carga horizontal debe ser mayor al 2% de la carga muerta total soportada en el sitio en consideración.

El área de impacto del viento es el área total proyectada de todos los elementos sobre la cara de la torre normal al viento aplicado, se supondrá un factor de forma para puntales de trabajo pesado como 2,2 y la presión de viento se tomará de la Tabla 569.-1 y la Tabla 569-2 del CR-2010. Se diseñarán los andamios en tal forma que tengan suficiente rigidez para resistir las cargas horizontales supuestas, sin la carga muerta vertical y se despreciarán los efectos de resistencia por fricción.

PROVISIÓN: Se debe especificar con detalle todos los materiales propuestos, sus cargas e instalación recomendada. Se deberá proveer la descripción de la operación propuesta para su colocación, uso y procedimientos en sitio. El asentamiento previsto del andamiaje no deberá superar los 25 mm.

1.36 MATERIALES

1.36.1 Cemento hidráulico

Ejecución: El Contratista deberá proveer los medios adecuados para el almacenamiento y protección del cemento contra la humedad. El cemento que, por cualquier motivo, hubiese llegado a fraguar parcialmente o contenga grumos de cemento aglutinado, deberá rechazarse. El cemento recuperado de bolsas desechadas o usadas no deberá utilizarse en la obra.

Provisión: Cuando las especificaciones especiales permitan el uso de cementos importados, éstos deberán cumplir con lo prescrito en la próxima tabla. El contratista deberá someter a aprobación de la Inspección el tipo de Cemento a utilizar. Este podrá ser tipo Portland I, II o V acorde a la especificación AASHTO M85. El cemento de mortero será preparado conforme la norma ASTM C 1329, tipo N, S, o M.

Especificaciones para el cemento Portland:

AASHTO	ASTM
T 89 Finura del cemento (por turbidímetro)	C 186 Calor de hidratación del cemento
T105 Composición química del cemento	C219 Terminología relacionada con el cemento
T106 Resistencia a la compresión del mortero de cemento	C226 Incorporadores de aire en el cemento
T 107 Expansión del cemento en autoclave	C452 Expansión potencial del mortero de cemento expuesto a la acción de sulfatos
T 127 Muestreo del cemento	C465 Proceso de adición de aire incorporado
T 131 Tiempo de fragua (aguja de Vicat)	C563 Determinación de la cantidad óptima de SO ₃ en el cemento
T 137 Contenido de aire del mortero de cemento	
T 153 Finura del cemento (permeámetro)	
T 154 Tiempo de fragua (aguja de Gilmore)	
T 186 Endurecimiento inicial del cemento	

El cemento deberá satisfacer los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico RTCR 479:2015, Materiales de Construcción y Cementos Hidráulicos. Especificaciones, contenido en el Decreto Ejecutivo No. 32253-MEIC, publicado en la Gaceta No. 49 del 10 de marzo del 2005 y sus reformas.

1.36.2 Agregados

- *Agregados para concreto de cemento Pórtland.*

Agregado fino: Deberá estar conforme a la norma AASHTO M-6, clase B, incluyendo los requerimientos suplementarios acerca de la reacción de los agregados, excepto:

- El módulo de finura (MF) entre 2,3 y 3,1.
- 3% máximo de material que pasa la malla de 75 μ m, AASHTO T 11.
- Su durabilidad (5 ciclos) debe arrojar un porcentaje de pérdida de 10 % máximo, cuando se usa SO₄Na₂ y de 15 % máximo con SO₄Mg.
- El equivalente de arena, AASHTO M 176, deberá ser mínimo de 75 %. Alternar con el método N.º 2, el método de referencia es para el agregado fino liviano, conforme a la norma AASHTO M 195.

Las partículas que conformen el agregado fino deberán ser limpias, duras, resistentes, sanas, estables, libres de películas superficiales, de raíces, restos vegetales u otras sustancias nocivas para el concreto o armaduras.

La cantidad de sales solubles aportada al concreto por el agregado fino no deberá incrementar el contenido de sulfatos y cloruros del agua de mezcla más allá de los límites establecidos, considerando también las sales solubles del agregado grueso y los aditivos.

El agregado fino podrá estar constituido por arena natural o por una mezcla de arena natural y arena de trituración, en proporciones tales que permitan al concreto reunir las características y propiedades especificadas. El porcentaje de arena de trituración no podrá ser \pm 30 % del total de agregado fino.

Las exigencias granulométricas para el agregado fino se indican a continuación:

Malla N° Mallas estándar	% Pasando (AASHTO T 11 y T 27)
75 mm	100
19,0 mm	50 - 90
4,75 mm	20 - 50
75 µm	0,0 - 2,0

Las cantidades de sustancias perjudiciales permisibles en el agregado fino se muestran en el siguiente cuadro:

	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 N° 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%

Agregado grueso: Deberá cumplir con los requisitos especificados en AASHTO M-80, clase A, excepto como corrección o suplemento lo siguiente:

- Según la prueba de los Ángeles AASHTO T 96, un máximo de 40% abrasión.
- Capa adherente, ASTM D 5711.1,0 % máx.
- Graduaciones, AASHTO M 43. Todos los tamaños excepto 8, 9 o 10.
- Para agregados gruesos livianos, deberá estar conforme a AASHTO M 195.
- Su durabilidad debe arrojar un porcentaje de pérdida máxima de 12 %, cuando se usa SO₄Na₂ y de 18 %, si se usa SO₄Mg (5 ciclos en ambos).

Para la cubierta de puentes o capas superficiales, no deben usarse agregados que con caras pulidas o agregados que contengan carbonato soluble. El residuo insoluble debe ser menor del 25 %, de acuerdo a ASTM D 3042.

Las partículas que lo constituyen serán duras, limpias, resistentes, estables, libres de películas superficiales, de raíces y de restos vegetales y no contendrán cantidades excesivas de partículas que tengan forma de laja o de aguja.

La cantidad de sales solubles aportada por el agregado grueso al concreto no debe sobrepasar los límites establecidos, considerando también las sales solubles del agregado fino y aditivos, pero no el agua de mezcla.

El agregado grueso podrá estar constituido por grava (canto rodado), grava partida, roca triturada, o por mezcla de dichos materiales en proporciones tales que satisfagan las exigencias especificadas.

Las exigencias granulométricas para el agregado grueso se indican en la Tabla 1 de la especificación AASHTO M 43. En el caso de tamaños nominales que excedan de 38 mm (1 1/2"), el agregado grueso estará constituido por una mezcla de dos fracciones y sólo se permitirá una fracción cuando el tamaño máximo nominal no supere 38 mm. Como criterio general, se debe tener una curva granulométrica que, con la mayor cantidad de partículas gruesas, registre un mínimo contenido de vacíos.

Las cantidades (porcentaje de peso de la muestra) de sustancias perjudiciales permisibles en el agregado grueso se muestran en el siguiente cuadro:

Clase	Partículas desmenuzables y terrones de arcilla	Carbón y Lignito	Finos que pasan la malla N° 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%

La clase de agregado a utilizar según su uso y exposición a la intemperie se muestra a continuación:

Usos	Exposición a la intemperie	Clase
Concreto arquitectónico, puentes, otros usos en que irregularidades debidas al deterioro son objetables	Severas	A
	Moderadas	B
	Despreciables	C
Pavimento de concreto, capas de base, veredas, etc, en que irregularidades moderadas pueden tolerarse	Severas	B
	Moderadas	C
	Despreciables	D
Concreto recubierto no expuesto a la intemperie		E

Las especificaciones AASHTO y ASTM para agregados finos y gruesos se muestran a continuación:

AASHTO	ASTM
M6 Especificaciones para agregados finos para usar en cemento Pórtland M80 Especificaciones para agregados finos para usar en concreto de cemento Pórtland T2 Muestreo de materiales T11 Porcentaje pasando la malla 200 T21 Impurezas orgánicas en el agregado fino T27 Análisis granulométrico de agregados finos y gruesos T71 Efecto de las impurezas orgánicas de los agregados finos en la resistencia del mortero T103 Durabilidad de los agregados frente al congelamiento y deshielo T104 Durabilidad de los agregados ante la acción de SO_4Na_2 o SO_4Mg T112 Partículas desmenuzables y terrones de arcilla en el agregado T113 Partículas livianas en el agregado T161 Resistencia del concreto a congelamiento y deshielo rápidos T19 Peso unitario y vacíos de los agregados T96 Resistencia a la abrasión (Desgaste Máquina de los Angeles)	C227 Potencial reacción alcalina de la combinación cemento-agregado C33 Especificaciones para agregados finos a usar en cemento Pórtland

- *Agregado para capas de subbase y base.*

General: Se deberá suministrar partículas duras y durables o fragmentos de piedra triturada, escoria o grava triturada y no contendrán partículas elongadas, raíces y restos vegetales; debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Abrasión de los Ángeles, AASHTO T 96 (50 % máx.)
- Índice de durabilidad (agregado grueso), AASHTO T 210 (35 mín.)
- Índice de durabilidad (agregado fino), AASHTO T 210 (35 mín.)
- Caras fracturadas, ASTM D 5821 (50 % mín.)
- Libre de materia orgánica, grumos o arcillas
- Índice plástico no mayor de 4.

No se usará material en que exista la alternativa de ciclos de humedecimiento y secado. La granulometría de los agregados se obtendrá quebrando, tamizado y mezclando si es necesario. El agregado fino, (pasa la malla 4,75 mm) consiste en arena natural o quebrada, y partículas minerales finas.

Agregado para subbase o base. Sumado a lo mencionado en el punto anterior, y a lo indicado en la sección 301.03 del CR-2010, se debe cumplir con los requerimientos siguientes:

- Granulometría (siguiente tabla).
- Límite líquido, ASSHTO T 89 (25 máx.)
- Se utilizará graduación tipo A para la subbase.
- Se utilizará graduación tipo C para la base.

Agregado para capas superficiales. Además de lo estipulado en "General", deben cumplir con los requerimientos siguientes:

- Granulometría e índice de plasticidad, AASHTO T 90 (siguiente tabla)
- Límite líquido, AASHTO T 89 (35 máx.)
- No se usarán materiales que contengan fibras de asbesto.

La granulometría aplicable a subbases y bases se muestra a continuación:

Abertura de la malla	Porcentaje por peso pasando la malla cuadrada				
	AASHTO T 27 y AASHTO T 11				
	Requerimientos de Granulometría				
	A (Sub-base)	B (Sub-base)	C (Base)	D (Base)	E (Base)
63 mm	100 ⁽¹⁾				
50 mm	97 - 100	100 ⁽¹⁾	100 ⁽¹⁾		
37,5 mm		97 - 100 ⁽¹⁾			
25 mm	65 - 79 (6)		80 - 100 (6)	100 ⁽¹⁾	
19 mm			64 - 94 (6)	86 - 100 (6)	100 ⁽¹⁾
12,5 mm	45 -59 (7)				
9,5 mm				51 - 82 (6)	62 - 90 (6)
4,75 mm	28 - 42 (6)	40 - 60 (8)	40 - 69 (6)	36 - 64 (6)	46 - 74 (7)
425 µm	9 - 17 (4)		31 - 54 (4)	12 - 26 (4)	12 - 26 (4)
75 µm	4 - 8 (3)	4 - 12 (4)	4 - 7 (3)	4 - 7 (3)	4 - 7 (3)

Los rangos de valores de granulometría y plasticidad para capas superficiales se muestran en el siguiente cuadro:

Malla	Porcentaje pasando / peso	% Desviación Permisible
25 mm	100 ⁽¹⁾	---
19 mm	97 - 100 ⁽¹⁾	---
4,75 mm	41 - 71	± 7
425 µm	12 - 28	± 5
75 µm	9 - 16	± 4
Índice plasticidad	8	± 4

- *Agregados para rellenos con concreto pobre:* Los agregados deben ser duros, limpios, durables, no plásticos, no orgánicos y no reactivos.

1.36.3 Suelos

Todos los materiales a utilizar deberán ser aprobados previamente por la Inspección y cumplir con lo especificado en planos.

- *Rellenos de fundación:* Se debe suministrar material granular libre de exceso de humedad, raíces, semillas u otros materiales deletéreos de acuerdo a lo siguiente:
 - (a) Tamaño máximo de las partículas: 50 mm
 - (b) Clasificación de suelos: AASHTO M 145 A-1-a
 - (c) Material en ambiente húmedo, material pasando la malla de 75 µm, AASHTO T 27 y T 11: 6 % máx.
 - (d) Ángulo de fricción de 20°.
 - (e) Peso volumétrico de 1.8 ton/m³.
- *Material de relleno para estructuras:* Se debe suministrar material granular y tierra fina, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos.
 - (a) Para estructuras y tuberías no plásticas:
 - (1) Tamaño máximo de partículas 75 mm
 - (2) Clasificación de suelos, AASHTO M 145 A-1, A-2, o A-3
 - (b) Para tuberías plásticas:
 - (1) Tamaño máximo de partículas 37,5 mm
 - (2) Clasificación de suelos, AASHTO M 145 A-1, A-2-4, A-2-5 o A-3
- *Relleno estructural:* Se debe suministrar material granular drenante y material fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo con lo siguiente:
 - (a) Tamaño máximo de partículas 75 mm
 - (b) Material pasando malla 75 µm, AASHTO T 27 y T 11 15 % máx.
 - (c) Límite líquido AASHTO T 89 30 % máx.
 - (d) Ángulo de fricción de 20°.
 - (e) Peso volumétrico de 1.8 ton/m³.

- *Préstamo sin clasificar:* Se debe suministrar material granular y fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo con lo siguiente:
 - (a) Tamaño máximo de partículas 600 mm
 - (b) Clasificación de suelos AASHTO M 145 A-1, A-3 o A-2-4
- *Material selecto para capa superficial:* Se debe suministrar material granular y fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo con lo siguiente:
 - (a) Granulometría material uniforme grueso o fino según el siguiente cuadro.
 - (b) Límite líquido AASHTO T 89 30 máx.
 - (c) Índice de plasticidad menor que 4.

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T 27 y AASHTO T 11
75,0 mm	100
75 µm	0 - 15

- *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 con lo siguiente:
 - (a) Granulometría, bien graduado grueso o fino del siguiente cuadro:
 - (b) Límite líquido AASHTO T 89 30 máx.
 - (c) Graduación tipo C

Tamaño de malla	Porcentaje pasando por peso AASHTO T 27 y AASHTO T 11
12,5 mm	100
75 µm	0 - 10

- *Material de préstamo para sustitución:* Se debe suministrar material granular drenante y material fino, libre de exceso de humedad, lodo, raíces, semillas u otros materiales deletéreos, de acuerdo con lo siguiente:
 - (a) Tamaño máximo de partículas 75 mm
 - (b) Material pasando malla 75 µm, AASHTO T 27 y T 11 15 % máx.
 - (c) Límite líquido AASHTO T 89 30 % máx.
 - (d) Compactado al 95% para una capacidad soportante admisible mínima de 10 ton/m².

1.36.4 Materiales para señalamiento

Los dispositivos de señalamiento y demarcación deben colocarse de conformidad con el Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito (SIECA).

- *Material laminado retroreflectivo*
General: En el proyecto se utilizará tipo III. Se recomienda incluir el tipo de material retroreflectivo y su correspondiente tabla de retroreflexión, tal y como se indica a continuación:

En el cuadro mostrado a continuación se muestran las características del material laminado retroreflectivo tipo III: laminado de alta densidad, con botones de vidrio o material prismático encapsulado mínimo coeficiente de retroreflexión según ASTM 4956-09.

Tabla 4 - Tipo III								
Ángulo de observación	Ángulo de entrada	Blanco	Amarillo	Naranja	Verde		Azul	
0.1	-4	300	200	120	54	54	24	14
0.1	+30	180	120	32	32	32	14	10
0.2	+4	250	170	45	45	45	20	12
0.2	+30	150	100	25	25	25	11	8.5
0.5	-4	95	62	15	15	15	7.5	5.0
0.5	+30	65	45	10	10	10	5.0	3.5

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 °C a 10 °C.

Se usarán subcultivos incubados a 28 ° a 30 °C de diez a catorce días en la preparación del inóculo.

- Tableros para rotulación:
 - Hierro galvanizado liso N° 16, espesor 0,159 cm, grado galvanización G60, lámina de (1,22 x 2,44 m ó 1,00 x 2,00 m),
 - Aluminio liso N.º 16, aleación 1200, espesor 0,159 cm, temple H14, lámina de 1,82 x 0,91m.
 - Plástico virgen o plástico reciclado, de 5 mm de espesor.
 - Láminas de Fibra de Vidrio (con lámina de acero reforzado), no debe ser inflamable, que sea compatible con el papel de retrorreflexión utilizado. El espesor mínimo debe ser de 5mm.
- Postes: Los postes serán de acero o aluminio, según esté especificado en los planos.
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.

Postes de aluminio. Estos serán hechos de los perfiles laminados estándar especificados de aleación de aluminio 6061-T6, 6351-T5, 6063-T6 o 6005-T5, de acuerdo con la norma ASTM B 221 M.

De manera específica se utilizarán las siguientes secciones:

- Perfil "C" 100x50x15mm en 2,8mm x 6mts (Perling RT-1-13), pintado a dos manos con pintura anticorrosivo color verde de larga duración
- Perfil Galvanizado "C" 100x50x15mm x1,9x6mts (Perling RTG-1-14).
- Tubo Galvanizado tipo cajón en 6 metros de 10 x 10cm x 2,38mm.

- Tubo Galvanizado tipo cajón en 6 metros de 10 x 10cm x 1,58mm con perforaciones medidas desde el borde en cada uno de los
- *Postes indicadores de objetos y postes delineadores:* Los postes serán de acero o aluminio, según lo indiquen los planos.
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.

Postes de aluminio. Estos serán de perfil estándar de 3 mm, de espesor, que cumplan con la norma ASTM B 221M, aleación 356.0-T6.

- *Accesorios*
Los pernos corrientes, pernos de ensanche y las clavijas pueden ser de acero medio. Usar arandelas de fundición de hierro gris o hierro maleable, a menos que se hayan especificado arandelas estructurales.
Se deberá usar pernos y tuercas de cabeza cuadrada, un tipo comercial estándar de clavo cortado o redondeado y tirafondos cortados, redondeados o del tipo para botes, según sea especificado.
Se deberá galvanizar todos los accesorios de acuerdo con la norma ASTM A 153. En caso de ser un elemento prefabricado, deberá cumplir además con las especificaciones del fabricante.
- *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 la Inspección. Se deberá respetar las dimensiones y tipografía establecidos en planos.
Los colores cumplirán con lo especificado en Subsección 718.01 del CR-2010. 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.
El Contratista deberá presentar a la Inspección el procedimiento de aplicación del color y la tipografía de la señalización para su aprobación.
- *Objetos de demarcación retrorreflectivos:* Se usarán elementos retrorreflectivos del tipo 1 o tipo 2 que se encuentren listos para el montaje.

Tipo I: Lentes de plástico acrílico. Se usarán lentes de plástico acrílico de 4500 mm², con elementos ópticos prismáticos con una apariencia lisa, clara y transparente. Fabricar la parte posterior con un material similar y unir con los lentes alrededor de todo el perímetro para formar una unidad homogénea. Se deben sellar todas las unidades para protegerlas contra el polvo, agua o aire.

En el siguiente cuadro se muestran los coeficientes retrorreflectivos de intensidad luminosa (R) mínimos en unidades "Candelas per lux" para Tipo I:

Ángulo de observación (°)	Ángulo de entrada (°)	Blanco (1)	Amarillo	Rojo
0,1	0	10,7	6,5	2,8
0,1	20	4,2	2,3	1,1

Tipo 2: Láminas retroreflectivas. Se usarán láminas retroreflectivas (Sección 708.01 del CR-2010) resistente a hongos tipo III, IV o V con material adhesivo clase 1 o 2 conforme a la norma ASTM D 4956. Estas láminas se colocarán unidas a tablero de soporte de aluminio o plástico de tamaño y dimensiones según sea especificado.

- *Demarcación con plástico deformado (captaluces)*
Estos dispositivos deberán cumplir con las normas y especificaciones definidas en la cláusula D.8 del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control Del Tránsito, Captaluces y con las exigencias de la norma ASTM D 4280.

Los marcadores deberán consistir en una concha de plástico acrílico rellena de un compuesto en un recipiente fuertemente adherido. La concha deberá contener una o dos caras prismáticas reflectivas como se requiera, conforme lo indicado en los planos que muestran la demarcación horizontal a realizar en el proyecto, para reflejar la luz incidental de una dirección simple u opuesta. El color de las caras reflectivas será el indicado en los planos. Los marcadores deberán tener la forma de una pirámide truncada.

- *Esferas de vidrio*
Deberá cumplir con los requisitos descritos en la cláusula D.7.1 del Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito, Requisitos Generales Esferas de Vidrio y con la norma AASHTO M247.Tipo I.

La cantidad de esferas de vidrio a aplicar sobre la pintura húmeda deberá ser de 0.72 kg por cada litro de pintura de tránsito para producir una marcación reflectorizada en el pavimento.

Las esferas de vidrio deben ser y estar transparentes, limpias, incoloras, lisas y tener forma de esferas, deben estar libres de marcas blancas, picaduras, y de un exceso de burbujas de aire.

El muestreo de las esferas de vidrio debe ser aleatorio en la siguiente razón 45 kg de muestras por cada 4535 kg de embarque.

Podrán utilizarse cualquiera de los tipos de microesferas de vidrio indicados a continuación:

- Microesferas de vidrio tipo "Drop-On"
- Microesferas de vidrio tipo "Premix"

Conforme a la norma AASHTO M 247 para el tipo especificado. En la siguiente tabla se presenta la granulometría recomendada para las esferas de vidrio. Estas esferas de vidrio serán tratadas con un recubrimiento adhesivo según recomendación del fabricante. En este proyecto se utilizan esferas tipo 1.

Malla abertura	Porcentaje por peso pasando la malla designada (ASTM D 1214)		
	Granulometría designada		
	Tipo 1	Tipo 4	Tipo 5
2,36 mm			100
2,0 mm		100	95 - 100
1,7 mm	100	95 - 100	80 - 95
1,4 mm	95 - 100	80 - 95	0 - 5
1,18 mm	80 - 95	10 - 40	0 - 2
1,0 mm	10 - 40	0 - 5	
850 µm	0 - 5	0 - 2	
710 µm	0 - 2		

▪ *Demarcación elevada*

Se usará demarcación retroreflectiva con un coeficiente mínimo de intensidad luminosa (R) según se recomienda en la tabla mostrada a continuación, la cual presenta los datos en "Milicandelas per-lux":

Ángulo de observación (°)	Ángulo de entrada (°)	Blanco (1)	Amarillo	Rojo
0,2	0	279	167	70
0,2	20	112	67	28

1.37 PILOTES

EJECUCIÓN: Se usarán barrenos, taladros de rotación húmeda, o cualquier otro método de perforación aprobado. Para pilotes cuadrados el diámetro del orificio debe ser igual a la diagonal de la sección transversal del pilote más 150 mm. Si se encuentran obstrucciones en la superficie, como piedras de gran tamaño o capas de rocas, el diámetro del agujero debe aumentarse a la menor dimensión adecuada para la instalación del pilote. No se usarán barrenos de punta o punzones para lograr una perforación previa. No se debe deteriorar la capacidad de los pilotes existentes o las condiciones de seguridad de las estructuras adyacentes.

Se deben excavar los pozos de acuerdo con el plan de instalación aceptado. No se permite que el alineamiento de un pozo vertical varíe con respecto al alineamiento requerido por más de 20 mm por metro de profundidad. Se debe mantener la parte superior de la armadura de acero de refuerzo a no más de 150 mm por encima y a no más de 75 mm por debajo de la posición requerida. Los pilotes se colocarán de manera que el alineamiento axial esté dentro de los 20 mm por metro del alineamiento requerido. La Inspección puede detener el hincado para revisar el alineamiento de pilotes. No se deben jalar o empalmar lateralmente los pilotes para corregir algún desalineamiento. No se debe empalmar una sección alineada a una sección desalineada de pilotes.

El contratista debe verificar que la capacidad de los pilotes cumplan con la capacidad indicada en planos.

PROVISIÓN: Los pilotes por utilizar serán pilotes preexcavado con sección circular de 80 cm de diámetro, una longitud de 7 m y una resistencia a la compresión de 280 kg/cm².

Los materiales utilizados en su elaboración deben cumplir con el apartado de materiales de este documento.